

РИСК И БЕЗОПАСНОСТЬ

ПРОМЫШЛЕННЫЙ СЕВЕР



АТОМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДА ОБИТАНИЯ

Риск и безопасность

Промышленный Север

Атомные технологии
и среда обитания

Москва
2004

УДК 621.039:58

Промышленный Север. Атомные технологии и среда обитания. — М.:
Изд. «Комтехпринт». 2004. 40 с.
ISBN 5-89107-049-9

Издание адресовано специалистам органов законодательной и исполнительной власти и местного самоуправления Северо-Западного региона, активистам общественных экологических движений, преподавателям и студентам вузов, а также всем, кто интересуется проблемами устойчивого развития Российского Севера.

Издание подготовлено Институтом проблем безопасного развития атомной энергетики (ИБРАЭ РАН) в рамках работы, финансируемой Министерством энергетики США.

Ни Правительство США, ни какое-либо его ведомство, включая Министерство энергетики США, а также ни один из сотрудников Правительства США не дает никаких гарантий, прямых или подразумеваемых, и не принимает на себя никакого юридического обязательства или ответственности за точность, полноту или достоверность какой-либо раскрытой информации или названного материала, и не заявляет о том, что использование таковых не нарушает права частных лиц. Упоминание в данном документе какой-либо конкретной организации, продукта, процесса или услуги с использованием названия организации, торговой марки продукта, имени производителя или иным образом не обязательно представляет собой или подразумевает их одобрение, рекомендацию или поддержку со стороны Правительства США или какого-либо его ведомства. Точки зрения и мнения авторов, изложенные в настоящем документе, не обязательно утверждают или отражают точку зрения и мнение Правительства США или какого-либо его ведомства.

ISBN 5-89107-049-9

© ИБРАЭ РАН, 2004
© «Комтехпринт», 2004 (оформление)

ВВЕДЕНИЕ

Индустриализация большинства российских регионов проходила в те годы, когда вопросам безопасности среды обитания не уделялось должного внимания. Приоритет отдавался укреплению обороны страны и решению народно-хозяйственных задач.

Начавшееся в 30-х годах XX века форсированное освоение природных ресурсов Кольского полуострова и создание в начале 60-х крупнейшей в мире группировки атомных подводных лодок — вот два фактора, которые надолго определили реальные экологические проблемы Мурманской и Архангельской областей. Сегодня жители Северо-Западного региона серьезно озабочены безопасностью мест базирования и обслуживания атомных подводных лодок (АПЛ) и атомных кораблей Северного флота, последствиями испытаний ядерного оружия на Новой Земле и ядерных взрывов в мирных целях, а также безопасностью работы Кольской АЭС.

Насколько оправданы эти опасения с позиции науки? Ответ на этот вопрос может быть получен при объективном анализе трех взаимосвязанных проблем:

- 1. Какое место занимает радиационное воздействие в ряду других техногенных рисков?*
- 2. Возможны в регионе крупные радиационные аварии?*
- 3. Готовы ли соответствующие организации и местные органы власти к эффективным действиям по защите населения в случае радиационных аварий?*

В «постчернобыльском» обществе потенциальные угрозы здоровью и жизни человека в первую очередь стали связываться с радиацией. При этом многие другие факторы риска остаются на втором плане или совсем упускаются из вида. Поэтому первый вопрос является принципиальным для понимания реальной экологической обстановки в регионе. Авторы брошюры дают ответ на него, основываясь, в том числе, на данных государственных надзорных и природоохранных служб Мурманской и Архангельской областей.

Теоретически возможность крупных радиационных аварий исключить нельзя. Поэтому значительная часть брошюры посвящена вопросам прогнозирования, предупреждения и ликвидации аварийных ситуаций на ядерно- и радиационно опасных объектах. При этом важно, чтобы население имело ясное представление о том, кто отвечает за радиационную защиту населения, как производится оповещение, каковы экстренные меры, насколько опасны те или иные дозы облучения.

Настоящая брошюра из серии «Риск и безопасность» подготовлена по инициативе Министерства энергетики США и МЧС России в рамках деятельности Арктического Совета (рабочая группа ЕППР по предупреждению, готовности и реагированию на чрезвычайные ситуации). Редакционный совет серии «Риск и безопасность»: академик А.А. Саркисов, член-корр. Л.А. Большов, профессор Р.В. Арутюнян, д.т.н. И.И. Линге. Брошюра подготовлена в ИБРАЭ РАН авторским коллективом в составе: к.ф.-м.н. Е. М. Мелихова (руководитель), к.э.н. И.Л. Абалкина, Л.М. Воробьева, д.т.н. И.В. Зайцев, к.т.н. С.В. Казаков, М.Ю. Иванов, Н.А. Угарова, профессор В.А. Логачев (ГНЦ ИБФ), Г.Н. Дерновой (ИФВЭ). В обсуждении замысла и содержания брошюры от руководства МЧС России активное участие приняли И.А. Веселов и Т.А. Марченко.

Брошюра адресована специалистам органов законодательной и исполнительной власти и местного самоуправления Мурманской и Архангельской областей, активистам общественных экологических движений, преподавателям и студентам вузов, а также широкой международной общественности, интересующейся проблемами устойчивого развития российского Севера.

В дополнение к брошюре выпущен компакт-диск со справочными и иллюстративными материалами. Заказать диск можно по адресу mem@ibrae.ac.ru (Мелихова Елена Михайловна).

Экологический портрет региона

Расположенные по соседству Мурманская и Архангельская области имеют много общих черт — крупные морские порты и базы Военно-морского флота, развитую судостроительную промышленность, масштабную добычу и переработку природных ресурсов. Но по сравнению с Архангельской областью, индустриальная история Мурманской области намного короче.

Промышленное освоение территории Кольского полуострова началось в первые десятилетия XX века. Были построены железная дорога и морской порт, вслед за этим развернулась интенсивная добыча природных ресурсов. В недрах полуострова было открыто более 60 крупных месторождений различных видов минерального сырья, в том числе уникальное месторождение апатитовой руды, содержащей фосфор, титан, железо, алюминий. Добываются руды меди, никеля, циркония и других редких металлов. Значительны запасы слюды, керамического сырья и сырья для строительных материалов, полудрагоценных и поделочных камней. Сегодня Мурманская область обеспечивает 100% общероссийского производства апатитового и 12% железорудного концентратов, 14% рафинированной меди, 43% никеля. Доля горнорудной промышленности и цветной металлургии в промышленном производстве области составляет почти 40%.

В экстремальных природно-климатических условиях Заполярья промышленность Мурманской области развивалась по пути создания градообразующих производств. Более 90% населения области проживает в городах, более половины промышленного производства сосредоточено в пяти городах — Мурманске, Мончегорске, Кировске, Апатитах и

Ковдоре. В ряде мест из-за высокой концентрации производств и крайней уязвимости северной природы с ее низкой способностью к самоочищению происходила необратимая деградация локальных экосистем. Полностью нарушены антропогенным воздействием порядка 1% территорий региона, а в районах добычи газа, нефти и других природных ресурсов до 3—8%.

История промышленного развития Архангельской области насчитывает несколько столетий. В течение веков Архангельск был важнейшим морским портом, центром судостроения и торговли России. В отсутствие крупных месторождений минерального сырья основными отраслями здесь являются лесная, лесоперерабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность (45%). Область дает в общероссийском производстве более 10% деловой древесины и пиломатериалов, около трети товарной целлюлозы, бумаги и картона. В объеме российского экспорта пиломатериалов доля Архангельской области составляет 20%, а в экспорте целлюлозно-бумажной продукции — 30%. Другим важным видом промышленной деятельности является машиностроение и металлообработка. На территории Ненецкого автономного округа ведется промышленная добыча нефти и газа, в Плесецком районе добывают бокситы.

Как в Мурманской, так и в Архангельской области наиболее интенсивное воздействие на природную среду пришлось на 1970—1980 гг. В 1990-е годы здесь, как и во всей стране, произошло резкое снижение объемов производства. В последние 5 лет спад сменился активным наращиванием добычи природных ресурсов. Закономерным результатом промышленного развития в каждой из

областей стали серьезные экологические проблемы, связанные с загрязнением атмосферного воздуха и поверхностных вод. Например, в Архангельске среднегодовая концентрация опасного канцерогена бенз(а)пирена в 2002 г. достигала почти 3 ПДК.

Стратегическое расположение Мурманской и Архангельской областей, связанное с выходом к северным морям, предопределило размещение на их побережье пунктов базирования атомных кораблей Северного флота, специализированных судостроительных и судоремонтных заводов. Начиная с 1955 г. в бывшем СССР построено около 250 атомных подводных лодок и 5 надводных кораблей, 2/3 которых приписаны к Северному флоту. В Мурманске базируются также суда атомного ледокольного флота.

Часто под особым воздействием на природную среду объектов, связанных с использованием ядерных технологий, подразумевается опасность радиационного воздействия. Действительно, на ряде мест базирования АПЛ произошло радиоактивное загрязнение окружающей среды, большое количество АПЛ нуждается в утилизации, а крупные аварии на АЭС и ядерных энергетических установках могут привести к тяжелым последствиям. Но правда и то, что даже в местах локального радиоактивного загрязнения не наблюдается таких нарушений экосистем, как в районе Мончегорска и многих других промышленных центров.

Оправдан ли риск, связанный с использованием атомной энергетики в регионе? По-видимому, да, и это хорошо понимает руководство Архангельской и Мурманской областей.

Разработанная администрацией Мурманской области стратегия экономического развития нацелена на повышение качества жизни населения и улучшение состояния окружающей среды. Среди ключевых задач — повышение конкурентоспособности продукции горнопромышленного комплекса при сохранении общего объема добычи, начало освоения Штокмановского газоконденсатного месторождения в Баренцевом море, а также развитие атомной энергетики, включая строительство новой очереди Кольской АЭС.

Для улучшения состояния окружающей среды планируется реконструкция металлургического производства ОАО «Печенганикель» с целью сокращения выбросов диоксида серы и утилизации промышленных отходов.

Значительный объем работ предстоит выполнить в области утилизации АПЛ и восстановления нарушенных земель.

В Архангельской области на ближайшее будущее также намечено расширение добычи природных ресурсов и повышение эффективности их пере-

В результате выбросов в атмосферу сернистого газа металлургическим комбинатом «Североникель» на расстоянии 50 км около города Мончегорска по направлению преобладающего ветра образовалась техногенная пустыня, где нет ни мхов, ни лишайников. Только благодаря розе ветров, большую часть года выбросы минуют город.

В настоящее время выбросы диоксида серы комбинатом сократились в 5 раз по сравнению с 1990 г. Однако на восстановление окружающей природы понадобятся десятки, а может быть, и сотни лет.

Экологический портрет региона

работки. Например, начата подготовка к промышленному освоению месторождения имени Ломоносова, которое является третьим в мире по запасам алмазов. В Северодвинске будет строиться первая в мире плавучая АЭС, которая поможет решить проблему его энергоснабжения. При этом резко сократятся затраты на подвоз органического топлива и компенсацию тарифов.

На предприятиях Архангельской области также предстоит авполнить большой объем работ по утилизации АПЛ.

Необходимо отметить, что после завершения программ утилизации АПЛ в регионе сохранятся места базирования мирного и военнооатомного флота.

Решение о дальнейшем использовании атомных технологий принято руководством региона на основе научно обоснованных оценок радиационных рисков для населения и окружающей среды. Вместе с тем проекты, связанные с ядерными технологиями, часто наталкиваются на ожесточенное сопротивление общественности. В основе многих разногласий лежат различия в понимании и восприятии риска.

Различия в восприятии риска

На ядерно- и радиационно опасных предприятиях реализуются различные меры по предотвращению радиационных аварий. Они направлены на повышение технологической безопасности и, в конечном счете, на снижение риска для населения и окружающей среды.

В качестве примера приведем проект создания на РТП «Атомфлот» накопительной площадки для отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) утилизируемых подводных лодок. Накопительная площадка необходима для ускорения утилизации АПЛ. За счет внедрения современных технологий хранения и новых транспортно-упаковочных контейнеров повысится безопасность временного нахождения ОЯТ (см. подробнее на стр. 19).

Однако этот проект встретил мощное сопротивление со стороны мэрии и жителей Мурманска. Будучи не посвященными в детали технологии, люди не могут объективно оценить реальных преимуществ проекта. При этом само словосочетание «накопление ОЯТ» воспринимается как складирование рядом с домом опасных отходов.

Любые планы по размещению и деятельности потенциально-опасных предприятий и объектов национального значения, как правило, вызывают подъем протестной активности местного населения. Эта реакция известна в мире как синдром NIMBY (только не у меня во дворе). Поиск наилучшего компромиссного решения подразумевает открытый диалог с общественностью о более справедливом распределении рисков и выгод от нового предприятия.

Среда обитания и здоровье

Насколько велика угроза жизни и здоровью человека от загрязнения окружающей среды? В первую очередь здоровье зависит от условий и образа жизни. По оценкам специалистов, вклад этого фактора — более 50%, в то время как вклад наследственности — 15–20%, медицины — 10%. Оставшиеся 15–20% зависят от качества среды обитания, т.е. от санитарных и экологических параметров. Это в среднем, а в исключительных случаях вклад среды обитания может достигать и 40%.

Доказано, что вдыхание грязного воздуха приводит, наряду с другими причинами, к болезням системы кровообращения, заболеваниям органов дыхания и злокачественным новообразованиям. В Западной Европе, в таких странах как Австрия, Франция и Швейцария, где средние концентрации взвешенных веществ в атмосфере в 5–10 раз ниже установленного в России ПДК, загрязнение воздуха является причиной смерти 40 тысяч человек в год, что составляет 6% всех случаев («The Lancet», Vol. 352, 2000, pp.795–801).

В России смертность по причине загрязнения атмосферного воздуха составляет от 4 до 20% от общей смертности. Главную опасность представляет неканцерогенное действие пылевых частиц, этот риск оценивается как 10^{-4} – 10^{-3} (от 1 до 10 случаев смерти на 10 тыс. человек в год). Канцерогенный риск от химических загрязнителей воздуха, как правило, меньше (10^{-6} – 10^{-4}). Примерно на этом же уровне находится радиационный риск в чернобыльской зоне отселения, где дозы облучения колеблются от 1 до 10 мЗв/год, т.е. превышают допустимый предел доз в несколько раз.

мЗв (миллизиверт) — единица дозы при радиационном облучении

Для жителей Северо-Западного региона фоновое облучение от всех источников радиации составляет 2,9 мЗв/год, в том числе от техногенных (последствия аварий, испытания ядерного оружия, работа АЭС) — 0,1 мЗв/год. По закону РФ «О радиационной безопасности населения» допустимый предел дополнительного облучения от техногенных источников установлен на уровне 1 мЗв/год.

Оценка риска — это вероятность наступления неблагоприятных последствий при воздействии на человека определенного фактора. Если известна статистика заболеваемости/смертности под воздействием данного фактора, за оценку риска берется апостериорная частота заболевания или смерти в группе численностью не менее 1000 человек. Если таких данных нет, риски оцениваются на основании определенных допущений. Например, в случае химического риска допускается, что химикаты, вызывающие рак у животных, являются канцерогенами и для человека. При действии малых доз радиации используется линейная модель (см. с. 9).

В настоящей брошюре под риском понимается вероятность смерти от какого-либо воздействия. Риск смерти может изменяться в очень широких пределах: от нескольких человек на миллион жителей (10^{-9}) до нескольких десятков на 1000 человек (10^{-2}) в год. Первый случай соответствует вероятности гибели при торнадо или наводнении. Риску на уровне 10^{-2} подвергаются представители особо опасных профессий, например, пожарные.

Приоритеты в снижении рисков

Научные методы оценки риска стали применяться в области радиационной безопасности с 1970-х годов, а в области, связанной с химическим загрязнением окружающей среды — с конца 1990-х годов. В силу этого подходы к нормированию, методики определения допустимых выбросов и сбросов, возможности мониторинга и даже отношение к соблюдению регламентов в области радиационного риска оказываются сегодня гораздо более жесткими, чем в области химического риска.

Точность измерений в действующей системе радиационного мониторинга на несколько порядков выше, чем по химическим веществам: по радиоактивным веществам изменения в окружающей среде фиксируются на уровнях, которые в миллион раз ниже допустимого дозового предела (радиационный эквивалент ПДК). Присутствие в воздухе или воде ряда химических загрязнителей можно определить, только если их концентрация превышает ПДК. Значительную опасность для населения представляют неконтролируемые загрязнители воздушной среды, их вклад в суммарный риск здоровью населения от загрязнения воздуха оценивается в 70%.

В результате сегодня имеет место серьезный дисбаланс в методах управления радиационным и химическим рисками. Например, риски на

уровне ПДК для многих химических канцерогенов в десятки и сотни раз выше, чем радиационные риски на уровне допустимого дозового предела. Так, пожизненный канцерогенный риск от шестивалентного хрома при поступлении на уровне ПДК оценивается как $2 \cdot 10^{-1}$ (2 случая смерти на каждые 10 человек). Радиационный риск при хроническом облучении на уровне допустимого предела — не более $5 \cdot 10^{-5}$ (5 случаев на 100 тыс. человек).

В чернобыльской зоне при дозе облучения 5 мЗв/год уровень риска составляет 10^{-4} и государство расходует немалые средства на реабилитацию этих территорий и социальную защиту населения, включая денежную компенсацию за потенциальный ущерб здоровью. Но для более 20 миллионов жителей промышленных городов России, которые дышат сильно загрязненным воздухом и, тем самым, подвергают свое здоровье серьезному риску, государственные инвестиции в снижение риска пока не предусмотрены.

Какой риск нужно снижать в первую очередь? При достаточных ресурсах нужно снижать все риски до приемлемого уровня. Однако при хроническом недостатке средств на самые неотложные нужды важно расходовать имеющиеся средства на устранение наиболее серьезных рисков. В противном случае все будет поставлено с ног на голову.

Радиационные и химические риски

Для вредных химических веществ с малоизученными свойствами вполне обычной является неопределенность, меняющая результаты оценки риска в 100 и более раз. Влияние радиации на человека изучают уже более 100 лет, поэтому неопределенность в оценках здесь существенно меньше. При малых дозах (превышающих дозовые пределы в разы) никаких достоверных медицинских последствий облучения человека до сих пор обнаружить не удалось. Тем не менее в основе радиационной защиты лежит консервативный подход: все оценки даются с многократным «запасом прочности».

Поэтому для оценки риска в области малых доз используют линейную гипотезу. Она предполагает, что даже самые малые дозы могут вызвать отдаленные последствия. Зачастую на ее основе производятся оценки так называемых популяционных рисков. В этом случае, за счет суммирования боль-

ших количеств лиц с малыми дозами, получают значимые оценки радиационных рисков.

Мы тоже будем пользоваться этой методикой, несмотря на то, что Международная комиссия по радиационной защите разрабатывает новые рекомендации, в которых прямо указывается, что подобный подход приводит к существенному завышению прогноза радиационных рисков.

По российским нормам радиационной безопасности (НРБ-99) уровень пренебрежимо малого (приемлемого) радиационного риска составляет $1 \cdot 10^{-6}$ (одна дополнительная смерть на миллион человек за 70 лет). В области химического загрязнения уровень приемлемого риска пока законодательно не определен (в ряде стран он также установлен на уровне 10^{-6}), а решения по управлению качеством окружающей среды опираются на гигиенические нормативы (ПДК).

Уровень загрязнения, ПДК	Химические примеси	Радиоактивные вещества
100	Единичные случаи	Не наблюдались в последние годы
10	Часто наблюдаются	
1	Порог чувствительности большинства методик	
$10^{-1} \dots 10^{-8}$	В большинстве случаев не фиксируются и не обсуждаются	Фиксируются и обсуждаются

Промышленные центры

Рассмотрим два фактора экологического риска — химическое загрязнение атмосферного воздуха и потенциальную радиационную опасность для человека и окружающей среды от предприятий и объектов ядерного комплекса.

В целом на территориях Мурманской и Архангельской областей загрязнение атмосферного воздуха вредными веществами не превышает санитарных норм. Благодаря активной циклонической деятельности с умеренными и сильными ветрами вредные химические вещества быстро рассеиваются в атмосфере. Однако в городах ситуация иная. Основной вклад в загрязнение атмосферы в городах вносят предприятия цветной металлургии. Главными источниками выбросов являются комбинаты «Печенганикель», «Североникель», «Кандалакшский алюминиевый завод». Наиболее высоки химические риски в областных центрах — Мурманске и Архангельске, а также в непосредственной близости от металлургических предприятий.

Взвешенные вещества в воздухе

Вредные эффекты: болезни сердечно-сосудистой системы, заболевания органов дыхания, новообразования легких.

При концентрации пылевых частиц на уровне 2 ПДК индивидуальный годовой риск смерти — 10^{-3} . Вдыхаемые частицы влияют непосредственно на респираторный тракт и на другие органы за счет токсического воздействия входящих в состав частиц компонентов. Особенно чувствительны к влиянию мелких взвешенных частиц люди с хроническими нарушениями в легких, с сердечно-сосудистыми заболеваниями, с астмой, частыми простудными заболеваниями, пожилые и дети.

Эффективные и малозатратные способы снижения риска: озеленение двора, улицы, города; влажная уборка; полив и чистка городских дорог.

К потенциально опасным объектам относятся Кольская АЭС, корабли и береговые объекты атомных флотов. В районах их расположения ведется радиационный контроль воды открытых водоемов, почвы и растительности, донных отложений, приземного воздуха, атмосферных выпадений, снежного покрова, рыбы, продуктов питания.

По результатам 30-летнего наблюдения, влияние объектов ядерного комплекса на сформировавшуюся ранее радиоэкологическую обстановку в целом незначительно. Радиационная обстановка сформирована в основном глобальными выпадениями после испытаний ядерного оружия, которые проводились в том числе и на Новой Земле. Влияние захоронений радиоактивных отходов в Баренцевом и Карском морях практически не отразилось на уровне радиоактивности морской воды.

Сразу же отметим, что по основным радиационным параметрам (мощность дозы и содержание дозообразующих нуклидов) крупные города не отличаются от других территорий региона и не относятся к зонам высокого радиационного риска.

Мурманск

Основным фактором риска для здоровья 337 тысяч жителей города является загрязнение воздуха **взвешенными веществами**. По данным областного Центра Госсанэпиднадзора, со взвешенными веществами связано около 220 дополнительных случаев смерти в год. Это соответствует индивидуальному годовому риску порядка $6 \cdot 10^{-4}$, или пожизненному риску $4 \cdot 10^{-2}$. (Далее везде приводятся индивидуальные годовые риски смерти).

Канцерогенные риски от вредных химических примесей в воздухе примерно на 2 порядка меньше. По данным Росгидромета, канцерогенный риск от соединений **никеля** в городе находится на уровне 10^{-5} .

Мончегорск

Основной риск для здоровья 57 тысяч жителей города также представляет загрязнение воздуха взвешенными веществами. Индивидуальный риск около $3 \cdot 10^{-4}$, это примерно 20 дополнительных случаев смерти в год.

Действующий рядом с городом комбинат «Североникель» ежегодно выбрасывает в атмосферу сотни тонн металлического никеля. Оценки индивидуального канцерогенного риска от никеля дают значение $4 \cdot 10^{-7}$ в год. Наличие в непосредственной близости от города техногенной пустыни заставляет относиться к этим оценкам, как к минимальным.

Кандалакша

В этом городе с населением около 45 тысяч человек, самый высокий в Мурманской области уровень смертности. Существенный вклад в него дают «экологически» обусловленные случаи.

Основным источником загрязнения атмосферы является Кандалакшский алюминиевый завод. По данным Северо-Западного научного центра гигиены и общественного здоровья, наибольший вклад в смертность дают выбросы пылевых частиц, размер которых не превышает 10 микрон. Индивидуальный риск от воздействия этих частиц — $8 \cdot 10^{-3}$, это около 370 случаев смерти в год, что намного выше, чем в Мурманске или Мончегорске.

Заметим, что проводимые ранее работы по оценке риска от взвешенных частиц в Кандалакше давали результаты примерно в 10 раз меньше. Это весьма характерный пример того, что более углубленное исследование ведет к значительному увеличению оценок химического риска.

По данным мониторинга Росгидромета, индивидуальный канцерогенный риск от соединений никеля составляет в городе $2 \cdot 10^{-6}$.

Архангельск

355 тысяч жителей города живут в условиях очень высокого уровня загрязнения воздуха. Неблагополучное состояние воздуха обусловлено выбросами расположенных в городе предприятий деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной

Бенз(а)пирен относится к высоко опасным веществам (2-й класс опасности), является канцерогеном для человека.

Никель также является канцерогеном для человека.

Сероуглерод обладает сильным раздражающим действием на слизистые оболочки и кожу, влияет на ферментные системы, обмен витаминов, липидов, эндокринную и репродуктивную системы.

Сероводород является раздражающим и удушающим газом, действует на глаза, верхние дыхательные пути, повреждает более глубоко лежащие структуры.

Метилмеркаптан в повышенных концентрациях приводит к росту детской заболеваемости органов дыхания, уха, горла, носа, кожи, подкожной клетчатки, детских воздушно-капельных инфекций.

Формальдегид обладает раздражающим, аллергенным, мутагенным и канцерогенным действием, усиливает канцерогенез, вызванный другими веществами, в частности бенз(а)пиреном.

Промышленные центры

промышленности, а также работающей на угле Архангельской ТЭЦ.

Загрязнение воздуха взвешенными веществами обуславливает примерно 114 дополнительных случаев смерти в год, в основном от болезней органов дыхания и сердечно-сосудистой системы. Индивидуальный годовой риск — $3 \cdot 10^{-4}$.

В городе регистрируются также высокие концентрации специфических примесей, характерных для целлюлозно-бумажных производств — **метилмеркаптана, сероуглерода, сероводорода и формальдегида**. Наиболее высок уровень загрязнения метилмеркаптаном. В период с 1997 г. по 2001 г. его среднегодовые концентрации составляли 4–6 ПДК. Ежегодно наблюдались случаи экстремально высокого загрязнения с концентрациями в 50–100 раз выше ПДК. В последние годы ситуация изменилась к лучшему. В 2002 г. средняя за год концентрация метилмеркаптана в воздухе не превышала допустимых уровней, а максимальная разовая составила 17 ПДК.

Надежных оценок риска по метилмеркаптану пока нет, по формальдегиду канцерогенный риск оценивается на уровне $7 \cdot 10^{-7}$ в год.

Новодвинск

Это монопромышленный город, в котором проживает 49 тысяч жителей. Почти 100% общего объема промышленной продукции города дает Архангельский целлюлозно-бумажный комбинат. Он же является основным источником загрязнения воздуха метилмеркаптаном, сероводородом и сероуглеродом.

В 1997–2001 гг. отмечались разовые концентрации метилмеркаптана в 400–650 раз выше ПДК. Сред-

негодовые концентрации составляли 6–12 ПДК. Как и в Архангельске, ситуация в последние годы улучшилась. В 2002 г. средняя за год концентрация метилмеркаптана превысила ПДК в 1,8 раза, максимальная разовая составила 42 ПДК.

Энергетические объекты города (ТЭЦ-1, ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3), которые на 50% работают на угле, ответственны за загрязнение воздуха взвешенными веществами и формальдегидом. Среднегодовые концентрации формальдегида в атмосферном воздухе составляют 2 ПДК, что обуславливает индивидуальный канцерогенный годовой риск смерти порядка 10^{-6} . Загрязнение воздуха взвешенными веществами обуславливает риски для здоровья на уровне $3 \cdot 10^{-4}$ в год.

Северодвинск

Северодвинск — центр атомного судостроения. Здесь расположены предприятия ядерного комплекса: ФГУП ПО «Севмашпредприятие», производственные объединения «Звездочка», «Север», «Арктика», «Полярная звезда». Однако не они, а предприятия электроэнергетики вносят основной вклад в суммарные выбросы вредных веществ в атмосферу.

Канцерогенный риск от бенз(а)пирена и формальдегида в городе оценивается на уровне $1 \cdot 10^{-6}$ в год. Что касается радиационного фактора, по данным служб радиационной безопасности, на промышлен-

Уровень вмешательства — уровень радиационного фактора, при превышении которого следует проводить определенные защитные мероприятия.

ных площадках за весь период наблюдения превышения контрольных уровней не было. Например, объемная радиоактивность воды на ПО «Звездочка» колеблется в пределах уровня вмешательства.

Город Полярные Зори (Кольская АЭС)

Радиационный мониторинг в районе размещения Кольской АЭС ведется с 1972 года. По основным радиационным параметрам (мощность дозы и содержание радионуклидов) обстановка здесь не отличается от обстановки в окружающих регионах.

Концентрация радионуклидов цезия и стронция в приземном слое атмосферы в зоне наблюдения находится ниже порога регистрации аппаратуры.

Радиоактивность воды в тысячи раз ниже уровней вмешательства, установленных для питьевой воды нормами радиационной безопасности (НРБ-99).

Результаты мониторинга почвы, растительности и других объектов окружающей среды показывают, что уровни радиоактивности одинаковы на любом расстоянии от АЭС. Эти уровни сформиро-

Радиоактивные цезий и стронций — долгоживущие продукты деления, их период полураспада близок к 30 годам. Поэтому именно они определяют долгосрочные последствия аварий на АЭС.

вались в результате глобальных выпадений после испытаний ядерного оружия.

Расчетные значения дополнительных доз облучения населения в зоне наблюдения не превышают 0,01 мЗв в год (в 100 раз меньше допустимого предела дозы 1 мЗв/год). С этим связан гипотетический годовой риск на уровне $4 \cdot 10^{-7}$. Если воспользоваться упомянутой на стр. 9 методикой оценки популяционного риска, то для 17-тысячного населения города Полярные Зори мы получим 1 дополнительную смерть от рака за 100 лет. И эта оценка, вероятно, завышена. Таким образом, о Кольской АЭС можно говорить лишь как о потенциальном источнике радиационного риска. В режиме нормальной эксплуатации дополнительный радиационный риск пренебрежимо мал.

Действие радиации на человека зависит от полученной дозы. Малыми дозами принято считать дозы менее 5–100 мЗв однократно или 5–10 мЗв в год. С медико-гигиенической точки зрения доказательств вредного воздействия малых доз радиации на здоровье человека нет, хотя для радиобиологов механизмы биологического ответа организма на радиационное воздействие в малых дозах остаются наиболее интригующей областью исследования.

Ни дозы, получаемые в течение всей жизни, ни единовременные дозы менее 1000 мЗв не вызывают каких-либо острых симптомов. Единственное возможное последствие — повышение риска рака на более позднем этапе жизни.

Получить дозу выше 1000 мЗв можно только в исключительных случаях, например в ходе лучевой терапии, или при работе на ядерном объекте во время серьезной аварии, или в случае ядерной войны.

Единовременная доза в диапазоне 2000–3000 мЗв неизбежно вызывает лучевую болезнь. При дозах выше 6000 мЗв шансы выжить дольше нескольких недель весьма малы.

Арктические моря

Арктические моря являются наиболее чистыми по сравнению с другими морями Северного полушария. Тем не менее на отдельных участках акватории превышаются ПДК по нефтепродуктам, фенолу и тяжелым металлам. Наибольшую роль в загрязнении морской среды региона играют горно-металлургические и целлюлозно-бумажные комбинаты, деятельность Северного флота, транспортного и рыболовного флотов, сбросы неочищенных сточных вод. Топливные базы и склады в пунктах базирования являются основным источником поступления нефтепродуктов в морские акватории и во внутренние водоемы.

Вместе с тем наибольшую обеспокоенность экологической общественности вызывают возможные последствия сброса и захоронения радиоактивных отходов (РАО) в арктических морях. Действительно, сброс радиоактивно загрязненных вод и РАО осуществлялся, начиная с появления первых атомных подводных лодок (АПЛ). В то время это считалось допустимым. Всего за период с 1961 по 1990 годы было затоплено более 12 тысяч контейнеров с РАО, более 10 реакторных установок аварийных АПЛ и атомного ледокола «Ленин». Подобная практика существовала у всех стран, имеющих атомный флот.

При плановых захоронениях предусматривались меры безопасности — твердые РАО затапливали в специальных металлических емкостях, а реакторные блоки АПЛ заполняли специальной смесью, предотвращающей кон-

такт радиоактивных веществ с водой в течение нескольких сотен лет. Для сброса жидких отходов выбирались специальные удаленные районы (см. схему на стр. 25).

Насколько опасны последствия сброса и захоронения РАО в арктических морях? В последнее десятилетие было проведено большое количество исследований, в том числе 5 совместных российско-норвежских морских экспедиций по изучению общего состояния радиоактивного загрязнения, в том числе в районе гибели АПЛ «Курск».

Результаты экспедиций показали, что захоронение РАО не повлияло на общий уровень радиоактивности морской воды. Измерения в районах затопления ядерных установок показали, что локальные очаги повышенной радиоактивности в донных отложениях заливов Абросимова и Степового (береговая зона Новоземельского полигона) очень невелики — всего несколько метров от затопленных объектов. Кроме этого, в заливе Абросимова имеются небольшие утечки из затопленных контейнеров с РАО, и в донных отложениях в заливе фиксируется 2–4-кратное увеличение содержания радиоцезия, но уровень радиоактивности воды в заливе такой же, как в открытом море.

Это не означает, что решение задач комплексной утилизации АПЛ и реабилитации береговых баз может быть отложено. Объем накопленных РАО слишком велик (см. с. 24).

В 1994 году в Архангельской области рядом с городом Усинском произошел разлив нефти. По реке Печора нефть дошла до Баренцева моря, нефтяное пятно растянулось на 18 км.

В течение 2 лет в затронутом аварией селе Колва наблюдалось увеличение заболеваемости органов пищеварения у взрослого населения. У детей зафиксировано увеличение заболеваемости органов дыхания и общее снижение иммунитета, приведшее к росту поражения инфекционными болезнями. Нефть и ее компоненты были обнаружены во внутренних органах и содержимом желудков домашних животных из нескольких сел, расположенных далее 150 км по реке Печора от места аварии. У рыб бассейна реки Колвы стали чаще встречаться морфологические отклонения (уродства), спустя 10 лет река все еще не пригодна для организации промышленного рыболовства.

Полигон на Новой Земле

В период с 1955 по 1990 годы на Новоземельском полигоне проводились испытания ядерного оружия. Всего было проведено 130 испытаний. В 1961 г. был осуществлен самый мощный в мире воздушный ядерный взрыв (50 Мт).

Испытания различных типов ранжируются по уровням радиоактивного загрязнения окружающей среды в районе их проведения следующим образом. Самые высокие уровни загрязнения — при *наземных* и *подводных* взрывах, далее идут нештатно (аварийно) проведенные *подземные* взрывы и штатные *воздушные* взрывы. Подземные ядерные взрывы практически не оказывают влияния на состояние радиационной обстановки даже в районе испытаний.

На Новой Земле были проведены 85 *воздушных* ядерных взрывов. После воздушных испытаний радиоактивное загрязнение местности происходит в основном в эпицентре взрыва. Продукты взрыва поднимаются вместе с образовавшимся облаком на большую высоту. Там они рассеиваются, образуя глобальные выпадения, в результате чего происходит небольшое радиоактивное загрязнение местности в дальней зоне. Суммарные величины годовых доз у жителей всех регионов Российской Федерации после воздушных испытаний на Новой Земле не превышали допустимых санитарно-гигиенических нормативов.

Исключение составляли северные территории, где живут оленеводы. Особенности миграции радионуклидов в полярных регионах таковы, что содержание радиоцезия в

мясе северных оленей оказывалось выше разрешенных в то время санитарных уровней. Оленина — основной компонент рациона коренных народов севера. Ее исключение из рациона могло принести вред, превышающий пользу от предотвращенного облучения. Поэтому специалисты ряда северных стран, в том числе Финляндии, пришли к выводу о целесообразности смягчения санитарных норм.

Помимо подземных и воздушных испытаний на Новой Земле было проведено одно *наземное* испытание и три *подводных*. Мощность их была невелика, и формирование радиоактивных следов происходило в пределах запретной зоны полигона, не оказывая практически никакого негативного влияния на население сопредельных территорий.

В настоящее время радиационная обстановка на территории Мурманской и Архангельской областей не имеет каких-либо специфических отличий, связанных с испытаниями ядерного оружия.

На самом Новоземельском полигоне еще существуют две площадки с повышенными уровнями загрязнения. Это площадка на берегу губы Черная, где был произведен наземный ядерный взрыв, и площадка на берегу пролива Маточкин Шар, где во время подземного испытания из штольни произошел прорыв парогазовой радиоактивной смеси. Этим двум районам придан статус «санитарно-защитной зоны», остальная часть полигона является практически чистой.

С 1945 по 1981 годы на всех полигонах мира было проведено более 400 воздушных ядерных взрывов, в результате чего в биосферу было выброшено 12,5 тонн продуктов деления. С 1951 г. началось заметное увеличение уровней загрязнения местности в Северном полушарии глобальными выпадениями. К 1964 году загрязнение достигло максимума и стало постепенно уменьшаться, в основном за счет естественного радиоактивного распада продуктов взрывов. В настоящее время дозы в Северном полушарии от глобальных выпадений составляют в среднем около 0,015 мЗв/год, это в 60 с лишним раз меньше безопасного предела дозы (1 мЗв/год).

Места мирных ядерных взрывов

В Мурманской области примерно в 20 км на север от г. Кировска на апатитовом месторождении Куэльпор были проведены два подземных ядерных взрыва по дроблению рудного тела («Днепр-1» в 1972 г. и «Днепр-2» в 1984 г.). При этом наблюдался выход радиоактивных продуктов в атмосферу, из-за чего произошло радиоактивное загрязнение местности короткоживущими радионуклидами. Через несколько дней после каждого взрыва, когда эти нуклиды распались, все параметры радиационной обстановки в Кировске приходили в норму. По консервативным оценкам, дозы облучения населения, накопленные в этот период, могли достигать нескольких миллизиверт.

В Архангельской области было произведено 3 ядерных взрыва для глубинного сейсмического зондирования земной коры и один — для перекрытия газовой скважины фонтана в Ненецком АО. При этом радиоактивные продукты практически не выходили на поверхность земли, и уровни радиации на местности не повышались.

Сегодня все штольни и скважины, в которых производились промышленные взрывы, законсервированы. Радиационная обстановка — на уровне естественного фона, проводится эпизодический радиационный контроль.

Сравнение рисков от разных факторов

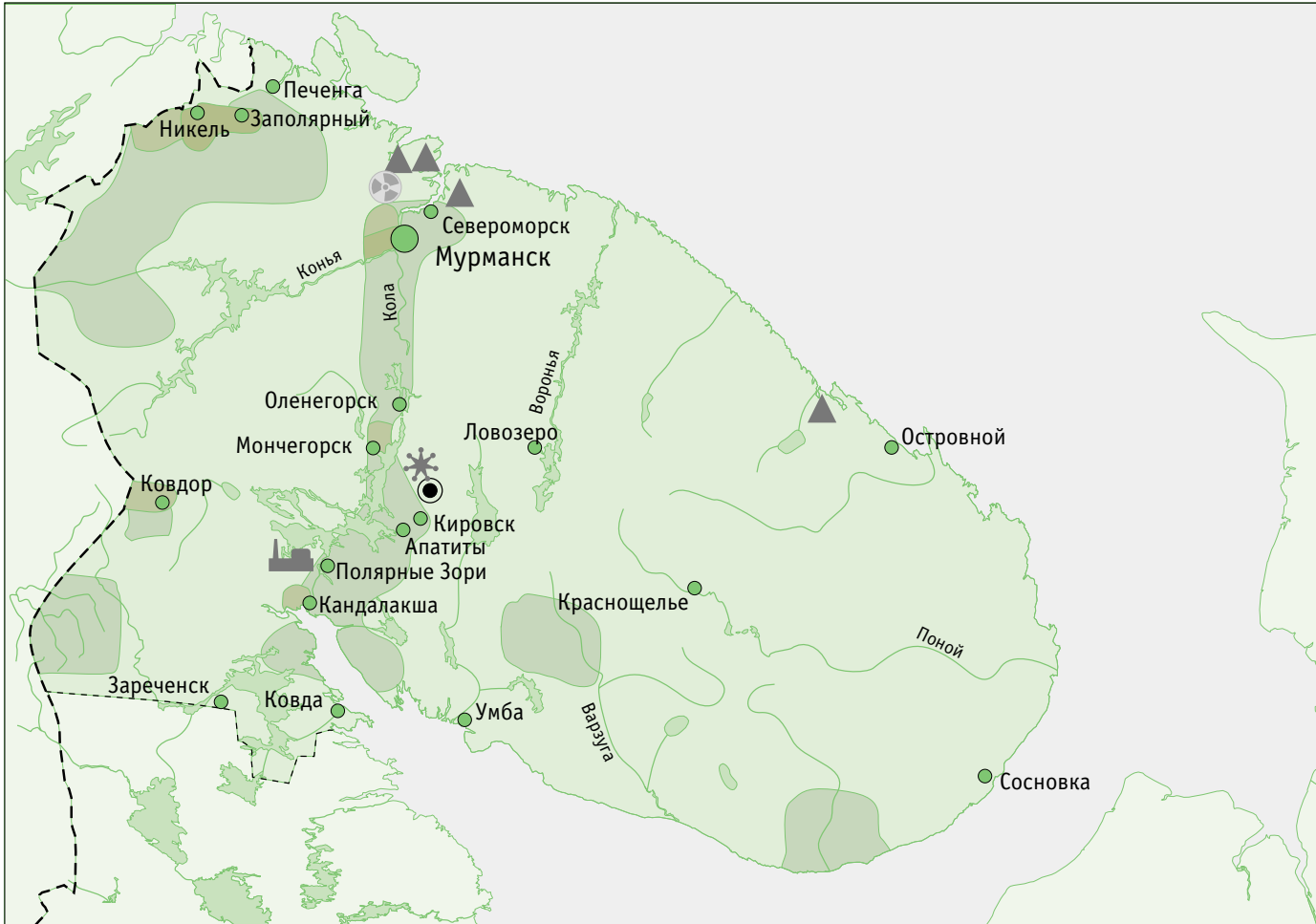
В крупных городах Мурманской и Архангельской областей среди факторов риска, связанных с деятельностью промышленных предприятий, наибольшую опасность представляет загрязнение воздуха взвешенными веществами.

Максимальный оцененный уровень химического неканцерогенного риска в регионе зафиксирован в г. Кандалакше и достигает величины $8 \cdot 10^{-3}$. Риск на таком уровне считается высоким, он близок к значению индивидуального риска смерти от таких причин, как хронический бронхит или несчастный случай.

Риски от различных химических канцерогенов находятся на уровне от 10^{-7} до 10^{-4} . Соединения никеля являются самыми опасными, оцененные значения для Кандалакши составляют $2 \cdot 10^{-4}$. Этот уровень сопоставим с риском смерти от таких причин, как сахарный диабет или хронический алкоголизм.

На самом низком уровне ($4 \cdot 10^{-7}$) находится радиационный риск в зоне наблюдения Кольской АЭС. Этот риск сопоставим с риском смерти от природных катастроф или с риском от одного рентгенографического обследования.

Загрязнитель		Населенный пункт	Максимальный годовой риск
Взвешенные частицы		Кандалакша	$8 \cdot 10^{-3}$
Соединения никеля		Кандалакша	$2 \cdot 10^{-4}$
Радиация	Зона наблюдения КАЭС	Полярные Зори	$4 \cdot 10^{-7}$
	Глобальные выпадения	Кольский п-в	$6 \cdot 10^{-7}$



Условные обозначения

Напряженность экологической ситуации

(Макарова Т.Д., Макарова З.В., Калабин Г.В.,
Институт проблем промышленной экологии
Севера Кольского НЦ РАН, Апатиты, 2000 г.)

- чрезвычайная
- высокая
- умеренная

Объекты ядерного комплекса

- ядерные энергетические установки (базирование)
- приповерхностное захоронение РАО
- места проведения мирных ядерных взрывов
- урановые месторождения
- Кольская АЭС

Численность населения

- более 100 тыс. чел.
- менее 100 тыс. чел.

Кольская АЭС

Кольская АЭС — первая атомная станция России за Полярным кругом. Станция расположена на берегу озера Имандры, персонал станции — 3 тысячи человек. В 15 км от станции расположен город Полярные Зори, где живут сотрудники АЭС со своими семьями.

На Кольской АЭС — четыре энергоблока с реакторами ВВЭР-440. Установленная тепловая мощность АЭС — 5500 МВт, что соответствует электрической мощности 1760 МВт. Первый блок был введен в эксплуатацию в 1973 г., остальные соответственно в 1974, 1981 и 1984 гг.

Водо-водяные энергетические реакторы типа ВВЭР-440 хорошо зарекомендовали себя в эксплуатации, в первую очередь в плане безопасности. Такие же реакторы советского производства установлены на финской АЭС Ловииса (которую считают одной из самых надежных в мире) и в других странах Восточной Европы — Чехии, Словакии, Венгрии, Болгарии.

За 30 лет эксплуатации Кольской АЭС самым тяжелым испытанием систем безопасности был мощный ураган в марте 1993 г. Тогда в энергосистеме «Колэнерго» были повреждены высоковольтные линии, и станция потеряла внешние источники электропитания. Серьезный в техническом плане инцидент (3-й уровень по международной шкале

ядерных событий ИНЕС) не повлиял на текущие параметры радиационной безопасности станции и не привел к облучению персонала и населения.

Сегодня по такому показателю безопасности, как количество нарушений в работе, станция находится на уровне западных АЭС. Это неудивительно. Такой результат дали масштабные вложения в безопасность в 1989—2001 гг., составившие в сумме более 3,1 млрд. рублей. На повышение безопасности блоков первого поколения (блоки 1 и 2) затрачено примерно в 30 раз больше, чем на реконструкцию блоков второго поколения (блоки 3 и 4). Примерно пятая часть средств (30 млн долларов) поступила по программам технической помощи из стран Северной Европы и США.

Регулирование безопасности

Проектный ресурс энергоблоков АЭС — 30 лет. В апреле 2003 года после всесторонней оценки Госатомнадзор России подтвердил, что ядерная, радиационная, техническая и пожарная безопасность на станции обеспечены. Проведенная модернизация 1-го энергоблока, безаварийно и надежно отработавшего свой 30-летний проектный цикл, позволяет продлить срок его эксплуатации еще на 15 лет. Госатомнадзор выдал станции лицензию на 5-летнее продление срока эксплуатации перво-

Стратегия экономического развития Мурманской области предусматривает начало строительства первого энергоблока второй очереди Кольской АЭС в 2010–2011 гг. и ввод его в эксплуатацию в 2015–2016 гг.

К этому времени ожидается рост промышленного производства и энергопотребления в самой области. Кроме того, после модернизации и расширения Кольская энергосистема будет в состоянии обеспечить выгодную продажу излишков электроэнергии как в России, так и за рубежом.

го блока. Вопрос о следующем продлении будет рассматриваться через 5 лет. В настоящее время ведутся работы по продлению сроков эксплуатации второго энергоблока также на срок в 15 лет. Практика продления срока эксплуатации после истечения проектного срока принята во всем мире.

Обращение с ОЯТ и РАО

Технология обращения с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ) для реакторов ВВЭР-440 хорошо проработана, существует вся необходимая инфраструктура. Схема обращения с ОЯТ на Кольской АЭС такая же, как и на других АЭС с реакторами этого типа.

ОЯТ выдерживают в специальном стационарном хранилище не менее трех лет, а затем перевозят по железной дороге в специальном транспортном контейнере на перерабатывающий завод на комбинате «Маяк». Безопасность перевозок в контейнерах современного типа очень высокая. Контейнер сохраняет герметичность практически при любых

экстремальных воздействиях, например, при падении с большой высоты, при многочасовом погружении в воду, при нахождении в пламени и т.п.

В процессе работы АЭС образуются радиоактивные отходы (РАО). К твердым отходам (ТРО) относятся не предназначенные для дальнейшего использования материалы, изделия, оборудование и т.п., в которых содержание радионуклидов превышает уровни, установленные федеральными нормами и правилами.

Кольская АЭС располагает несколькими хранилищами ТРО для низкоактивных, среднеактивных и высокоактивных отходов. Конструкция хранилищ обеспечивает их надежную и безопасную изоляцию от окружающей среды. Определенные виды ТРО перед размещением на хранение перерабатывают методами сжигания и прессования. На сегодняшний день хранилища ТРО заполнены только наполовину. Оставшейся емкости хранилищ достаточно для размещения ТРО, которые образуются за весь период эксплуатации станции.

Продление срока эксплуатации действующих АЭС — одна из важнейших мировых тенденций современного этапа развития атомной энергетики. Во-первых, продление срока службы — это наиболее эффективное вложение финансовых средств для сохранения генерирующих мощностей. Во-вторых, проектный 30-летний срок эксплуатации российских реакторов был определен в 1950—60 гг., когда отсутствовали фактические данные по износу оборудования атомных станций. Опыт эксплуатации АЭС позволяет сегодня обосновать пересмотр этих сроков.

Первые лицензии Госатомнадзора России на эксплуатацию сверх проектного срока получили два блока Нововоронежской АЭС с аналогичными реакторными установками ВВЭР-440.

В мировой практике продление сроков службы ядерных энергоблоков широко применяется в США, Великобритании и других странах. Готовятся к проведению подобных работ во Франции, Японии. Например, в США за 4 года (2000—2003 гг.) разрешения на продление срока службы с 40 до 60 лет получили от Комиссии по ядерному регулированию США 30 ядерных энергоблоков. В 2004 году ожидается поступление заявок еще от 8 владельцев АЭС.

В последние годы на станции начато сооружение технологического комплекса по переработке жидких радиоактивных отходов (ЖРО). Здесь загрязненные растворы будут концентрировать и цементировать. Перевод ЖРО в отвержденное состояние уменьшает возможность миграции радионуклидов в окружающую среду и значительно снижает их объем. Часть технологических систем комплекса будет поставлена на КАЭС в рамках международного сотрудничества (программа TACIS). Ввод в эксплуатацию комплекса запланирован на конец 2005 г.

Радиационная безопасность

Состояние радиационной безопасности на АЭС оценивается, в первую очередь, по уровню облучаемости персонала и выбросам/сбросам радиоактивных веществ в окружающую среду.

В последние 5 лет на Кольской станции дозы облучения сотрудников планомерно снижаются. Если в 1994 году среднегодовая доза была 4 мЗв (при санитарном нормативе для персонала 50 мЗв/год), то в 2002 году она снизилась до 1,8 мЗв (при новом нормативе 20 мЗв/год). По уровню облучаемости персонала Кольская станция находится на уровне лучших АЭС мира.

Следует отметить, что введенные в действие новые санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций ужесточили нормативы в отношении суммарного радиационного воздействия АЭС на население и окружающую среду. Допустимая дозовая нагрузка, обусловленная газоаэрозольными выбросами и жидкими сбросами, установлена на уровне 0,02 мЗв/год. При такой дозе риски для здоровья считаются пренебрежимо малыми.

В последние годы выбросы газоаэрозолей Кольской АЭС гораздо меньше новых допустимых значений. Например, в 2001 г. фактический объем выброса радиойода со-

ставлял 23%, а инертных радиоактивных газов — 7% от допустимого норматива.

Активность жидких сбросов также была меньше допустимой. Например, в 2001 г. активность сбросных вод была в 10–20 раз меньше норматива.

Ядерная безопасность — состояние защищенности от возникновения самопроизвольной цепной реакции или ее неконтролируемого течения.

Радиационная безопасность — это состояние защищенности персонала, населения и природной среды от вредного воздействия радиации.

Прогноз и предотвращение аварий

При проектировании АЭС рассматривается и анализируется очень широкий круг исходных событий и путей развития аварии. Для каждого из них проектом предусматриваются дополнительные системы безопасности и защитные барьеры. При этом действует правило: чем тяжелее последствия аварии, тем меньше должна быть вероятность ее возникновения.

Тяжелые аварии предотвращаются благодаря следующим обстоятельствам:

- во все системы и элементы АЭС заложен значительный запас прочности, благодаря чему они сохраняют (хотя бы частично) свою работоспособность в условиях «запроектных» аварий;
- большая часть «запроектных» аварий развивается относительно медленно, это дает персоналу достаточное время для вмешательства в развитие событий.

Для предотвращения тяжелых аварийных ситуаций на АЭС предусмотрены 5 уровней защиты:

1-й уровень — автоматика, технологические защиты и блокировки, позволяющие поддерживать блок в пределах нормальной эксплуатации.

2-й уровень — системы безопасности, которые обнаруживают и предотвращают развитие отклонений от нормальных условий работы.

3-й уровень — технические средства управления авариями и регламенты аварийных действий, ориентированные на разные аварийные симптомы, обеспечивают преодоление аварий в пределах безопасной эксплуатации.

4-й уровень — планы противоаварийных мероприятий, позволяющие сохранить эффективность уцелевших после аварии физических барьеров безопасности.

5-й уровень — принятие мер по защите населения и окружающей среды в случае тяжелых аварий (см. стр. 36).

Кроме этого в систему глубоко эшелонированной защиты АЭС входят мероприятия, снижающие вероятность ошибок персонала, в частности, надлежащая организация работ и контроль правильности выполнения операций, тренинг, психофизиологические обследования, повышение культуры безопасности.

Как обеспечивается готовность к действиям на случай радиационной аварии на Кольской АЭС — в разделе «Аварийное реагирование».



Международная шкала ядерных событий

Тяжесть аварии на АЭС оценивается по международной шкале ИНЕС, уровень опасности сообщается в МАГАТЭ, в национальные и международные средства массовой информации. Шкала ИНЕС имеет 7 уровней. При 1 и 2 уровне опасности для населения нет. Значительное повреждение барьеров безопасности происходит при авариях 5-го уровня и выше. Чернобыльская авария отнесена к самому опасному 7 уровню.

Радиационный мониторинг

Постоянный мониторинг радиационной обстановки на Кольском полуострове и прилегающих морских акваториях ведется Мурманской территориальной подсистемой единой государственной автоматизированной системы контроля радиационной обстановки на территории Российской Федерации (ЕГАСКРО).

Мурманская территориальная система АСКРО получает данные из областной службы Росгидромета, информационно-аналитического центра Кольской АЭС и Федерального центра ЕГАСКРО. Прием данных происходит круглосуточно в автоматическом режиме. Оперативные данные системы АСКРО передаются в заинтересованные органы государственной власти — Комитет природных ресурсов, Главное управление ГО и ЧС, Центр Госсанэпиднадзора по Мурманской области.

Автоматический контроль стабильности радиационной обстановки в системе АСКРО осуществляется с помощью дозиметров. Эти приборы показывают мощность дозы, т. е. дозу, которую можно получить за единицу времени (чаще всего за 1 час).

До сих пор встречаются приборы, которые измеряют мощность дозы в устаревших единицах «микрорентген в час» (мкР/час). Пересчитать их показания в современные единицы очень просто: $1\text{ мкР/час} = 10^{-5}\text{ мЗв/час}$.

Дозиметры широко распространены, приобрести персональный дозиметр может каждый желающий.

Доза облучения рассчитывается посредством умножения мощности дозы на время, в течение которого человек подвергался облучению.

Например, житель Мончегорска, в котором дозиметрический прибор в течение года показывал мощность дозы 11 мкР/час, за год получит дозу около 1 мЗв.

Информация о текущей радиационной ситуации в регионе доступна общественности на интернет-сайте Мурманского территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды www.murman.ru/kolgimet/.

Сведения о текущей радиационной обстановке в непосредственной близости к основным ядерно- и радиационно опасным предприятиям отрасли можно получить на сайте Федерального агентства по атомной энергии (ФААЭ, Росатом) по адресу www.minatom.ru в разделе «Радиационный мониторинг СКЦ».

В Архангельской области решение о создании системы «Архангельск-АСКРО» было принято в мае 2003 г. Пока мониторинг радиационной обстановки на территории области осуществляет Северное территориальное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Регулярные измерения уровня гамма-излучения производятся на 31 пункте стационарной наблюдательной сети. Наблюдение ведется также соответствующими службами на предприятиях в Северодвинске («Звездочка», «Севмаш-предприятие»). Радиологические обследования в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения этих предприятий проводятся силами местных санитарно-эпидемиологических служб и ведомственной службой ЦНИИ КМ «Прометей».

С появлением автоматизированной системы «Архангельск-АСКРО» государственные и ведомственные структуры, проводящие мониторинг радиационной обстановки, будут объединены в единую информационную сеть, которая войдет в общероссийскую систему ЕГАСКРО.

Мурманская территориальная автоматизированная система контроля радиационной обстановки, фрагмент данных с сайта www.murman.ru/kolgimet/

Мощность экспозиционной дозы (мкР/час) на территории Мурманской области на 11:00 | 9 сентября | 8 сентября

ГМС	Код станции	МЭД	
		Время	Значение
Адм.Мурм.обл.	91012	11:00	11.4
Алакуртти	22301	10:00	11
Апатиты	22213	10:00	9.8
Баренцбург	20107	10:00	12
Вайда-губа	22003	10:00	10
Зареченск	22302	10:00	10
Зашеек	22214	09:00	10.1
Иоканьга	22149	10:00	10
Кандалакша	22217		
Каневка	22249	10:00	15
Кашкаранцы	22334	10:00	8
Ковда	22312	10:00	8
Ковдор	22204	10:00	5
Колм-явр	22232	10:00	15
Краснощелье	22235	10:00	11
Ловозеро	22127	10:00	5
Лотта	22100	10:00	9
Мончегорск	22212	10:00	11
Мурманск	91001	11:00	5.2
Мурмаши	22114	10:00	11
Ниванкюль	22105	10:00	9
Никель	22004	10:00	9
Падун	22106	10:00	9
Полярный	22019	10:00	9



Мощность дозы на Кольском полуострове изменяется в пределах от 3 до 25 мкР/час.

В 100-км зоне Кольской АЭС мощность дозы колеблется от 5 до 15 мкР/час. Параметры датчиков КолАСКРО установлены на уровнях: 33 мкР/час — уставка предупредительной сигнализации, 2000 мкР/час — уставка аварийной сигнализации.

Комплексная утилизация АПЛ

Проблемы и решения

Атомные подводные лодки и надводные корабли с ядерными энергетическими установками, как любая сложная техника, имеют определенный ресурс. Их срок службы составляет 30–40 лет, по окончании этого срока они подлежат выводу из эксплуатации и утилизации. Оборонные программы СССР, формировавшиеся в годы холодной войны, предусматривали только наращивание ядерных сил. Утилизация АПЛ, обращение с образующимися ОЯТ и РАО и создание необходимой инфраструктуры долгое время оставались на втором плане.

Ситуация изменилась с окончанием гонки вооружений, когда СССР взял на себя обязательства по сокращению ядерного арсенала и военного атомного флота. При этом безопасность вывода из эксплуатации АПЛ и объектов инфраструктуры со значительными объемами накопленных радиоактивных материалов необходимо было обеспечивать в условиях резкого сокращения финансирования. А вероятность возникновения нештатных ситуаций, в том числе с возможными неблагоприятными экологическими последствиями, с течением времени возрастала.

Масштабность, длительность и сложность работ вывели проблему утилизации АПЛ в разряд при-

оритетных национальных задач России. Указом Президента РФ в 1995 г. программе утилизации АПЛ был придан президентский статус. Однако тяжелое экономическое положение не позволило выделить необходимые ресурсы и должным образом организовать работу.

В мае 1998 года вышло специальное постановление Правительства «О мерах по ускорению утилизации АПЛ и НК с ЯЭУ, выведенных из состава Военно-Морского Флота, и экологической реабилитации радиационно опасных объектов Военно-Морского Флота». Государственным заказчиком-координатором работ по данной проблеме был назначен Минатом России. С этого времени ситуация начала коренным образом меняться.

Если до 1998 г. из списанных АПЛ была утилизирована только одна пятая часть, то к концу 2003 г. из увеличившегося числа списанных лодок утилизирована почти половина. Потенциальная опасность от ожидающей утилизации подводной лодки существенно ниже, если из нее выгружено отработавшее ядерное топливо. В последние пять лет ОЯТ выгружено из 70 АПЛ, в то время как за весь предыдущий период — только из 53 кораблей.

Концепция комплексной утилизации АПЛ применительно к новым экономическим и политическим условиям сформулирована в 2001 г. Она разработана с учетом отечественного и зарубежного опыта и отвечает интересам как национальной, так и международной безопасности, включая вопросы физической защиты и нераспространения ядерных материалов. Новая техническая политика подразумевает, что утилизация АПЛ и судов атомного технологического обслуживания, а также реабилитация радиационно опасных объектов на береговых базах будет вестись таким обра-

Количество АПЛ (Северный и Тихоокеанский флоты)	До 1998 г.	К концу 2003 г.
Выведенные из эксплуатации	177	193
С выгруженным ОЯТ	53	123
Утилизированные	39	94
В ожидании утилизации	138	99

зом, чтобы снизить опасность на всех стадиях работ и вовлечь в хозяйственный оборот получаемые при утилизации вторичные ресурсы и оборудование. Финансирование будет осуществляться как за счет средств федерального бюджета, так и в рамках международного сотрудничества.

Сегодня на территории Северного региона находится около сотни ожидающих утилизации АПЛ и несколько десятков судов технического обслуживания (28 из них в аварийном, затопленном или полузатопленном состоянии).

Береговая инфраструктура, обеспечивающая утилизацию АПЛ в регионе, включает береговые технические базы в губе Андреева и поселке Гремиха, судоремонтные заводы в районе городов Мурманска, Северодвинска, Полярного, Снежногорска.

Процесс утилизации АПЛ

Для утилизации атомные подводные лодки доставляются из пункта отстоя на судоремонтный завод. Многие долго находившиеся в отстое лодки потеряли свою герметичность, для их транспортировки требуется восстановление плавучести или использование специальных доков и понтонов. Это сложная задача, и если она решается не на должном организационно-техническом уровне, лодка может затонуть, как это произошло в августе 2003 г. с лодкой К-159.

Начальной операцией утилизации является выгрузка из АПЛ отработавших тепловыделяющих сборок. Это одна из важных и потенциально опа-

сных операций, поэтому технологии выгрузки согласуются с контролирующими и надзорными органами. Сборки извлекают из активной зоны реактора и устанавливают в чехлах в хранилище плавучей технической базы. Плавучая база доставляет чехлы к железнодорожному терминалу, где их перегружают в транспортные контейнеры. Затем контейнеры загружают в специальные вагоны и вывозят из региона для переработки на комбинат «Маяк» (Челябинская обл.) без промежуточного хранения на береговых базах.

С ноября 2003 г. появилась возможность размещения контейнеров с тепловыделяющими сборками на специальной береговой накопительной площадке РТП «Атомфлот». Площадка была построена в рамках международной программы сотрудничества в военной области по вопросам окружающей среды в Арктике (АМЕС). На площадке одновременно могут содержаться 19 контейнеров, которые рассчитаны на хранение ОЯТ сроком от 5 до 50 лет. После хранения ОЯТ также вывозится на ПО «Маяк». Использование площадки дает целый ряд преимуществ — бесперебойность работы и повышение скорости выгрузки топлива из АПЛ. В настоящее время достигнут оптимальный темп выгрузки ОЯТ — 15 реакторов в год.

После выгрузки отработавшего ядерного топлива АПЛ уже не является ядерно-опасным объектом.

Оставшиеся после отделения реакторного блока части АПЛ также не представляют радиационной опасности, поэтому идут на переработку.

Комплексная утилизация АПЛ

После выгрузки ОЯТ из подводной лодки вырезают реакторный блок (зачастую он состоит из 3 отсеков — одного реакторного и двух смежных). Работа выполняется в плавучем доке. При такой технологии не происходит радиоактивного загрязнения акватории судоремонтного завода. Реакторный блок спускают на воду и буксируют в губу Сайда. Здесь блоки будут храниться на плаву до момента сооружения спецплощадки на суше. В настоящее время идет работа по созданию такой площадки в районе губы Сайда.

Реакторный блок не может находиться на плаву бесконечно. После создания спецплощадки все реакторные блоки в течение нескольких лет будут перемещены на сушу.

В США, где также ведется утилизации АПЛ, но число подлежащих утилизации лодок существенно меньше, принята схожая концепция утилизации. Вырезанный реакторный отсек, из которого предварительно выгружено ОЯТ, грузится на баржу и транспортируется до места длительного хранения. Там он устанавливается на бетонный постамент, на котором проведет десятки (сотни) лет до тех пор, пока уровни активности внутри него многократно понизятся.

По прошествии длительного времени может быть осуществлена разделка реакторных блоков, то есть демонтаж оборудования и переплавка с целью повторного использования металла. Самый длительный срок выдержки до рециклирования у внутриреакторных конструкций (до 700 лет).

Находясь на специальной площадке под контролем, реакторные блоки не представляют угрозы ни для населения, ни для окружающей среды. Поэтому вопрос об их переработке переходит в

плоскость экономической целесообразности (соотношение времени выдержки, цен на металл и т.п.).

При сохранении достигнутых темпов к 2010 году все выведенные из эксплуатации АПЛ могут быть утилизированы, а реакторные блоки переведены на длительное хранение.

Возможные аварийные ситуации

При обращении с источниками ионизирующего излучения, как и при всякой другой деятельности, могут происходить нарушения в работе. Они могут быть связаны с неисправностью оборудования, с неправильными действиями персонала, со стихийным бедствием или другими причинами. Если при этом происходит облучение людей выше установленных норм и/или радиоактивное загрязнение окружающей среды, то говорят о радиационной аварии. Какие же радиационные аварии могут происходить при утилизации АПЛ?

Наиболее вероятны ситуации с утратой контроля над радиоактивным источником. Например, радиоактивно загрязненный металл может быть сдан в металлолом. На одном из этапов транспортировки его обязательно обнаружат, но до этого возможно облучение людей. Почти все остальные аварийные ситуации не несут угрозы населению. Их результатом может быть облучение персонала, загрязнение территории района расположения промышленной площадки, на которой проводятся работы по утилизации и которая является закрытой зоной.

На чем основаны подобные утверждения? На том объективном факте, что подавляющая часть радиоактивности в регионе представляет собой твердые или жидкие РАО. Количество радиоактивных веществ в газообразном состоянии на объектах утилизации относительно невелико. Твердые отходы локализованы и, в принципе, не могут распространяться в окружающей среде. А распространение жидких отходов происходит достаточно медленно. При этом они быстро разбавляются чистыми водами, что существенно снижает их опасность.

Только при распространении радиоактивности воздушным путем радиоактивному загрязнению могут подвергнуться территории, достаточно удаленные от промышленной площадки. Поэтому основную опасность представляют процессы, в результате которых диспергированное (то есть превращенное в мелкодисперсную аэрозоль) ядерное топливо может оказаться в воздушной среде. Это возможно только при тяжелых авариях, сопровождаемых взрывом или сильным пожаром. Наибольшая потенциальная опасность радиационной аварии связана с операциями по выгрузке отработавших тепловыделяющих сборок из реакторных установок АПЛ.

Ядерные аварии на выведенных из эксплуатации АПЛ исключительно маловероятны, а их последствия не могут иметь масштабов, аналогичных чернобыльскому. Во-первых, после вывода лодки из эксплуатации реакторные установки долгое время находятся в заглушенном состоянии. За это время большая часть радионуклидов, в том числе все короткоживущие, распадаются. Если самопроизвольная цепная реакция все же произойдет, радиологически опасных нуклидов, таких как радиойод, образуется от-

носительно немного. В отношении радиоцезия и других долгоживущих радионуклидов могут быть приняты эффективные защитные меры.

Специалисты рассматривают все виды аварийных ситуаций, включая ошибки персонала, стихийные бедствия, падение самолетов на объекты утилизации и т.д. Хотя вероятность таких ситуаций невелика, разрабатываются превентивные меры по их исключению или снижению вероятности их наступления.

Масштабы последствий аварийных ситуаций при работах с АПЛ на судоремонтных заводах можно оценить по международной шкале ядерных событий ИНЕС.

Максимальная проектная авария — возникновение пожара в реакторном отсеке при утилизации корабля на открытой стапельной площадке (в силу нарушений в технологии или из-за ошибок персонала). Последствия могут достигнуть 4 уровня по шкале ИНЕС, что означает «авария в пределах установки».

«Запроектные» аварии могут произойти в результате грубейших ошибок персонала, диверсий, падения самолета и т.п. При максимальной «запроектной» аварии (пожар при утилизации корабля на стапельной площадке или возникновение самопроизвольной цепной ядерной реакции при нахождении корабля на акватории завода) последствия, в принципе, могут быть опасными для окружающей среды — это 5 уровень по шкале ИНЕС. Напомним, что чернобыльская авария отнесена к максимальному 7 уровню шкалы (см. стр. 21)

Другие проблемы

Надводные атомные корабли. Как и на подводных лодках, атомные реакторы на надводных кораблях расположены в отдельном реакторном отсеке. Для предотвращения выхода радиоактивных веществ в помещения корабля и в окружающую среду предусмотрены, как и на АПЛ, специальные защитные барьеры. Проблемы с утилизацией таких кораблей аналогичны тем, что приходится решать при утилизации АПЛ.

Суда атомного технологического обслуживания используются при загрузке АПЛ и надводных кораблей свежим ядерным топливом и для приема отработавшего топлива и жидких РАО. Всего в России выведено из эксплуатации и подлежит утилизации 41 судно техобслуживания. Эти суда подлежат утилизации по индивидуальным проектам и технологиям, утверждаемым совместным решением органов государственного управления и регулирования безопасности.

Например, плавтехбаза «Лепсе» эксплуатируется уже более 40 лет, последние 20 лет ее используют только как хранилище облученного ядерного топлива и радиоактивных отходов. Длительное хранение привело к коррозии металла, поэтому здесь неприменимы обычные технологии извлечения из хранилища тепловыделяющих сборок с отработавшим топливом. Стоимость утилизации «Лепсе» оценивается в 30 млн евро.

В 2003 году начала действовать международная программа по комплексной утилизации «Лепсе». Финансирование взяли на себя страны Европейского сообщества и Северной экологической финансовой корпорации. Работы по выгрузке ОЯТ будут вести французские, английские и российские специалисты. Полная утилизация плавбазы займет 3–4 года.

Обращение с РАО и ОЯТ. Долгое время проблеме обращения с ОЯТ и РАО уделялось недостаточное внимание. В результате эксплуатации и утилизации атомных кораблей на береговых базах и судах техобслуживания скопилось большое количество ОЯТ, а также жидких и твердых РАО. Ряд хранилищ береговых технических баз находится в состоянии, которое не в полной мере отвечает требованиям обеспечения ядерной и радиационной безопасности.

На базах зачастую отсутствуют технические барьеры безопасности, которые есть в АПЛ (корпусные конструкции реакторной установки, реакторного отсека, прочный корпус корабля). Поэтому объемы хранения ОЯТ и РАО на бывших базах флота наиболее уязвимы в отношении потенциальных угроз техногенного, природного или террористического характера.

Активные усилия по решению этих проблем начали предприниматься Минатомом России в рамках работ по утилизации АПЛ. В частности, для решения проблем с РАО было сделано следующее:

- ▶ введены в эксплуатацию стационарные комплексы переработки ЖРО и ТРО на заводе «Звездочка» (г. Северодвинск) за счет средств программы США «Совместное уменьшение угрозы»;
- ▶ проведена модернизация установки для переработки ЖРО на РТП «Атомфлот» (г. Мурманск) за счет средств России, Норвегии и США;
- ▶ в Мурманской области введена в эксплуатацию мобильная установка переработки ЖРО;
- ▶ в 2004 году начал работу первый пункт по переработке лодочных ТРО на судоремонтном заводе в городе Полярный за счет средств программы сотрудничества в военной области АМЕС (Россия, США, Норвегия).

Базы северного флота:

- 1 — Губа Западная Лица,
- 2 — Губа Оленья и Сайда-Губа;
- 3 — Ара-губа,
- 4 — Пала-губа,
- 6 — Йоканьга.

Места отстоя и утилизации выведенных из эксплуатации кораблей ВМФ и судов с ЯЭУ:

- 4 — Полярный,
- 6 — Йоканьга,
- 7 — Мурманск (РТП «Атомфлот»),
- 8 — Северодвинск.

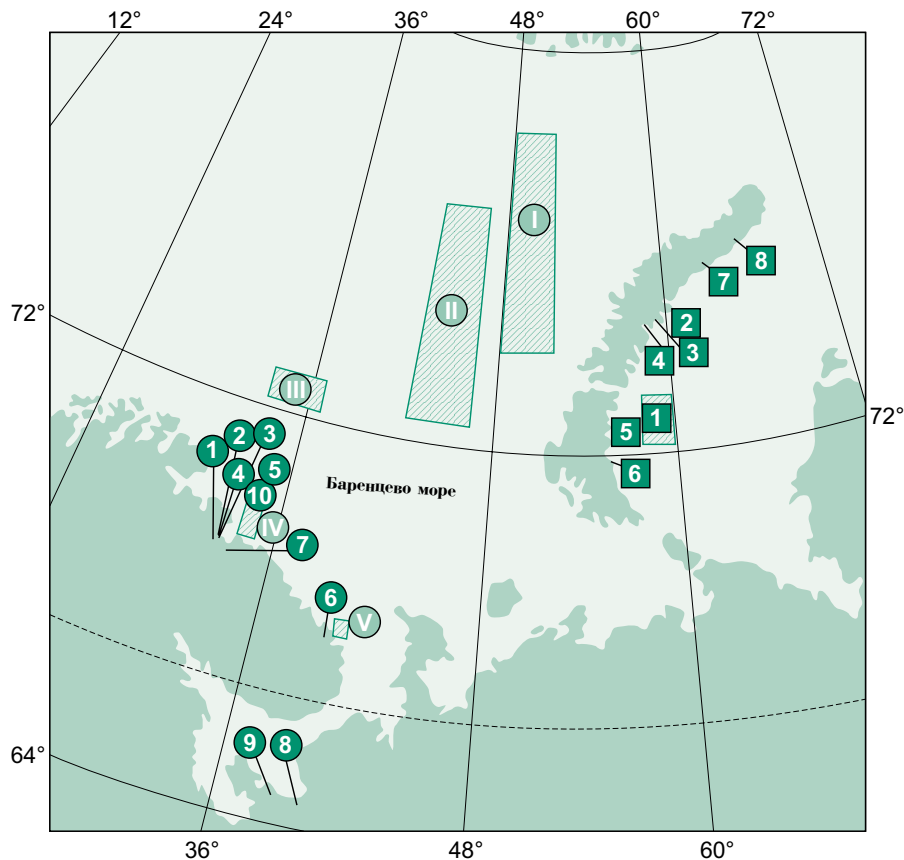
Места временного хранения отработавшего ядерного топлива (ОЯТ):

- 1 — Губа Западная Лица,
- 2 — плавбаза ВМФ по перезарядке реакторов АПЛ,
- 6 — Йоканьга,
- 7 — плавбазы «Имандра», «Лепсе», «Лотта».

Судостроительные и судоремонтные заводы:

- 4 — Полярный (СРЗ ВМФ) и Вьюжный (СРЗ «Нерпа»),
- 8 — Северодвинск (ПО «Севмаш-предприятие», ПО «Север»).

I—V — районы сброса ЖРО



Расположение основных источников РАО (●) и районы их захоронения (■) в северных морях

Довгуша В., Тихонов М. Радионуклиды в пространстве Северо-Западного региона. // Инф. бюлл. ЦНИИАтоминформ, 2002.

Другие проблемы

С введением в эксплуатацию перечисленных комплексов и установок все ЖРО, образующиеся при утилизации атомных кораблей и судов, перерабатываются и кондиционируются. Общее количество ранее накопленных отходов постепенно уменьшается, исключено дальнейшее накопление лодочных ТРО. Однако вопросы обращения с радиоактивными отходами не потеряли свою остроту. Для перевода в безопасное состояние ТРО низкой и средней активности, накопленных на судоремонтных заводах, а также на БТБ, необходимо создать региональные центры по переработке и длительному хранению кондиционированных отходов.

Для решения проблем обращения с ОЯТ за последние годы сделано следующее:

- ▶ введен в эксплуатацию береговой комплекс выгрузки ОЯТ из реакторов АПЛ на заводе «Звездочка» за счет средств программы США «Совместное уменьшение угрозы»;
- ▶ внедрена технология «сухого» временного контейнерного хранения ОЯТ. Для этого созданы новые металлобетонные контейнеры для хранения и транспортирования ОЯТ, построена площадка для их временного хранения. На РТП «Атомфлот» сдана в эксплуатацию площадка перевалки контейнеров с ОЯТ, созданная за счет средств программы АМЕС;

▶ для ускорения темпов вывоза ОЯТ на ПО «Маяк» за счет средств Норвегии и США построены и введены в эксплуатацию два эшелона из специальных вагонов для перевозки контейнеров с ОЯТ.

Все работы по реабилитации объектов хранения РАО и ОЯТ в регионе с 2000 года ведет созданное Минатомом России новое предприятие — ФГУП «СевРАО» (г. Мурманск). В 2001 году им начаты работы по восстановлению систем физической защиты и снижению экологической опасности ядерно- и радиационно опасных объектов на двух бывших береговых базах ВМФ (губа Андреева и пункт Гремиха). Например, в 2003 году проведено детальное радиационное обследование территории, кроме того, фрагментированы, собраны с открытых площадок, упакованы и помещены в хранилище крупногабаритные ТРО и т.д.

В результате удалось несколько улучшить радиационно-экологическую обстановку на указанных объектах. В ближайших планах «СевРАО» — восстановление инфраструктуры, обеспечивающей безопасные условия работы персонала, комплексное инженерно-радиационное обследование зданий, сооружений и территории с целью последующего выбора оптимального и безопасного варианта их реабилитации, создание необходимых технических средств и т.д.

Программы международного сотрудничества

Россия активно участвует в международной системе соглашений, договоров и конвенций, как по общим вопросам обеспечения ядерной, радиационной и экологической безопасности при использовании атомной энергии, так и по вопросам, напрямую касающихся проблем утилизации и реабилитации радиационно опасных объектов, выводимых из состава ВМФ и атомного гражданского флота. Сотрудничество в этой области началось в 1991 г. В рамках американо-российской программы по ядерному нераспространению ВМФ получил целевым образом 2,3 млрд долларов США на разделку стратегических АПЛ. Значительную финансовую и техническую помощь в сокращении АПЛ с ядерным оружием оказали также правительства Великобритании и Норвегии.

Сегодня северные страны больше обеспокоены проблемами экологической безопасности, которые были порождены массовым выводом из эксплуатации кораблей российского атомного флота. Зарубежные страны инвестируют средства в обеспечение безопасности при утилизации АПЛ, при обращении с РАО и ОЯТ и при эксплуатации Кольской АЭС. В течение 5 последних лет Норвегия, США, Германия, Финляндия, Великобритания, Франция и Канада

оказывают техническую помощь предприятиям ядерного комплекса в Мурманской и Архангельской областях в рамках двусторонних или многосторонних соглашений на межправительственном уровне.

В июне 2002 г. на саммите «Большой восьмерки» было достигнуто соглашение о реализации Программы Глобального партнерства против распространения оружия и материалов массового уничтожения. Программа общим объемом до 20 млрд долл. рассчитана на 10 лет. Одно из направлений программы — утилизация АПЛ. До 2020 г. России предстоит утилизировать около 200 АПЛ, в том числе, находящихся в базах на Кольском полуострове.

Чтобы создать благоприятные условия для зарубежных инвестиций в радиационно-экологические проекты, необходимо законодательное обеспечение благоприятного правового и таможенного режимов. В 2004 г. Россией было ратифицировано Соглашение о многосторонней ядерно-экологической программе в России, которое нацелено на решение правовых вопросов реализации программ международного сотрудничества в этой сфере. Это соглашение наиболее значимо для организации практических работ в Северо-Западном регионе.

В 2000 г. начала действовать программа «Экологическое партнерство северного измерения» (NDEP). Для этой программы ядерно-экологические проблемы являются наиболее приоритетными. На их решение направлено 2/3 средств фонда NDEP. При этом Россия не только получает финансовую помощь от фонда, но и сама вкладывает в него средства.

Первым шагом на этом пути стала разработка стратегического плана, в котором определена общая картина работы с четким указанием для каждого конкретного предлагаемого проекта того, что уже сделано и что предстоит сделать.

Разработка этого плана началась в 2004 году. Для получения наиболее объективной картины Федеральное агентство по атомной энергии (Росатом) привлекло к работе трех исполнителей от разных ведомств: институты НИКИЭТ от Росатома и ИБРАЭ от Академии наук и независимый научный центр «Курчатовский институт». Такой план необходим России для принятия стратегических решений в области обращения с ОЯТ и РАО.

Единая государственная система

Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) была создана в 1994 г. для объединения сил и средств органов власти различных уровней и организаций, уполномоченных заниматься вопросами защиты населения и территорий. В структуре РСЧС две подсистемы — территориальная и функциональная.

В территориальной подсистеме — пять уровней: федеральный, региональный, территориальный, местный и объектовый. На каждом уровне организацией противоаварийных работ занимается соответствующая комиссия по чрезвычайным ситуациям (КЧС).

Функциональные подсистемы РСЧС есть в профильных министерствах и ведомствах. Их задача — наблюдение и контроль за состоянием окружающей среды и обстановкой на потенциально опасных объектах, защита персонала и населения. В случае катастрофы, затрагивающей несколько регионов или соседние страны, при

Правительстве РФ начинает действовать Межведомственная КЧС.

Организацию и руководство деятельностью РСЧС осуществляет Министерство по чрезвычайным ситуациям России (МЧС).

Для повседневного управления аварийными силами и средствами в МЧС создан Центр управления кризисными ситуациями. Основные службы Центра осуществляют круглосуточное дежурство и организуют немедленное реагирование на ЧС. Оперативная дежурная смена может одновременно вести сбор информации по 2–3 чрезвычайным ситуациям федерального или регионального уровня.

При ЧС на объектах атомной отрасли (или при перевозке радиоактивных веществ) меры по ее ликвидации и защите персонала предпринимаются силами отраслевой системы аварийного реагирования (ОСЧС) Федерального агентства по атомной энергии. Все защитные мероприятия за пределами санитарно-защитной зоны предприятия — прерогатива РСЧС.

Кому звонить в Москве в случае ЧС?

Министерство по чрезвычайным ситуациям Российской Федерации www.mchs.gov.ru	Справочная	(095) 926-3901 info@mchs.gov.ru
	Управление информации и связи с общественностью	(095) 926-3500; (095) 926-3509; (095) 926-3940; (095) 923-5745 (факс)

Территориальная подсистема

Северо-Западный региональный центр по делам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций находится в Санкт-Петербурге. На областном уровне работу территориальных подсистем в случае ЧС координирует областная КЧС, а повседневной деятельностью занимается областное Главное управление по делам ГО и ЧС (ГУ ГО и ЧС).

Возможные варианты экстренных действий всех служб известны заранее, они разработаны специалистами ГУ ГО и ЧС и находятся в распоряжении председателя и членов КЧС. В зависимости от конкретных обстоятельств задействуется тот или иной вариант. Планы предупреждения ЧС и защиты населения согласовываются с территориальными органами Госатомнадзора, Госгортехнадзора, Санэпиднадзора и другими управлениями, службами администрации области и уполномоченных ведомств функциональной подсистемы.

Главное управление в Архангельской области имеет в своем составе структурные подразделения (филиалы) — управления по делам ГО и ЧС городов Архангельска, Котласа, Новодвинска, Северодвинска, Коряжмы.

Текущую работу областной подсистемы РСЧС в Мурманской области иллюстрирует следующий

пример. В 2003 г. утвержден перечень опасных производств, находящихся на территории области, которые подлежат декларированию безопасности. В перечень включены объекты ОАО «Апатит», ЗАО «Беломорская нефтебаза», ОАО «Кольская ГМК», расположенные в городах Кировске, Апатитах, Мончегорске, а также Печенгском районе.

Главам администраций городов и районов области рекомендовано систематически рассматривать ход декларирования безопасности внесенных в перечень объектов на заседаниях КЧС и принимать необходимые решения для совершенствования проводимой работы и неукоснительного соблюдения сроков разработки деклараций безопасности. Уполномоченным органам рекомендовано выдавать лицензию на эксплуатацию опасного производственного объекта только при наличии соответствующей декларации, оформленной в соответствии с нормативными актами. Контролировать соблюдение сроков разработки деклараций поручено соответствующим областным управлениям (ГУ ГО и ЧС, Госгортехнадзор, Госэнергонадзор и Управление по природным ресурсам и охране окружающей среды).

Кому звонить в случае ЧС?

ГУ ГО и ЧС Архангельской области	Приемная	(8182) 651-494 (факс)	163000, Архангельск, ул. Свободы, 27
	Оперативный дежурный	(8182) 646-001	
	Начальник ГО и ЧС по Архангельску	(8182) 205-467	

Кольская АЭС

Аварийным планом АЭС предусмотрен четкий порядок объявления состояний «Аварийная готовность» и «Аварийная обстановка» и введения в действие «Плана мероприятий по защите персонала Кольской АЭС». Важнейший элемент действий в этих состояниях — быстрое оповещение. Согласно распорядку, начальник смены станции, получив сообщение о возможном возникновении радиационно опасной ситуации или аварии, докладывает:

- дежурному диспетчеру концерна «Росэнергоатом»,
- в управление ГО и ЧС г. Полярные Зори,
- в ГУ по делам ГО и ЧС Мурманской области,
- СКЦ Росатома.

Администрацией полярно-зоринского района разработан план защиты населения г. Полярные Зори и других населенных пунктов в пределах 30-км зоны АЭС. Планы мероприятий по защите персонала и населения взаимосвязаны в части своевременного оповещения об угрозе (факте) аварии, объема и периодичности передачи текущей информации, координации действий и взаимопомощи в реализации предусмотренных мероприятий.

Оповещение жителей города Полярные Зори обеспечивают 10 громкоговорителей и 3 электрические сирены. Информация об аварийной ситуации передается по радиотрансляционной сети и кабельному телевидению. Жители поселков оповещаются по линиям радиотрансляции. Информация об аварии передается также руководителям предприятий по телефону.

Население города в случае аварии укрывается в имеющихся защитных сооружениях, приспособленных под укрытия подвальных помещений, в жилых и служебных помещениях. Планом защиты обеспечены выход и подача автотранспорта в город с учетом одновременного вывоза всего населения.

Руководство концерна «Росэнергоатом», управляющее всеми российскими АЭС, объявляет о немедленном сборе группы оказания оперативной помощи атомным станциям (ОПАС) в кризисном центре концерна в Москве. В группу ОПАС в реальном режиме времени поступают основные технологические и радиационные параметры всех датчиков АЭС, по которым можно оценить состояние безопасности любого энергоблока. Эксперты в Москве в Кризисном Центре концерна «Росэнергоатом» могут в любой момент провести видеоконференцию с аварийным центром станции для уточнения ситуации и выработки контрмер.

Если группа ОПАС решает подключить к операции один из региональных специальных аварийно-технических центров Росатома, то вся имеющаяся там спецтехника (роботы, специальная инженерная техника, средства защиты и т.п.) сразу выдвигается на место аварии. По прибытии персонал аварийно-технического центра готов работать «с колес». По тревоге могут быть подняты также дислоцированные в регионе инженерные войска и подразделения радиационной и химической защиты Минобороны. При необходимости группа ОПАС вылетает на место аварии и может принять на себя оперативное руководство действиями всех сил и подразделений в случае некомпетентных действий руководителя аварийных работ.

Слаженность действий всех подразделений и служб отрабатывается в ходе регулярных учений и тренировок. Например, последняя противоаварийная тренировка на Кольской АЭС проводилась концерном «Росэнергоатом» в октябре 2003 г., следующая запланирована на лето 2004 г., а в сентябре концерн планирует комплексную проверку Кольской АЭС.

Береговые объекты атомного флота

Аналогичные противоаварийные учения проводятся и на других объектах ядерного комплекса, включая предприятия атомного судостроения.

Первые на Северном флоте крупномасштабные учения по ликвидации последствий ядерной и радиационной аварии прошли в феврале 2000 г. Вместе с моряками в них приняли участие и представители Мурманского областного управления по ГО и ЧС, главы администраций закрытых административно-территориальных образований (ЗАТО). По сценарию учения силы флота должны были ликвидировать последствия аварии на тяжелом атомном ракетном крейсере «Петр Великий». В обстановке, максимально приближенной к реальной, этим занимались специалисты аварийно-спасательной, медицинской, химической служб флота, службы радиационной безопасности. В Североморске были развернуты пункты дезактивации, оказания помощи и эвакуации. Главной задачей была отработка полного взаимодействия между силами флота, структурами МЧС и местными властями на случай серьезной техногенной аварии.

В сентябре 2001 года проведены комплексные учения по отработке взаимодействия сил флота и гражданской обороны на случай возникновения нештатной ситуации во время нахождения в доке атомохода «Курск». Они прошли на территории ЗАТО Североморск, куда входит и поселок Росляково — место нахождения плавучего дока.

В этих учениях отрабатывалось оповещение населения. Были задействованы электросирены, уличные громкоговорители, а также мегафоны, установленные на милицейских машинах. Оперативную информацию передавало радио «Североморск», телевидение Северного флота и кабельное телевидение поселка Росляково.

Вероятность аварии на «Курске» была пренебрежимо мала, так как никаких работ с реактором в доке не планировалось. Тем не менее был разработан план временного отселения жителей из Росляково. Около 11 тысяч обитателей поселка в случае возникновения ЧС должны быть вывезены автобусами в безопасные районы.

Последние учения в Северодвинске прошли в мае 2003 г. По вводной учений, на одной из атомных подводных лодок, ошвартованных у причала машиностроительного предприятия «Звездочка», произошел выброс радиоактивных веществ и возникла угроза радиоактивного загрязнения Северодвинска. Учения начались с включения сирен на предприятиях и улицах города и передачи предупреждения по городской радиотрансляционной проводной сети. Комиссия из представителей муниципалитета и городского управления по делам ГО и ЧС наблюдала за слаженными действиями участников учений и отметила, что все было сделано грамотно, по графику и штатному расписанию.

Кому звонить в случае ЧС?

ГУ ГО и ЧС Мурманской области	Приемная	(8152) 454-828 (8152) 453-659 (факс)	183025, Мурманск, ул. К. Буркова, 4
	Оперативный дежурный	(8152) 473-906 (8152) 455-090	

Отраслевая система Росатома

Создание эффективной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на всех ядерно-опасных предприятиях — один из главных уроков Чернобыля.

В случае возникновения аварийной ситуации на предприятиях ядерного комплекса, а также при перевозках ядерных материалов и радиоактивных веществ к проведению экстренных мероприятий незамедлительно подключается управление ядерной и радиационной безопасности Росатома. Его задача — мобилизация сил и средств ОСЧС.

В составе ОСЧС пять региональных аварийно-технических центров, оснащенных по последнему слову науки и техники и укомплектованных профессиональными кадрами спасателей. Один из таких центров находится на Урале в г. Снежинске. В работах на аварийном объекте Росатом может задействовать более 300 аттестованных профессионалов-спасателей, подготовленных к условиям радиационных аварий, и до 80 тысяч профессионалов-атомщиков.

Для оперативного решения вопросов, возникающих в кризисных ситуациях, в Росатоме был создан Ситуационно-кризисный центр (СКЦ). В этот центр поступает вся информация по отраслевым системам АСКРО. Кроме того, центр имеет связь (в т.ч. Космическую) со всеми объектами отрасли и круглосуточно получает информацию по всем штатным, нештатным и аварийным ситуациям. В случае возникновения аварии оперативно-диспетчерская служба СКЦ оповещает руководство и соответствующие отраслевые службы и обеспечивает их оперативной информацией для принятия решений.

Роль местных органов власти

В соответствии с федеральными законами о радиационной безопасности населения и о защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в обязанности местных властей входит:

до аварии:

- создание постоянно действующих органов управления, специально уполномоченных на решение задач в области защиты населения;
- обучение населения способам защиты и действиям в этих ситуациях;
- подготовка и содержание в готовности необходимых сил и средств;
- создание резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- экономическое стимулирование деятельности физических и юридических лиц по обеспечению радиационной безопасности.

во время аварии:

- принятие решений и организация эвакуационных мероприятий;
- организация и проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ, а также поддержка общественного порядка при их проведении;
- своевременное оповещение и информирование населения об угрозе возникновения или о возникновении чрезвычайных ситуаций;
- содействие устойчивому функционированию организаций в чрезвычайных ситуациях.

после аварии:

- контроль радиационной обстановки на соответствующей территории и учет доз облучения населения;

- введение особых режимов проживания населения в зонах радиоактивного загрязнения;
- реализация мероприятий по ликвидации последствий аварии на соответствующей территории;
- контроль предоставления помощи населению, подвергшемуся облучению;
- установление порядка компенсаций за причиненный вред здоровью граждан и имущественные убытки.

Задача местных властей, пожалуй, самая сложная — именно они принимают решения, основываясь на тех мерах защиты, которые предлагают специалисты.

Специалисты прогнозируют развитие радиационной ситуации, оценивают дозовые нагрузки на население и готовят рекомендации по мерам защиты. Местное руководство принимает решение, учитывая не только мнение экспертов, но и множество привходящих обстоятельств, включая интересы конкретных людей. Для них важным моментом является не столько сам риск, сколько его восприятие людьми, поэтому далеко не всегда решения местных властей соответствуют научно-обоснованным рекомендациям специалистов.

Решение о мерах защиты населения проводится на основании сравнения прогнозируемой дозы и аварийных уровней вмешательства. Уровни вмешательства определены таким образом, чтобы предотвратить любые клинические эффекты облучения. Поэтому ни в одной из аварийных ситуаций на объектах ядерного комплекса, включая Чернобыль, не было случаев острой лучевой болезни у населения.

Эвакуация применяется, когда прогнозируемые дозы приближаются к уровню клинических эффектов (от 50–500 мЗв за первые 10 суток). Если

дозы выше 500 мЗв — эвакуация безусловно обязательна, если меньше — специалисты делают прогноз на более отдаленный период (месяц, год). Если за первый месяц дозы превышают 30 мЗв, проводят временное отселение, для окончания временного отселения установлен уровень 10 мЗв в месяц.

Укрытие применяется на срок не более 1–2 суток в непосредственной близости к месту аварии, если ожидаемая за первые 10 суток доза лежит в диапазоне от 5 до 50 мЗв. Использование защитных свойств зданий и сооружений в период наибольшей интенсивности облучения (в первые часы после аварии, когда радиоактивное облако оказывается над населенным пунктом) позволяет многократно снизить вероятность развития у жителей радиогенных раковых заболеваний.

Время приема таблеток стабильного йода	Фактор защиты
Во время ингаляции	В 90 раз
2 часа после ингаляции	В 10 раз
6 часов после ингаляции	В 2 раза

Йодная профилактика. В аварийном выбросе АЭС, как правило, содержится значительное количество радиоактивного йода-131. Попадая в организм человека через незащищенные органы дыхания или с пищей, он накапливается в щитовидной железе и негативно влияет на ее функцию. Наиболее эффективным методом защиты является прием внутрь лекарственных препаратов стабильного йода — йодистого калия в таблетках или порошках (йодная профилактика). Максимальный защитный эффект достигается

при заблаговременном или одновременном с поступлением радиоактивного йода приеме стабильного йода. Йодная профилактика снижает дозы облучения щитовидной железы в несколько раз, тем самым уменьшая риск развития патологии щитовидной железы.

Радиойод опасен при авариях на действующем ядерном реакторе. «Йодная опасность» существенно снижается, когда реактор выведен из рабочего состояния.

В первые дни после аварии уровни радиоактивности в окружающей среде снижаются очень быстро, в основном за счет распада короткоживущих радиоизотопов. Соответственно, основное облучение населения приходится на первые дни, поэтому решения о проведении защитных мер должны приниматься быстро и реализовываться оперативно. Любое запаздывание с укрытием, эвакуацией или йодной профилактикой на ранних сроках порождает массу проблем в дальнейшем, в том числе и социальных.

Очевидно, меры радиационной защиты приводят к нарушению нормальной жизни людей, изменяется привычный ход вещей, хозяйственное и социальное функционирование территории. Вмешательство влечет за собой не только экономические потери, но и психологический стресс, который может неблагоприятно сказаться на здоровье населения. Ос-

новной принцип радиационной защиты состоит в том, что уменьшение ущерба в результате снижения дозы должно быть достаточным, чтобы оправдать вред и стоимость вмешательства, включая его социальную стоимость.

В каких же случаях вред от вмешательства больше пользы от защитных мер? Такие условия четко определены нормами радиационной безопасности (НРБ-99). На случай крупной радиационной аварии определены два вида уровней вмешательства — уровень А и уровень Б. При дозовых нагрузках выше уровня Б защитные меры безусловно оправданы, при дозах ниже уровня А они принесут больше вреда, чем пользы.

В тех случаях, когда оцениваемые дозы находятся между уровнями А и Б, решение о выполнении мер защиты должно приниматься с учетом конкретной обстановки и местных условий так, чтобы чистая польза от снижения дозы максимально превышала ущерб от вмешательства. Простой пример: оцениваемые дозы чуть выше уровня А для эвакуации, а метеоусловия крайне неблагоприятны (сильный мороз). Ответственный за принятие решения должен сопоставить прогнозируемые радиационные риски и ожидаемый ущерб от эвакуации, в том числе количество простуженных, заболевших воспалением легких и т.д. Наверное, в этой ситуации правильным решением будет не эвакуация, а строгое соблюдение режима укрытия.

Практика противоаварийных учений показывает, что в ситуации, когда прогнозируемые дозы попадают в «вилку» между уровнями А и Б, руководители местной администрации склонны принимать избыточные с радиологической точки зрения решения. Такие, например, как переселение людей со слабо загрязненных территорий спустя значительное время после аварии. В этих случаях огромные средства расходуются на снижение незначительного риска. Максимальный защитный эффект дают меры, применяемые в ранние сроки после аварии. Своевременное укрытие населения и проведение йодной профилактики позволяют предотвратить высокие коллективные дозы при значительно меньших затратах.

Компетентность местных властей в этих вопросах значительно повышается в ходе противоаварийных учений и тренировок. При организации отраслевых учений на объектах Росатома местные власти являются соруководителями учений и в этом статусе имеют возможность максимально использовать выделенные государством ресурсы на развитие территориальной системы радиационной безопасности.

Таким образом, одним из важнейших условий реализации закрепленных законом прав граждан на защиту жизни, здоровья и личного имущества в случае тяжелой аварии на объектах ядерного комплекса является заинтересованное отношение местного руководства к противоаварийной деятельности, проводимой на предприятиях Росатома.

Способы защиты при радиационной аварии

- ☑ *Укрытие в защитных сооружениях или зданиях с немедленной герметизацией окон, дверей, вентиляционных отверстий и т. п.;*
- ☑ *Использование индивидуальных средств защиты (респираторов, противогазов, защитной одежды, обуви и т. д.);*
- ☑ *Использование противорадиационных препаратов;*
- ☑ *Исключение из употребления загрязненных продуктов и воды;*
- ☑ *Эвакуация с загрязненных территорий;*
- ☑ *Ограничение доступа на загрязненную территорию;*
- ☑ *Санитарная обработка людей, дезактивация одежды, техники и т.д.*

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	
ФАКТОРЫ ТЕХНОГЕНОГО РИСКА	
Экологический портрет региона	4
Среда обитания и здоровье	7
Приоритеты в снижении рисков	8
Радиационные и химические риски	9
ЗОНЫ ВЫСОКОГО ТЕХНОГЕННОГО РИСКА	
Промышленные центры	10
Арктические моря	14
Полигон на Новой Земле	15
Места мирных ядерных взрывов	16
Сравнение рисков от разных факторов	16
СОСТОЯНИЕ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	
Кольская АЭС	18
Радиационный мониторинг	22
Комплексная утилизация АПЛ	24
Другие проблемы.	28
Программы международного сотрудничества	31
АВАРИЙНОЕ РЕАГИРОВАНИЕ	
Единая государственная система	32
Территориальная подсистема	33
Кольская АЭС	34
Береговые объекты атомного флота	35
Отраслевая система Росатома	36
Роль местных органов власти.	36

Издательство «Комтехпринт», Москва
Лицензия ИД №02508 от 31.07.2002
Отпечатано с готовых диапозитивов ООО «Инфолио-Принт»
Лицензия ПД №01144 от 06.07.2001
Формат 226×204. Гарнитура «Vodopri». Печать офсетная
Уч.-изд. л. 2,4. Усл. печ. л. 2,2. Тираж 500