

**РИСК И БЕЗОПАСНОСТЬ**



# **ДАЛЬНИЙ ВОСТОК**



**АТОМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
И СРЕДА ОБИТАНИЯ**

Риск и безопасность

# Дальний Восток

Атомные технологии  
и среда обитания

Москва  
2008

УДК 621.039:58

**Дальний Восток. Атомные технологии и среда обитания.** — М.: Изд. «Комтех-принт». 2008. 72 с.

Редакционный совет серии «Риск и безопасность» (ИБРАЭ РАН): академик РАН Саркисов А.А., член-корр. РАН Большов Л.А., профессор Арутюнян Р.В., д.т.н. Линге И.И.

Авторский коллектив (ИБРАЭ РАН): к.ф.-м.н. Мелихова Е.М. (руководитель), к.э.н. Абалкина И.Л., д.т.н. Антипов С.В., Воробьева Л.М., д.т.н. Высоцкий В.Л., к.ф.-м.н. Киселев В.П., к.ф.-м.н. Осипьянц И.А., Панченко С.В., д.б.н. Хандогина Е.К.

Рецензенты: Веселов И.А. — заместитель директора Департамента предупреждения чрезвычайных ситуаций МЧС России, Агапов А.М. — руководитель Департамента ядерной и радиационной безопасности, организации лицензионной и разрешительной деятельности Госкорпорации «Росатом».

Брошюра адресована широкому кругу специалистов в области экологической и радиационной безопасности, лицам, принимающим решения по вопросам природоохранной деятельности, защиты населения и территорий при радиационных авариях, общественным экологическим организациям, студентам вузов, а также всем, кто интересуется проблемами устойчивого развития российского Дальнего Востока.

Издание подготовлено в ИБРАЭ РАН по инициативе Министерства энергетики США и МЧС России в рамках деятельности Рабочей группы по предупреждению, готовности и реагированию на чрезвычайные ситуации международного Арктического Совета.

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.

© ИБРАЭ РАН, 2008

© «Комтехпринт», 2008 (оформление)

## Оглавление

Введение . . . . .	5
Атомные технологии на Дальнем Востоке . . . . .	8
Атомный флот . . . . .	9
Билибинская АЭС . . . . .	22
Радиоизотопные термоэлектрические генераторы. . . . .	25
Сравнение рисков . . . . .	27
Обеспечение радиационной безопасности . . . . .	40
Комплексная утилизация АПЛ . . . . .	41
Обращение с ОЯТ и РАО . . . . .	47
Программы международного сотрудничества . . . . .	48
Билибинская АЭС . . . . .	50
Организация аварийного реагирования. . . . .	60
Территориальная подсистема ДВФО . . . . .	61
Краевая подсистема РСЧС по Приморскому краю . . . . .	62
Роль местных органов власти. . . . .	67
Список сокращений . . . . .	71
Рекомендуемая литература . . . . .	72

# Российская Федерация

## ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ





## ВВЕДЕНИЕ

Дальний Восток — географически самая восточная часть страны, куда входят Приморский, Хабаровский и Камчатский края, Амурская, Магаданская и Сахалинская области, Чукотский автономный округ, Еврейская автономная область. Дальневосточный федеральный округ (ДФО), как административная единица Российской Федерации, включают также и Республику Саха (Якутия). Отличительные особенности Дальневосточного региона — большая протяженность (почти 40% территории России) и значительная удаленность от основных промышленных центров страны.

Дальневосточный Федеральный округ занимает территорию в 6,2 млн. км<sup>2</sup> и протянулся с севера на юг на пять с лишним тысяч километров. На юге проходят сухопутные границы России с КНДР, Монголией и Китаем, на юге и востоке — морские границы с Японией, КНДР, США и Канадой. На Дальнем Востоке проживает около 7 млн. человек. Разнообразие природно-климатических условий — от полярного резко континентального климата на севере до муссонного на юго-востоке региона — обусловило неравномерность заселения и освоения территорий. В полярных районах плотность населения крайне низка (0,1 чел./км<sup>2</sup>), тогда как на юге Приморского и Хабаровского краев этот показатель доходит до 14 чел./км<sup>2</sup>.

Регион богат разнообразными полезными ископаемыми, здесь есть оловянные, вольфрамовые и свинцово-цинковые руды, большие запасы железных руд, месторождения алмазов. Дальний Восток — один из важнейших золотоносных районов России. Собственные энергоресурсы включают залежи угля, месторождения нефти и газа. Реки концентрируют в себе значительные запасы гидроэнергии, богаты ценными породами рыб. Огромен потенциал использования ресурсов Мирового океана.

Осваивая Дальний Восток, российское государство всегда стремилось сохранить контроль над важнейшими стратегическими запасами сырья и включиться в систему международного разделения труда в Азиатско-Тихоокеанском регионе, обеспечив себе тем самым военно-политическое и экономическое влияние в бассейне Тихого океана.

Первоначально носившая чисто военный характер экспансия Российской империи на восток к концу XIX века стала переходить в промышленное развитие региона. Государст-

венная поддержка строительства железных дорог дала толчок росту предпринимательской активности. Благодаря притоку капиталов, переселенцев и рабочих активизировалось морское и речное судоходство, торговля. Началась промышленная добыча угля, появились первые электростанции в Приморье. После гражданской войны и интервенции Советская власть взялась за восстановление разрушенного хозяйства и за социалистические преобразования. В 1930-е годы на Дальний Восток начинают поступать существенные капиталовложения для проведения форсированной индустриализации. Для полнейшего вовлечения природных ресурсов в производственный процесс в 1932 году был открыт Дальневосточный филиал Всесоюзной академии наук. Но вооруженное столкновение с Японией в районе озера Хасан в 1938 году, а затем и Великая отечественная война надолго прерывают промышленное строительство. Оно возобновляется только в 50-70-е годы, когда в регионе появляются крупные индустриальные предприятия металлургической, нефтехимической, угольной, деревообрабатывающей отраслей. Значительно укрупняются города и сельскохозяйственные поселения. Укрепляется научный потенциал, создается сеть научно-исследовательских институтов.

В 60-е годы на Дальний Восток пришли атомные технологии. Во время «холодной войны» на Тихоокеанском побережье была размещена ударная группировка советских атомных подводных лодок (АПЛ), появились базы технологического обслуживания, судоремонтные заводы и т.д. Нашлось применение и «мирному атому». Для энергопитания маяков в труднодоступных районах вдоль береговой линии начали устанавливать радиоизотопные термоэлектрические генераторы (РИТЭГи). В начале 70-х для энергоснабжения горнорудных и золотодобывающих предприятий в районе поселка Билибино на Чукотке была построена Билибинская атомная станция. В перспективе планировалось также строительство Комсомольской (Дальневосточной) и Приморской АЭС. Однако эти планы не были реализованы.

В 2006 году Правительство приняло решение об ускоренном развитии атомного энергопромышленного комплекса России для обеспечения геополитических интересов и энергетической безопасности страны. На Дальнем Востоке до 2015 года новое строительство атомных станций не предусмотрено, хотя руководство Приморского края прямо высказалось за это. На Камчатке и Чукотке обсуждаются перспективы применения плавучих



атомных станций. И это не удивительно, поскольку надежность и экологичность атомных технологий подтверждены длительной эксплуатацией Билибинской АЭС и атомного флота.

Однако большинство дальневосточников не верят в безопасность мирного атома, особенно после аварий в бухте Чажма (Приморский край) в 1985 году и на Чернобыльской АЭС в 1986 году. В местных СМИ до настоящего времени продолжают появляться сообщения о радиоактивном загрязнении окружающей среды объектами Тихоокеанского флота. На Чукотке предметом повышенного внимания остаются бесхозные РИТЭГи. Насколько оправданы опасения общественности?

Чтобы ответить на этот вопрос, нужно посмотреть, есть ли опасность для населения от радиационного воздействия при нормальной эксплуатации атомных объектов, возможны ли в регионе крупные радиационные аварии, и готовы ли соответствующие организации и органы власти к эффективным действиям по защите населения в случае радиационных аварий.

Все эти вопросы рассматриваются в настоящей брошюре.

Оценка радиационного воздействия при нормальной эксплуатации атомных объектов и сравнение с другими техногенными факторами дается в первой части. Здесь авторы анализируют данные государственных надзорных и природоохранных служб и результаты национальных и международных экспедиций, изучавших радиоэкологические последствия деятельности российского атомного флота. Список первоисточников представлен в конце брошюры. Официальные данные о радиоэкологических последствиях деятельности флота читатель найдет в электронной версии «Белой книги-2000» на компакт-диске.

Что касается крупных радиационных аварий в регионе, теоретически такую возможность исключить нельзя. Поэтому вторая часть брошюры посвящена вопросам прогнозирования и предупреждения аварийных ситуаций на ядерно и радиационно опасных объектах. Последняя, третья часть рассказывает о системе аварийного реагирования и дает представление о том, кто отвечает за радиационную защиту населения, как производится оповещение, каковы экстренные меры и когда они необходимы.

Брошюра адресована широкому кругу специалистов в области экологической и радиационной безопасности, общественным экологическим организациям, студентам, а также всем, кто интересуется проблемами устойчивого развития российского Дальнего Востока.



## АТОМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

Ядерные энергетические установки используются на Дальнем Востоке почти полвека. Это — судовые реакторы на атомных подводных лодках (АПЛ) и энергетические реакторы на Билибинской атомной станции на Чукотке. Во времена СССР пункты базирования АПЛ были в Приморье, Хабаровском крае и на Камчатке, сегодня — только на Камчатке. Кроме того, вдоль побережий Сахалина, Курильских островов, Чукотки и в других местах расположено более сотни маяков и объектов с радиоизотопными термоэлектрическими генераторами (РИТЭГи).

В ядерных реакторах используются ядерные материалы (обогащенный уран), и при определенных условиях возможны аварии, сопровождающиеся развитием неконтролируемой цепной реакции (ядерная опасность). В ходе ядерных реакций также образуются радиоактивные химические элементы (радиационная опасность). Поэтому судовые реакторы АПЛ и энергетические реакторы АЭС являются одновременно и ядерно и радиационно опасными объектами. В РИТЭГах нет ядерных материалов, но есть радиоактивные вещества, соответственно РИТЭГи являются радиационно опасными объектами.





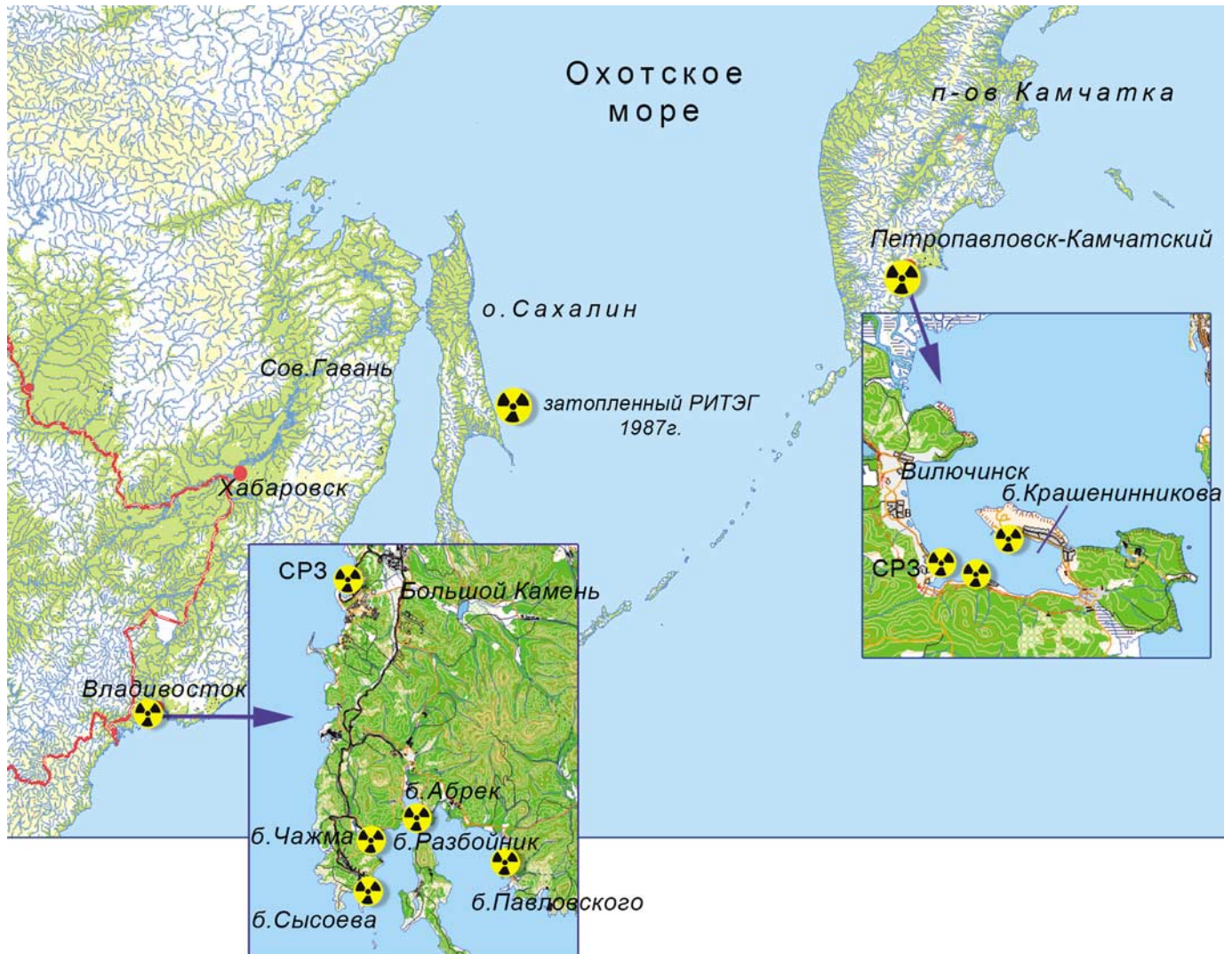
## Атомный флот

Внедрение атомной энергетики в военное кораблестроение началось в нашей стране в середине прошлого века. Первая атомная подводная лодка была спущена на воду в Белом море в июле 1958 года, а на Дальнем Востоке первый пуск реактора АПЛ состоялся в 1960 году. Всего для ВМФ СССР было построено беспрецедентно большое количество атомных лодок и надводных кораблей — к 90-ым годам их общее число составило около 250 единиц. Были созданы АПЛ четырех поколений. Параллельно создавалась сложная, разветвленная и специфическая инфраструктура, включавшая пункты базирования, береговые и плавучие технические базы, судоремонтные заводы, суда для сбора, хранения, переработки и транспортировки радиоактивных отходов (РАО).

По окончании гонки вооружений Советский Союз взял на себя обязательства по сокращению ядерного арсенала. Программы разоружения по времени совпали с окончанием сроков эксплуатации лодок первого и второго поколения (30-40 лет). Число выведенных из эксплуатации и ожидающих утилизации АПЛ начало стремительно расти. При этом с течением времени росла и вероятность возникновения аварийных ситуаций, в том числе с радиоэкологическими последствиями.

В связи с масштабностью, длительностью и технической сложностью работ утилизация АПЛ вошла в число приоритетных национальных задач. В 1995 году программе утилизации был придан президентский статус. Однако в тот момент тяжелое экономическое положение не позволило выделить необходимые ресурсы и должным образом организовать работу. Ситуация начала меняться в 1998 году, когда государственным заказчиком-координатором работ был назначен Минатом России (ныне Госкорпорация «Росатом»). Темп работ по разделке и утилизации списанных АПЛ существенно ускорился. Сегодня эти работы финансируются как за счет средств федерального бюджета и внебюджетных фондов (вовлечение в хозяйственный оборот получаемых при утилизации вторичных ресурсов и оборудования), так и в рамках программ международного сотрудничества.

## Атомные технологии на Дальнем Востоке





### *Ядерно и радиационно опасные объекты флота*

- ◆ Пункт базирования АПЛ:
  - бухта Крашенинникова на Камчатке.
- ◆ Места отстоя выведенных из эксплуатации подводных и надводных атомных кораблей и судов атомного технологического обслуживания:
  - в Приморском крае — бухты Павловского, Абрек и Разбойник,
  - на Камчатке — бухты Крашенинникова и Сельдевая.
- ◆ Места расположения утилизированных АПЛ:
  - в Приморском крае — бухты Разбойник, Большой Камень,
  - на Камчатке — бухта Сельдевая.
- ◆ Береговая инфраструктура утилизации АПЛ:
  - в Приморском крае — судоремонтный завод «Звезда» в городе Большой Камень и завод министерства обороны в поселке Дунай,
  - на Камчатке — Северо-восточный центр по ремонту и утилизации военной техники министерства обороны.
- ◆ Места обращения с облученным ядерным топливом и радиоактивными отходами:
  - в Приморском крае — предприятие «ДальРАО» (филиал №1) в г. Фокино,
  - на Камчатке — филиал №2 «ДальРАО» в г. Вилочинск.

### *Радиационные последствия деятельности флота*

На атомных подводных лодках существует система многобарьерной радиационной защиты, препятствующая выходу радионуклидов из ядерной установки во внешнюю среду. На практике уровни радиоактивности в непосредственной близости от атомных кораблей в десятки и сотни раз ниже допустимых уровней. За все время эксплуатации АПЛ на Дальнем Востоке не было сверхнормативного радиационного воздействия на население, так же как не было выявлено каких-либо других серьезных радиоэкологических последствий. Единственная авария со значимым выходом радиоактивности в окружающую среду произошла на АПЛ «К-431» в 1985 году в бухте Чажма в Приморском крае. При этом состав радиоактивных выпадений и характер их распространения были таковы, что для жителей ближайших населенных пунктов угрозы переоблучения не возникло. (см. далее).

За 45 лет эксплуатации и утилизации АПЛ в масштабах всего Дальневосточного региона ни разу не было превышения безопасного предела доз облучения для населения

К радиационно опасным объектам флота кроме АПЛ относятся пункты их базирования, береговые и плавучие базы технологического обслуживания, судоремонтные заводы. Некоторые из них расположены рядом с жилыми зонами. При этом в жилых зонах радиоэкологическая обстановка в течение 45 лет остается нормальной, то есть на уровне природного фона (таблица 1).

Вклад техногенных радионуклидов в суммарную радиоактивность атмосферных аэрозолей фиксируется специальными методами. Иногда чувствительные приборы регистрируют в воздухе на границе закрытых территорий надфоновые уровни активности радионуклидов кобальта-60, стронция-90 и цезия-137 (например, на границе завода «Звезда» и города Большой Камень в связи с работами по утилизации АПЛ). Однако концентрации этих радионуклидов в сотни и тысячи раз ниже ПДК и в десятки тысяч раз меньше концентраций естественных радионуклидов в приземном воздухе (см. стр. 27).

На подавляющем большинстве объектов флота (80%), на их технических территориях и на внутренних акваториях многолетняя эксплуатация АПЛ не привела к ухудшению



радиационной ситуации. К примеру, в бухте Крашенинникова на Камчатке в течение 40 лет базирования и 20 лет отстоя АПЛ в ожидании утилизации радиационная обстановка сохраняется на уровне фоновых показателей. То же самое можно сказать и о ситуации в бухте Разбойник, где с 1991 года хранятся трехотсечные реакторные блоки АПЛ.

### ТАБЛИЦА 1.

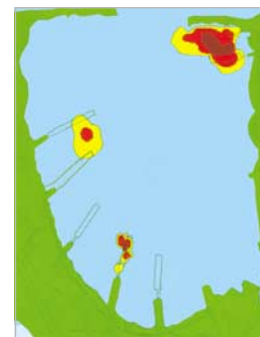
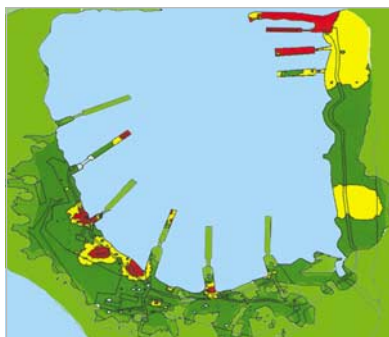
Диапазон значений мощности экспозиционной дозы (МЭД) гамма-излучения на территориях, прилегающих к административным границам объектов флота [1]

Город, поселок	Объекты Тихоокеанского флота	МЭД, мкЗв/ч
г. Владивосток	30-40 км от пунктов базирования	0,06-0,16
г. Б. Камень	0,5 км от ДВЗ «Звезда»	0,08-0,19
п. Андреево	3 км от ДВЗ «Звезда»	0,09-0,15
п. Чайкино	1 км от ДВЗ «Звезда»	0,07-0,15
п. Темп	1,5 км от «30 СРЗ»	0,08-0,15
п. Разбойник	1 км от «30 СРЗ»	0,08-0,18
п. Дунай	3 км от «30 СРЗ»	0,08-0,15
п. Ракушка	Отстой АПЛ (до 1998 г.)	0,12-0,26
п. Павловский	Отстой АПЛ	0,10-0,18
п. Заветы Ильича	Отстой АПЛ (до 2007 г.)	0,05-0,17
п. Вилючинск-3	Базирование и отстой АПЛ	0,03-0,15
п. Сельдевой	Ремонт и утилизация АПЛ	0,02-0,12
г. Вилючинск	15-20 км от места базирования АПЛ	0,04-0,17

На юге Приморского края мощность экспозиционной дозы природного радиационного фона колеблется от 0,07 до 0,29 мкЗв/ч.

Только на некоторых объектах флота (20%), на их технических территориях вблизи аварийных АПЛ и около контейнеров с твердыми радиоактивными отходами, а также у мест стоянки специальных судов имеются локальные участки радиоактивного загрязнения. Здесь уровни удельной активности радионуклидов в почве и донных отложениях могут превышать допустимые нормативы ВМФ до 10 раз (о нормативах ВМФ см. на стр. 20). Линейные размеры этих участков, как правило, не превышают нескольких десятков метров. Но в двух случаях размеры загрязненных участков достигают сотен метров — на судоремонтном заводе в бухте Чажма и в бухте Павловского, где у пирса, прилегающего к выходу из бухты, находятся две аварийные АПЛ (на схеме внизу). В зоне повышенного излучения организован постоянный радиационный контроль, время пребывания персонала строго ограничено. Размещенные на закрытых технических территориях вдали от населенных пунктов аварийные лодки не оказывают отрицательного воздействия на жителей. Что касается загрязнения донных отложений на внутренних акваториях, то техногенные радионуклиды прочно связаны с грунтом, а их концентрация в обитающих на дне организмах, в водорослях, рыбе, морском гребешке, крабах и креветках не превышает ПДК.

В бухте Павловского: мощность дозы гамма-излучения на технической территории (слева); две аварийные АПЛ в зоне максимального излучения (в центре); загрязнение на дне бухты (справа). Цветовые диапазоны: фоновый уровень 0,08-0,2 мкЗв/ч — зеленый; 0,2-0,6 мкЗв/ч — желтый; 0,6-2,4 мкЗв/ч — красный; более 2,4 мкЗв/ч — коричневый.





### *Авария в бухте Чажма, Приморский край, 1985 год*

За годы существования атомного флота СССР и России было несколько тяжелых радиационных аварий, связанных с эксплуатацией АПЛ. Однако практически все они носили локальный характер и только единственная авария на АПЛ «К-431» в бухте Чажма в августе 1985 года сопровождалась выходом значительного количества техногенных радионуклидов в окружающую среду.

Авария произошла из-за нарушения технологии работ в процессе загрузки реактора свежим ядерным топливом. Возникла самопроизвольная цепная реакция. Крышка реактора в этот момент была не закреплена, и в результате теплового взрыва сборка с топливом была выброшена из реактора. От взрыва сразу погибло 10 человек из состава перегрузочной бригады. Образовалось радиоактивное облако. Возник пожар, который удалось потушить через 4 часа.

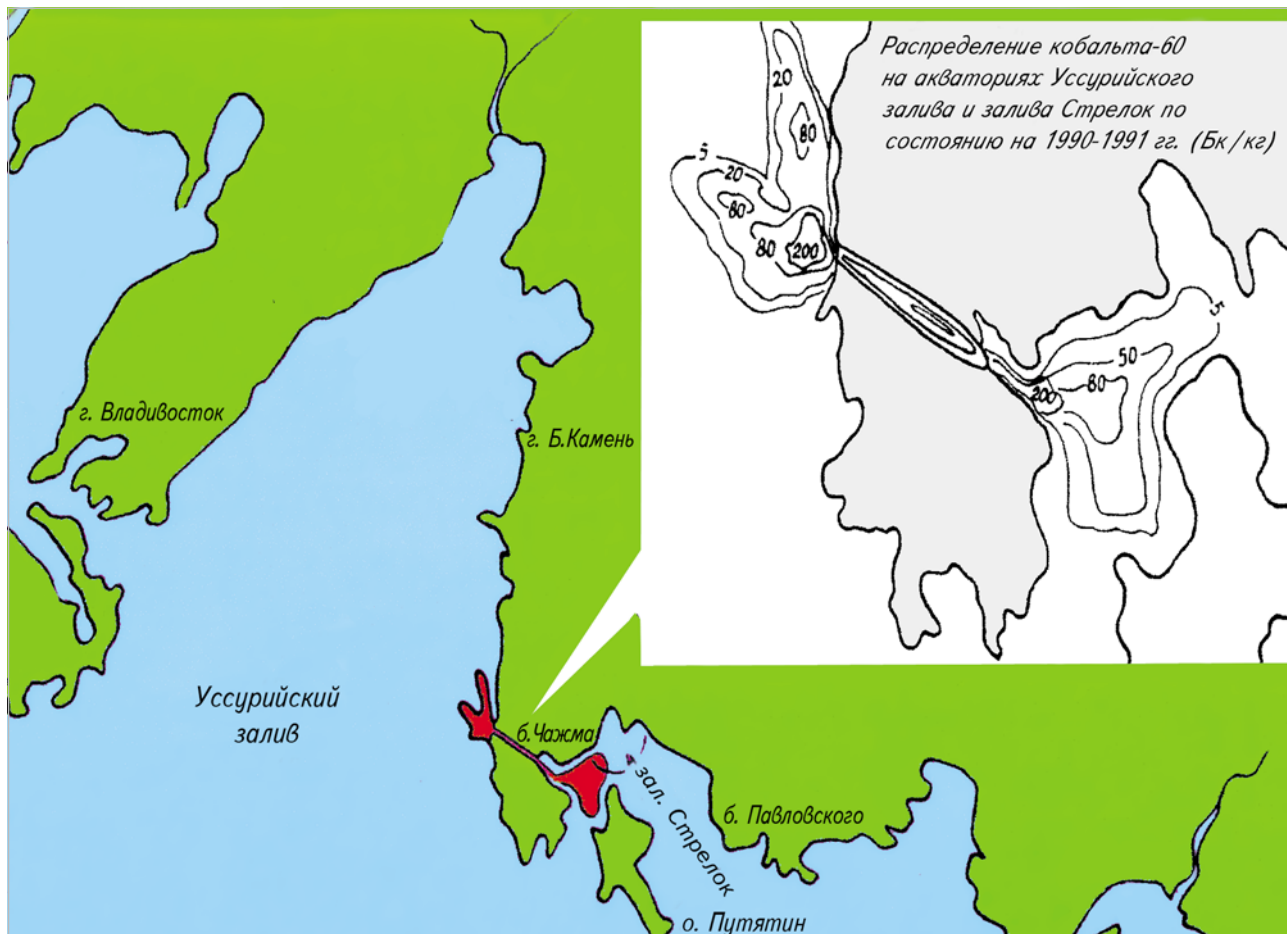
Продукты горения вместе с крупными радиоактивными частицами выпали вокруг аварийной лодки в радиусе 50-100 м. Радиоактивному загрязнению подверглись стоявшие рядом суда, часть территории судоремонтного завода и акватория бухты Чажма. Рядом с аварийной лодкой максимальная мощность гамма-излучения была в 10-20 тысяч раз выше фона.

Первоначальный размер радиоактивного облака на высоте 50 м составлял 20-30 м. Затем оно стало расширяться, распространяясь по ветру на северо-запад по направлению к городу Владивостоку. Облако пересекло узкой полосой полуостров Дунай и вышло к морю на восточное побережье Уссурийского залива. При перемещении радиоактивного облака над акваторией залива, ширина которого около 30 км, плотность радиоактивных выпадений на удалении 15-20 км от берега снизилась до уровня фона, не повлияв на радиационную обстановку во

Основные радиоактивные выпадения пришились на территорию судоремонтного завода, акваторию бухты Чажма и необитаемую часть полуострова Дунай. Авария не повлияла на радиационную обстановку ни во Владивостоке, ни в других населенных пунктах, включая ближайшие к заводу поселки Темп, Разбойник и Дунай



**Область радиационного загрязнения донных отложений и почвы кобальтом-60 после аварии на АПЛ «К-431» в бухте Чажма [1]**





Владивостоке и его пригородах. Таким образом, основные радиоактивные выпадения при-  
шлись на территорию завода, акваторию бухты Чажма и необитаемую часть полуострова  
Дунай.

Сильному радиоактивному загрязнению подверглось около 30% территории судоре-  
монтного завода. В работах по дезактивации участвовали около 2 тысяч человек. Через  
полгода завод уже работал в прежнем режиме. Наибольшие дозы облучения получили ока-  
завшиеся на месте аварии военнослужащие и те, кто тушил пожар. Острая лучевая бо-  
лезнь развилась у 7 человек, ее отдельные симптомы были зафиксированы у 39 человек.

Аварийная лодка «К-431» с реактором, залитым бетоном, была переведена в том же  
году на отстой на другую сторону залива Стрелок в бухту Павловского. В месте отстоя  
сформировался новый очаг загрязнения донных отложений радиусом 100-300 м (см. схему  
на стр. 14).

В результате аварии в окружающую среду попали в основном короткоживущие ра-  
дионуклиды йода и благородных газов (период полу-  
распада — минуты и часы), а также кобальт-60 и марганец-54 (период полураспада — 5,3 года и 312 суток  
соответственно). Доля долгоживущих радионуклидов  
стронция-90 и цезия-137 (период полураспада — около  
30 лет) была невелика, и в эпицентре аварии радиоак-  
тивность морской воды уже через 2 месяца упала почти  
до фоновых уровней.

Радиоактивность донных отложений была также обусловлена в основном радионук-  
лидами марганца-54 и кобальта-60. Морским течением их частично вынесло с акватории  
завода в открытую часть бухты Чажма, а затем и в залив Стрелок. К 1990 году границы  
зоны радиоактивного загрязнения донных отложений стабилизировались (см. карту-схему  
слева). В дальнейшем область загрязнения стала уменьшаться. Этому способствовали сни-  
жение скорости выноса радионуклидов из бухты Чажма, заиливание и естественный ра-  
диоактивный распад. К 2000 году ее размер составлял менее 0,1 км<sup>2</sup>.

За пределами эпицентра  
аварии (от 500 м) концент-  
рации техногенных радио-  
нуклидов во всех объектах  
окружающей среды не пре-  
вышают 0,01 ПДК

Сегодня в эпицентре аварии техногенные радионуклиды находятся под слоем ила на глубине от 3 до 40 см, но в местах выхода скальных пород продолжают оставаться и на поверхности. В наиболее загрязненных местах содержание кобальта-60 доходит до 1000-3000 ПДК. Также под слоем ила находятся небольшие фрагменты разрушенной активной зоны реактора, которые не извлекали со дна при дезактивации завода и которые формируют достаточно интенсивное излучение. Несмотря на это в морской воде содержание кобальта-60 не превышает 0,02 ПДК, в водорослях — 0,1-0,6 ПДК, в рыбе и гидробионтах (креветках, крабах и др.) — не более 0,01 ПДК.

Если уровень ПДК превышен, величина потенциального ущерба во многом зависит от того, какой «запас прочности» заложен в нормативы. Для техногенных радионуклидов «запас прочности» очень велик

На удалении более 500 м от места аварии концентрации техногенных радионуклидов во всех объектах окружающей среды не превышают 0,01 ПДК.

В зоне берегового радиоактивного следа на необитаемой части полуострова Дунай активность техногенных радионуклидов за первые 8 суток после аварии снизилась в 10 и более раз. Наибольшая плотность загрязнения была выявлена на лес-

ном участке шириной 200-650 м и длиной 3,5 км. За прошедшие годы размеры следа уменьшились благодаря естественному радиоактивному распаду кобальта-60 и его проникновению в почву на глубину 10-40 см. В отдельных очагах загрязнение почвы достигает 2-5 ПДК, но в растительности содержание радионуклидов остается меньше допустимых норм.

На противоположной стороне радиоактивного следа в Уссурийском заливе содержание кобальта-60 в донных отложениях значительно меньше, чем в береговом следе. Сразу после аварии максимальный уровень на дне составлял около 4 ПДК. Спустя 6 лет — менее 1,5 ПДК, а на расстоянии 700 м от берега — менее 0,2 ПДК. В морской воде с момента образования радиоактивного следа концентрации техногенных радионуклидов были в десятки сотни раз ниже ПДК.



### Удаление радиоактивных отходов в моря

Многие годы ведущие ядерные державы, включая СССР, практиковали удаление (захоронение) радиоактивных отходов в мировом океане. Всего в 1946-1982 годах затопление РАО осуществляли 14 стран в 47 районах Тихого и Атлантического океанов. В Тихом океане кроме отечественного военно-морского флота затопление РАО производили Япония, Южная Корея и Новая Зеландия.

Чтобы регламентировать существующую практику, в 1957 году Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) начало разрабатывать методологию безопасного удаления РАО в моря. В 1972 году была подписана Лондонская конвенция, нацеленная на предотвращение недопустимого загрязнения мирового океана техногенными отходами, включая РАО. Затем МАГАТЭ подготовило ряд документов в развитие конвенции. В 1983 году страны-участницы Лондонской конвенции приняли решение о моратории на затопление РАО в морях. Россия присоединилась к мораторию в 1994 году.

В отличие от других ядерных стран, наша страна удаляла в моря только РАО, образующиеся от эксплуатации атомного флота.



Районы захоронения жидких РАО (1-7, 9, 10) и твердых РАО (6, 8, 9, 10)

Для захоронения были выбраны 10 районов на удалении десятков и сотен километров от береговой черты (см. карту). В Японском море районы захоронения отделены от шельфа глубоководной впадиной (3,5 км), а также теплыми и холодными течениями [1].

Отходы высокой активности в море не сбрасывали. При нормировании сбросов исходили из того, что радиус зоны загрязнения морской воды с концентрацией радионуклидов

За весь период удаления РАО в моря Россией (отходы ВМФ), Японией и Кореей (отходы АЭС), концентрации техногенных радионуклидов в выловленных морепродуктах не превышали ПДК

выше 1 ПДК не должен превышать 1 км. В каждом районе захоронение РАО проводили с интервалом 5-12 лет, при этом выдерживались установленные нормативы. При сливе жидких отходов область радиоактивного загрязнения морской воды никогда не достигала шельфовой зоны или береговой черты. Уже через несколько суток после слива концентрации техногенных радионуклидов в морской воде не превышали допустимых уровней. Из-за

различий в процессах разбавления в разных районах моря в нормативы был введен трехкратный коэффициент запаса. За 40 лет этот запас оправдал себя только однажды, в начале 1986 года, когда из-за аварии на АПЛ в бухте Павловского активность сливаемых жидких отходов была превышена в 2 раза по сравнению с нормативом.

Практически с самого начала деятельность советского военно-морского флота по удалению РАО в моря была строго регламентирована. По ряду параметров правила и требования для отечественного флота были жестче, чем, к примеру, для военно-морских сил США. С позиции современной радиоэкологии установленные для ВМФ СССР значения ПДК в морской воде зачастую были существенно ниже, чем необходимо для обеспечения безопасности населения и окружающей среды. Так в 1966 году флотский ПДК для содержания цезия-137 в морской воде составлял 3,7 Бк/л (ВСТЗ-66). В 1990 году этот уровень был снижен до 2,2 Бк/л (РКВС-90). При этом с 2000 года разрешенный уровень для питьевой воды по цезию-137 равен 11 Бк/л (НРБ-99).

За весь период удаления РАО российским флотом в Японском море концентрации радионуклидов в выловленных морепродуктах не превышали фоновых значений. Еще меньшее



влияние на окружающую среду и население оказали захоронения РАО в открытых районах северо-западной части Тихого океана у полуострова Камчатка, где глубины достигают 4-5 км.

Впервые подробная информация о затоплении РАО в морях России была опубликована в 1993 году в докладе правительственной комиссии (неофициальное название доклада — «Белая книга 1993 года»). Вывод комиссии о значительном ухудшении радиэкологической обстановки в морях в результате деятельности отечественного атомного флота в дальнейшем был опровергнут специальными исследованиями.

Международные морские экспедиции и комплексные исследования, проведенные после 1993 года с участием Японии, Южной Кореи, России и МАГАТЭ, показали, что деятельность атомного флота России, равно как и эксплуатация АЭС Японии и Южной Кореи, не оказала заметного влияния на радиэкологическую обстановку в Тихоокеанском регионе. Этот вывод подтвердила также группа отечественных специалистов под руководством профессора Ю.В. Сивинцева, собравшая и проанализировавшая ранее неопубликованные архивные материалы и данные об отечественном атомном флоте, включая утилизацию АПЛ. Результаты этих исследований представлены в монографии «Техногенные радионуклиды в морях, омывающих Россию. Белая книга — 2000» (прилагается на компакт-диске).

Вывод специалистов о незначительности радиэкологических последствий затопления РАО отнюдь не означает, что следует вернуться к этой практике. С 1994 года Россия соблюдает мораторий на прекращение операций по сбросу РАО в моря. В будущем планируется переработка, длительное хранение и окончательная изоляция радиоактивных отходов в специальных приповерхностных могильниках и в глубинных геологических формациях.

- ВСТЗ-66. Временные санитарные требования к захоронению в морях радиоактивных отходов. Утверждено заместителем министра здравоохранения СССР и Главнокомандующим ВМФ СССР, 1966 г.
- НРБ-99. Нормы радиационной безопасности СП2.6.1.758-99. Утверждено Главным санитарным врачом РФ, 1999 г.
- РКВС-90. Руководство по контролю за радиоактивным загрязнением внешней среды и внутренним облучением личного состава кораблей с атомными энергетическими установками. Утверждено первым заместителем главнокомандующего ВМФ, 1990 г.

### Билибинская АЭС

Построенная в середине 1970-х годов Билибинская атомная станция (БАЭС) обеспечивает жизнедеятельность горнорудных и золотодобывающих предприятий Чукотки и поселка Билибино с населением около 7 тысяч человек. Станция выдает электрическую и тепловую энергию, ее суммарная электрическая мощность — 48 МВт. Удаленность от промышленных районов страны, трудность и сезонность в транспортировке грузов обусловили основные требования к проектированию Билибинской АЭС: высокая надежность, простота обслуживания и ремонта, минимальный объем строительных работ, эксплуатация в изолированной энергосистеме. На станции четыре однотипных реактора размещены в одном здании.

Атомная теплоэлектроцентраль является единственным источником тепловой энергии в районе, где отопительный сезон продолжается 9 месяцев в году. Когда проектный





срок службы реакторных блоков (30 лет) подошел к концу, дирекцией АЭС при полной поддержке администрации и населения района была подана заявка на продление срока эксплуатации. На каждом блоке был проведен капитальный ремонт и комплексная модернизация для приведения систем безопасности и оборудования в соответствие с современными требованиями. Следуя правилам международной экологической сертификации, руководство станции сделало публичное заявление для общественности о своей политике в области безопасности, в котором утверждается приоритет ядерной и радиационной безопасности над требованиями производственных показателей и прибыли ([www.rosenergoatom.ru](http://www.rosenergoatom.ru)). Проведенное летом 2006 года санитарно-гигиеническое обследование БАЭС подтвердило, что уровень обеспечения радиационной безопасности соответствует современным нормам и правилам. После углубленной экспертизы надзорных органов в 2004-2006 гг. сроки службы всех 4 реакторов были продлены еще на 15 лет.

В соответствии с федеральной целевой программой «Развитие атомного энергопромышленного комплекса России на 2007-2010 гг. и на перспективу до 2015 года» на станции ведутся подготовительные работы к выводу из эксплуатации. Вопрос об альтернативных источниках энергоснабжения региона после остановки атомных реакторов остается пока открытым. С одной стороны, снижение темпов промышленного развития края привело к сокращению потребности в электричестве: в последние 5 лет средняя нагрузка на станцию была около 30% от установленной мощности. С другой стороны, золотодобывающие компании уже сегодня дают заявку на 46 МВт, в перспективе также планируется развивать оловянное и медно-порфировое месторождения. Кроме того, в скором времени потребуются замещающие мощности в связи с износом оборудования и выводом из эксплуатации Чаунской ТЭЦ в городе Певек.

Продление сроков службы ядерных энергоблоков широко применяется в США, Великобритании и других странах. Например, в США для 20 энергоблоков ресурс продлен с 40 до 60 лет. В России проектный срок эксплуатации в 30 лет был определен в 50-60-х годах прошлого века, когда отсутствовали фактические данные по износу оборудования атомных станций. Накопленный опыт позволяет увеличить сроки эксплуатации. На конец 2007 года они продлены для 11 отечественных энергоблоков.



Обсуждаются разные варианты развития региона — переход к угольной энергетике, строительство второй очереди Билибинской АЭС или двух плавучих АЭС в Певеке и поселке Черский. Окончательное решение будет зависеть от программы развития Чукотского автономного округа и всего Дальневосточного региона.

### *Радиационное воздействие БАЭС*

В 5-км зоне наблюдения Билибинской АЭС радиационный контроль объектов окружающей среды ведется постоянно. По данным Росгидромета станция работает без превышения допустимых выбросов и сбросов.

Следует отметить, что введенные в 1999 году 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, была установлена на уровне 0,02 мЗв/год. При такой дозе риски для здоровья считаются пренебрежимо малыми. Фактические выбросы и сбросы БАЭС значительно ниже нормативных значений.

В последние годы сбросы радионуклидов с жидкими стоками в открытую гидрологическую сеть не превышали 1% от разрешенных уровней. Среднегодовое содержание радионуклидов кобальта-60, стронция-90 и цезия-137 в водах промливневой канализации,

содержащей неочищенные дебалансные воды БАЭС, было в 10-100 раз ниже уровней вмешательства, установленных нормами радиационной безопасности для питьевой воды. В ручье Б. Поннеурген, куда попадают промливневые стоки, радиоактивное загрязнение донных отложений долгоживущими радионуклидами цезия-137 и стронция-90 намного

Радиационный фон в 100-км зоне БАЭС колеблется в диапазоне 0,08-0,11 мкЗв/час, что соответствует среднеевропейскому уровню природного фона

ниже минимально значимых с точки зрения радиационной безопасности величин. В водохранилище, которое находится в 3 км от станции и является источником водоснабжения поселка Билибино, содержание техногенных радионуклидов ниже уровня фона.



## Радиоизотопные термоэлектрические генераторы

Радиоизотопные термоэлектрические генераторы (РИТЭГи) используют для энергоснабжения необслуживаемых метеостанций, маяков и других установок. Внутри прочного многослойного стального корпуса РИТЭГа находятся радиоактивные вещества (цезий-137 или стронций-90). В результате радиоактивного распада долгоживущих радионуклидов тепловой поток поддерживается в течение десятков лет. За счёт этого тепла функционирует термоэлектрическая батарея, способная выдавать электрическую мощность в десятки ватт.

Находясь в прочном корпусе, радиоактивный источник безопасен, но при непосредственном контакте человека с незащищенным источником может произойти переоблучение, в том числе со смертельным исходом.

При небольших габаритах (6×1,4×1,1 м) вес установки может достигать трех тонн. На Дальнем Востоке при транспортировке вертолетами на Сахалин дважды РИТЭГи падали в море. Первый раз это произошло в 1987 году в районе мыса Низкий на восточном побережье Сахалина. Через десять лет, в 1997 году, ситуация повторилась в районе мыса Марии.

Поиски затопленных РИТЭГов проводились несколько раз силами Тихоокеанского флота и МЧС России. В 2006 году в районе сброса № 2 (см. карту) водолазы обнаружили отдельные пластины защитного радиатора, но сам радиоизотопный источник не нашли. Поиски сопровождались замерами гамма-излучения



Места аварийных сбросов РИТЭГов

пластин, донных отложений и водорослей. Измерения показали, что уровень радиации не превышает естественного фона. В пробах морской воды в местах затопления обоих РИТЭГов повышенного содержания стронция-90 также не было обнаружено.

В сентябре 2007 года удалось обнаружить и поднять сам источник. Его защитный корпус не был поврежден, уровень гамма-излучения в месте обнаружения соответствовал природному фону. Источник в специальном контейнере был отправлен в хранилище РИТЭГов в бухте Сысоева. Поиски РИТЭГа в районе сброса №1 будут продолжены.

РИТЭГи, как правило, устанавливаются в отдаленных и безлюдных местах, но места размещения радиоизотопных источников все равно должны охраняться. В последние годы



Транспортировка РИТЭГов с истекшим сроком службы в бухту Сысоева

это условие выполнялось далеко не везде, и были случаи утери и хищения РИТЭГов. Так в июле 1998 года в Приморье на пункте приема металлолома Корсаковского торгового порта таможенники обнаружили РИТЭГ в разобранном виде. Выяснилось, что установку похитили сборщики цветного металлолома. Есть бесхозные РИТЭГи и на Чукотке, некоторые из них находятся в аварийном состоянии.

Один из аварийных РИТЭГов находился на мысе Наварин на Чукотке. Предположительно он был разрушен вездеходом в 1999 году. В радиусе 150 м от аварийной установки была обозначена запретная зона, поскольку в этом месте содержание радиоактивного стронция-90 в почве превышало допустимый предел в сотни раз. В 2007 году аварийный РИТЭГ был помещен в транспортный контейнер и перевезен в пункт хранения предприятия «ДальРАО».



Срок эксплуатации РИТЭГов — около 11 лет. На сегодняшний день выработали свой ресурс более 30% ранее установленных генераторов. Все генераторы с истекшим сроком службы транспортируются в пункт временного хранения в бухте Сысоева (Приморский край), где при содействии американской стороны в 2006 году построено специальное хранилище. Росатом планирует демонтировать все российские РИТЭГи к 2012 году. Бюджетное финансирование ряда работ по выводу РИТЭГов из эксплуатации предусмотрено федеральной целевой программой «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года».

## Сравнение рисков

Познакомив читателя с радиоэкологическими последствиями использования атомных технологий на Дальнем Востоке, сравним их с экологическими последствиями некоторых традиционных видов промышленной деятельности.

Опасность присутствия тех или иных вредных веществ в окружающей среде можно оценивать, опираясь на гигиенические нормативы, прежде всего на предельно допустимые концентрации (ПДК). Предельно допустимая концентрация — это уровень содержания вредного вещества в окружающей среде, ниже которого данное вещество считается безопасным для человека. Если содержание вредного вещества превышает уровень ПДК, возникает риск для здоровья. Однозначно определить степень опасности при этом не всегда возможно, поскольку величина потенциального ущерба во многом зависит от того, насколько жесткие требования приняты государством к обеспечению защиты здоровья населения от данного вида воздействия.

Проиллюстрируем это, сравнив, например, загрязнение окружающей среды свинцом, одним из наиболее распространенных и опасных для человека неорганических веществ, и радиоактивным цезием-137, который может попасть в окружающую среду при радиационной аварии.



Если реально опасную дозу облучения сравнить с высотой телебашни, то установленный нормативами безопасный предел дозы для населения соответствует высоте одного кирпича

**Свинец** попадает в окружающую среду с выбросами и сбросами предприятий цветной металлургии, в результате коррозии различных свинцовых оболочек, в том числе и свинцово-кислотных аккумуляторов. В городах преимущественный путь поступления — с выхлопами автомобилей при использовании этилированного бензина с присадками тетраэтилсвинца. Опасность свинца для человека определяется его высокой токсичностью и способностью накапливаться в организме. Накопление свинца сопровождается поражением нервной системы, снижением интеллекта и физической активности, нарушением координации движений. Возможно развитие свинцовой анемии, нарушений эндокринной системы. Особенно опасен свинец для детей.

В крупных городах Дальнего Востока, таких как Комсомольск-на-Амуре и Владивосток, среднегодовые концентрации свинца в воздухе составляют 0,4-0,5 мкг/м<sup>3</sup>, что несколько выше ПДК (0,3 мкг/м<sup>3</sup>). Доказано, что даже при таком незначительном превышении уровня ПДК в организме детей происходит накопление этого элемента, и возможно замедление интеллектуального развития. При 20-кратном превышении ПДК острые симптомы заболевания (общая интоксикация) возникают у взрослых людей. Таким образом, норматив по свинцу практически не имеет «запаса прочности».



**Цезий-137** — бета-, гамма-излучающий изотоп цезия. Допустимое содержание цезия-137 в питьевой воде составляет 11 Бк/л. Это значение установлено российскими нормами радиационной безопасности (НРБ-99), исходя из следующего. Если в сутки в течение года потребляется 2 литра питьевой воды с таким содержанием цезия-137, то годовая эффективная доза облучения человека будет не больше 10% от допустимого предела техногенного облучения (1 мЗв/год) для населения. То есть, ПДК по цезию-137 имеет десятикратный «запас прочности».

В свою очередь дозовый предел облучения в 1 мЗв/год также имеет, по крайней мере десятикратный «запас прочности». Теоретически вероятность повреждения биологических молекул существует при любой сколь угодно малой дозе облучения живой ткани. Но при малых дозах риск того, что организм не справится с повреждением и это приведет к заболеванию, ничтожно мал. На практике при дозах облучения меньше 10 мЗв/год вредное влияние радиации на человека до сих пор не было обнаружено и даже теоретически вряд ли может быть выявлено.

При дозах выше 10 мЗв наукой допускается повышение вероятности возникновения раковых заболеваний в отдаленный период после облучения (через 5-30 лет). Когда доза выше 200 мЗв, увеличение частоты отдаленных раковых заболеваний у облученных становится статистически значимым. Дозы менее 1000 мЗв, не важно, получаемые в течение всей жизни или единовременно, не вызывают никаких острых симптомов. Общая интоксикация (симптом лучевой болезни) у взрослого человека начинается при дозах выше 2000 мЗв, полученных за короткий период (секунды, минуты или часы). Если концентрация цезия-137 в воде не превышает ПДК, то доза облучения в 100 раз меньше уровня, при котором возможны отдаленные последствия, и в 2000 раз меньше уровня, при котором возникают острые симптомы заболевания.

Безаварийное использование атомных технологий не оказывает негативного влияния на население и окружающую среду, в то время как загрязнение химическими веществами — вполне реальная и серьезная опасность для жителей крупных городов и промышленных поселений

Вывод, который следует из сравнения нормативов для свинца и радиоцезия, имеет более общий характер. По многим вредным химическим веществам нормативные уровни практически не имеют «запаса прочности», в то время как нормативы по всем техногенным радионуклидам «в запасе» имеют 2-3 математических порядка. Это следует иметь в виду при сравнительном анализе экологических рисков от атомных и других промышленных технологий.

### *Загрязнение химическими веществами*

На большинстве территорий Дальнего Востока естественные экосистемы пока не нарушены деятельностью человека. Но в отдельных районах, прежде всего в крупных



Разработка угольного карьера на Сахалине

городах (Владивосток, Хабаровск, Комсомольск-на-Амуре, Петропавловск-Камчатский, Южно-Сахалинск и др.) имеет место серьезное техногенное загрязнение природной среды. Экологические проблемы существуют также в местах добычи и переработки цветных металлов. Горнопромышленная деятельность шахт, рудников и карьеров приводит к изъятию из землепользования значительного количества сельскохозяйственных и лесных земель. В южной зоне, где открытым способом добывается более 80% полезных ископаемых, площадь нарушенных земель составляет десятки тысяч гектар. Происходит значительная техногенная трансформация хими-



ческого состава растительного и почвенного покрова, атмосферы, поверхностных и подземных вод.

Мощным источником техногенного загрязнения являются предприятия топливно-энергетического комплекса. Традиционный энергоноситель в Дальневосточном регионе — низкокалорийный бурый уголь. Основная добыча его ведется в южной Якутии, малые бурогольные месторождения есть в Амурской области, на Сахалине, на Камчатке и в Приморье. Местные угли обходятся потребителям в 1,5 раза дешевле привозных и потому широко используются для бытовых нужд населения и промышленности. Однако работающие на угле тепловые станции и котельные слабо оснащены природоохранным оборудованием, и в атмосферу поступают большие объемы загрязняющих веществ.

**Загрязнение водных объектов.** Главные реки Дальнего Востока — река Амур и ее приток Уссури — загрязнены химическими веществами из-за сбросов сточных вод российскими и китайскими промышленными предприятиями. Особенно опасны залповые сбросы в результате аварий. В речную воду попадают также бытовые стоки, причем основной объем идет с китайской стороны — соотношение числа жителей по российскому и китайскому берегам реки составляет примерно 1:20 (по данным администрации Хабаровского края).

Качество воды в реке Амур ухудшается от «умеренно загрязненной» (по классификации Росгидромета) в районе Благовещенска до «загрязненной» в Хабаровске и «грязной» в городах Амурск, Комсомольск-на-Амуре и Николаевск-на-Амуре. Среднегодовые концентрации соединений меди, свинца, марганца и фенолов в речной воде в районе этих городов превышают ПДК в 20-50 раз. В бассейне реки Амур к категории «чрезвычайно грязные» отнесены воды реки Черная и Березовая, а в бассейне реки Уссури — воды рек Дачная и Подхоренок.

Отмечается сильное очаговое загрязнение малых рек Сихотэ-Алиня и острова Сахалин, в долинах которых ведется добыча и/или первичная переработка полезных ископаемых. Так река Рудная, протекающая по восточному склону Сихотэ-Алиня и впадающая в Японское море, загрязнена тяжелыми металлами на уровне 10-40 ПДК и бором до 5 ПДК вследствие сброса загрязненных сточных вод от предприятий, занимающихся добычей и переработкой оловянных и полиметаллических руд. Но самой загрязненной на протяже-



## Атомные технологии на Дальнем Востоке

нии десятилетий остается река Охинка, по берегам которой расположены нефтедобывающие предприятия. Концентрации нефтепродуктов в реке доходят до 400-500 ПДК и соответствуют уровню экстремально высокого загрязнения, а максимум был зафиксирован на уровне 2886 ПДК. В большинстве других рек Сахалина (свыше 60%) вода относится к «загрязненной».



Бухта Золотой Рог



Загрязнение негативно сказывается как на состоянии водных экосистем, так и на качестве жизни населения. Для 70% жителей Приамурья речная вода — основной источник хозяйственно-питьевого водоснабжения. В Хабаровске только 5% приходится на подземные источники, в Комсомольске-на-Амуре — 13%. При этом почти 40% водопроводов в Дальневосточном регионе не имеют полного комплекса очистных сооружений и 12% — обеззараживающих установок. Не удивительно, что в 2004 году 25% отобранных проб воды не соответствовали гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, а 10% — по микробиологическим показателям. Следствием низкого качества питьевой воды являются вспышки острых кишечных инфекций и распространение вирусного гепатита А.

С водами рек значительные объемы загрязняющих веществ поступают в моря. Кроме того, многие предприятия промышленности, жилищно-коммунального и портового хозяйства приморских городов не имеют необходимых очистных сооружений, и сбрасывают сточные воды напрямую в прибрежные воды.

Наибольшая антропогенная нагрузка приходится на залив Петра Великого, где расположено множество населенных пунктов, железные дороги, морские порты Владивосток и Находка. Свой вклад вносят предприятия горнодобывающей, судоремонтной, рыбообрабатывающей, энергетической, строительной, пищевой и легкой промышленности, сельского хозяйства. Нефтеуглеводороды и синтетические поверхностно-активные вещества в виде тонкой пленки покрывают большие акватории. Многие органические соединения и тяжелые металлы присутствуют в воде или в донных отложениях вблизи источника загрязнения в виде эмульгированных и тонких взвешенных форм.

Самой загрязненной частью залива Петра Великого являются прилегающие к городу Владивостку Амурский залив, бухта Золотой Рог и Уссурийский залив. Бухта Золотой Рог находится в центре Владивостока и окружена многочисленными морскими причалами. Она является самой загрязненной акваторией: вся водная поверхность бывает затянута нефтяной пленкой, превышение по нефтепродуктам в летний период доходит до 20 ПДК; регистрируются многократные превышения ПДК по фенолу, меди, железу и ртути.

**Загрязнение воздуха в городах.** По данным государственной системы наблюдений в 2002-2006 годах в 15 городах региона, где проживает более 2,7 млн. человек (55% городского населения ДВФО), отмечался высокий и очень высокий уровень загрязнения воздуха. В 2005 году в список российских городов с наибольшим уровнем загрязнения воздуха попали Петропавловск-Камчатский, Магадан, Уссурийск, Южно-Сахалинск, Комсомольск-на-Амуре, Хабаровск, Благовещенск.

Основными химическими веществами, загрязняющими воздух городов, являются взвешенные вещества, формальдегид, фенол, диоксид азота и бензпирен. Главными источниками их поступления в городской воздух являются предприятия энергетики и автотранспорт.

**ТАБЛИЦА 2.**

Основные загрязнители атмосферного воздуха

Вещество	Класс опасности	Влияние на здоровье
Бензпирен	1	канцероген
Диоксид азота	2	влияет на органы дыхания, иммунную и сердечно-сосудистую систему
Фенол	2	влияет на сердечно-сосудистую и центральную нервную систему, почки и печень
Формальдегид	2	обладает раздражающим, аллергенным, мутагенным и канцерогенным действием
Взвешенные вещества — частицы пыли, золы, сажи и других веществ, которые образуются при сгорании всех видов топлива и при других процессах		длительное воздействие ведет к заболеваниям органов дыхания и кровообращения



Основной вклад в загрязнение воздуха оксидами азота и серы вносят крупные ТЭЦ. Окись углерода поступает в основном от малых котельных, которые являются основными поставщиками тепла в жилые дома и размещаются непосредственно в жилой зоне, но зачастую не имеют очистных сооружений. Их невысокие трубы ограничивают возможности рассеивания вредных выбросов в атмосфере. В условиях влажного климата и пересеченного рельефа местности локальное загрязнение оказывается значительным.

Автотранспорт по величине вклада в загрязнение воздуха в городах занимает либо первое, либо второе место. Основная причина — неудовлетворительное техническое состояние автопарка, низкое качество автомобильного топлива и плохие дороги.

Неблагоприятное влияние загрязнения атмосферного воздуха, воды и почв на здоровье максимально в крупных промышленных городах, а также в населенных пунктах, где расположены предприятия золотодобывающей промышленности или ведется добыча или обогащение полиметаллических руд. Проиллюстрируем это на примере города Владивостока и поселка Рудная Пристань.

**Владивосток** — самый крупный город Дальневосточного региона, с населением более 0,6 млн. человек. В отдельных районах города воздух сильно загрязнен, превышения по бензпирену и взвешенным веществам составляют более 20 ПДК, по диоксиду азота — более 30 ПДК. Более половины загрязняющих веществ поступает в городской воздух от автотранспорта. Ситуация осложняется тем, что на узких улицах Владивостока часто образуются пробки. Дымовой шлейф от труб работающей на угле городской ТЭЦ-2 прослеживается в северо-вос-



точном направлении на 8-10 км и охватывает почти треть города. Владивосток также обогревают 38 крупных и около 1400 мелких котельных. В безветренную погоду воздушные выбросы вместе с туманом образуют над отдельными районами города густой смог. ТЭЦ-2 — источник загрязнения города и акватории Уссурийского залива природными радиоактивными элементами и тяжелыми металлами. В центральной части города выявлены участки с интенсивным загрязнением почв, где уровни загрязнения по свинцу, цинку, сурьме и другим элементам превышают ПДК в десятки раз.



Транспортировка свинцовой руды на обогатительную фабрику в поселок Рудная Пристань

**Поселок Рудная Пристань (Приморский край)** расположен в Дальнегорском районе на берегу реки Рудной, впадающей в Японское море. Население — 5 тысяч человек. Основным предприятием является свинцово-плавильный завод, работающий на концентрате свинцовых руд. Оборудование завода произведено в 1935-1973 годах и к настоящему времени устарело. Вся территория поселка, в особенности его центральная часть в радиусе 1 км от завода чрезвычайно загрязнена соединениями тяжелых металлов, прежде всего — свинца, концентрация которого в почве достигает 30-120 ПДК. По уровню содержания металлов в почве Рудная Пристань официально отнесена к населенным пунктам опасной категории загрязнения для здоровья человека.



### Выводы

Итоги проведенного нами анализа факторов химической и радиационной опасности на Дальнем Востоке представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3, суммирующая данные по радиационному воздействию, показывает, что за полвека использования атомных технологий за пределами технических территорий не было превышения нормативов (ПДК). В случае аварии в бухте Чажма за пределами административных границ завода концентрации техногенных радионуклидов в почве в первые годы достигали 2-5 ПДК, но опасности для населения это не представляло.

Из таблицы 4 видно, что уровни содержания различных химических загрязнителей в атмосферном воздухе и в речной воде превышают ПДК в десятки раз, а загрязнение почв селитебных зон доходит до уровня 100 ПДК и выше. Таким образом, загрязнение окружающей среды химическими веществами представляет вполне реальную и серьезную опасность для жителей крупных городов и промышленных поселений.

Если читатель раньше не занимался проблемами радиационной безопасности, сделанные нами выводы могут его удивить, поскольку они противоречат широко распространенным представлениям. На самом деле, экологичность атомных технологий имеет простое объяснение. В атомной энергетике продукты ядерного деления — отходы энергопроизводства — остаются внутри топлива, а не выбрасываются в больших количествах в окружающую среду, как в традиционной энергетике на органическом топливе. В этом состоит колоссальное экологическое преимущество атомных реакторов, но его оборотной стороной является высокая потенциальная радиационная опасность, поскольку в реакторных установках сосредоточено очень большое количество радиоактивных веществ.

О том, как обеспечивается радиационная безопасность на объектах атомного флота и на Билибинской АЭС мы расскажем в следующей главе.

Загрязнение окружающей среды химическими веществами представляет вполне реальную и серьезную опасность для жителей крупных городов и промышленных поселений

**ТАБЛИЦА 3.**

Содержание техногенных радионуклидов в природных средах за пределами технических территорий ядерно и радиационно опасных объектов, 1999 г. [1]

Объекты	Природная среда	Вещества	Кратность превышения ПДК
Объекты Тихоокеанского флота	Береговая и прибрежная зоны за пределами технических территорий	стронций-90 цезий-137	< 0,01
Районы затопления РАО	Японское море и северо-западная часть Тихого океана	стронций-90 цезий-137	< 0,01
Радиоактивный след после аварии в бухте Чажма (1985 г.)	Акватория за административными границами завода: <ul style="list-style-type: none"> <li>• донные отложения, морская вода, водоросли, рыба и гидробионты</li> <li>• почвы в зоне наблюдения на п-ве Дунай</li> </ul>	кобальт-60 стронций-90 цезий-137	<0,01
Участки аварийного затопления РИТЭГов	Морская вода	стронций-90	< 0,01
Аварийный РИТЭГ на мысе Наварин	Почва за пределами 150-м запрещенной зоны	стронций-90	< 1
Билибинская АЭС	30-км зона наблюдения	кобальт-60 стронций-90 цезий-137	< 0,01



**ТАБЛИЦА 4.**

Концентрации загрязняющих веществ в природных средах Дальневосточного региона, 1999 г. [4-10]

Природная среда	Место	Вещества	Кратность превышения ПДК
Воды р. Амур	г. Амурск	медь свинец	30-49 10-20
	г. Комсомольск-на-Амуре	медь марганец свинец	20-30 30-42 2-4
	г. Николаевск-на-Амуре	фенолы	30-40
Воды р. Рудная	пос. Краснореченский	медь цинк марганец	5-10 20-40 10-30
	г. Дальнегорск	бор	2-5
Воды р. Охинка	В местах сброса сточных вод с нефтепромыслов	нефтепродукты	500-2886
Прибрежные морские воды	Бухта Золотой Рог в летний сезон	нефтепродукты фенол медь железо ртуть	10-20 2-10 2-30 2-20 2-4
	Залив Находка	медь железо цинк свинец	2-6 2-50 2-3 2-10
Воздух	г. Владивосток	бензпирен взвеш. вещества диоксид азота	>20 >20 >30
	г. Южно-Сахалинск (2004)	диоксид азота сажа	5-15 10-30
Почва	г. Владивосток	свинец, мышьяк, цинк	4-15
	п. Рудная Пристань	свинец	30-120



## ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Радиационная безопасность ядерных реакторов основана на принципе глубокой изолированной защиты, что означает создание последовательных защитных барьеров на пути возможного распространения радиоактивных веществ в окружающую среду. Например, на атомных подводных лодках к физическим барьерам, удерживающим радиоактивные вещества в заданных объемах или границах, относятся: топливная матрица, оболочка тепловыделяющих элементов, корпус реактора, реакторная выгородка, реакторный отсек и прочный корпус АПЛ. Кроме того, ядерно опасные объекты отделяет от населения санитарно-защитная зона. Для предупреждения ошибок со стороны персонала проводится его отбор, обучение, переподготовка и аттестация на знание технологических процессов и требований безопасности. В случае разрушения физических барьеров безопасность персонала, населения и окружающей среды обеспечивается наличием противоаварийных мероприятий и планов, а также подготовкой людей к их оперативной реализации.

При проектировании ядерных энергетических установок рассматриваются и анализируются все сценарии и вероятные пути протекания аварий. Для таких «проектных» аварий предусмотрены соответствующие защитные барьеры. Если авария происходит вследствие не учитываемых в проекте событий, ее называют «запроектной». Наихудшим вариантом «запроектной» аварии является самопроизвольная цепная реакция с разрушением защитных барьеров и выбросом радиоактивных веществ в окружающую среду.

Масштабы последствий аварийных ситуаций на ядерных установках оценивают по международной шкале ядерных событий ИНЕС (от английской аббревиатуры INES — International Nuclear Event Scale). Шкала имеет 7 уровней (см. таблицу 5). К максимальному 7 уровню была отнесена авария на Чернобыльской АЭС. Авария на АПЛ в бухте Чажма в 1985 году относится к 5 уровню.

Посмотрим, как обеспечивается радиационная безопасность на объектах утилизации АПЛ и какие аварийные ситуации здесь возможны.



## Комплексная утилизация атомных подводных лодок

Последовательность работ по утилизации АПЛ в общих чертах следующая. После вывода из состава ВМФ атомная подводная лодка определенное время находится в отстое, а затем транспортируется на завод для утилизации. Начальной операцией утилизации является выгрузка из реактора отработавшего ядерного топлива (ОЯТ). Это — сложная и потенциально опасная операция, поэтому она всякий раз согласуется с контролирующими и надзорными органами.

Сборки с отработавшим ядерным топливом извлекают из активной зоны реактора и помещают в специальные защитные чехлы. Чехлы вставляют в транспортные упаковочные контейнеры. Для снижения радиоактивности контейнеры выдерживаются в хранилище, после чего их можно отправлять на переработку. После выгрузки ОЯТ у подводной лодки отрезают носовую и кормовую части с таким расчетом, чтобы у реакторного блока осталось по крайней мере по одному отсеку с каждой стороны. Так поступают для того, чтобы реакторный блок можно было какое-то время хранить на плаву. Работа по разделке лодки выполняется на стапеле или в плавучем доке, при этом не происходит радиоактивного загрязнения территорий и морских акваторий на судоремонтных заводах.

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

Оставшиеся после вырезки реакторного блока оконечные части лодки не представляют радиационной опасности и идут на переработку. Реакторный блок спускают на воду и транспортируют в место временного хранения на морской акватории. Далее из трехотсечного делают одноотсечный блок, готовый к долговременному хранению на берегу. Через 70-100 лет хранения может быть проведен демонтаж оборудования и переплавка отдельных частей блока с целью повторного использования металла. Находясь на специальной площадке под контролем, реакторные блоки не представляют угрозы ни для населения, ни для окружающей среды. Поэтому вопрос об их дальнейшей разделке переходит в плоскость экономической целесообразности (соотношение времени выдержки, цен на металл и т.п.).

### Утилизация АПЛ на Дальнем Востоке

В Дальневосточном регионе имеются два основных центра утилизации — судоремонтный завод «Звезда» около Владивостока (город Большой Камень) и Северо-восточный региональный центр на Камчатке. Значительное число ожидающих утилизации АПЛ расположены на Камчатке, но возможности Северо-восточного центра ограничены, поэтому часть лодок нужно доставить с Камчатки в Приморье на расстояние 2400 км от места отстоя.

Из 78 выведенных из состава флота АПЛ за прошедшие годы утилизирована 61. На начало 2008 года в стадии утилизации находятся 5 и еще 12 ожидают своей очереди, причем 14 из них — с невыгруженным ОЯТ.

Сборки с ОЯТ выгружают из реактора с помощью берегового комплекса или плавучей базы и помещают в специальные контейнеры. В Приморье контейнеры хранятся на территории завода «Звезда». На Камчатке контейнеры с ОЯТ загружают в хранилище

плавучей технической базы. Плавучая база доставляет их в Приморский край на береговую базу в бухте Сыроева или к железнодорожному терминалу у поселка Дунай. На станции контейнеры перегружают в специальные транспортные вагоны и вывозят для переработки на предприятие «Маяк» в Челябинской области.

Есть несколько АПЛ, которые потеряли плавучесть. Они находятся в бухте Павловского в Приморском крае и в бухте Крашенинникова на Камчатке. Их



Хранение трехотсечных реакторных блоков на плаву в бухте Разбойник



транспортировка на завод для утилизации представляет собой достаточно сложную задачу. Проекты буксировки разрабатываются применительно к каждому конкретному случаю. Необходимость повышения организационно-технического уровня подготовительных работ стала очевидной после того, как при транспортировке на завод в августе 2003 года в Баренцевом море затонула АПЛ «К-159» (о последствиях этой аварии — далее).

В Приморье после разделки атомной субмарины трехотсечные блоки буксируют с завода «Звезда» в бухту Разбойник. Рядом с местом хранения трехотсечных блоков на плаву сейчас ведется строительство разделочной линии по формированию из трехотсечных одноотсечных блоков.

Одноотсечные блоки будут хранить на специальной береговой площадке, которая строится на мысе Устричный. На Камчатке трехотсечные блоки пока оставляют на акватории судоремонтного завода с тем, чтобы в дальнейшем переправить их в бухту Разбойник и сформировать одноотсечные блоки.

На мысе Устричный планируется разместить также отдельную площадку для длительного хранения трех аварийных лодок, которые более 20 лет находятся на плаву в бухте Павловского. Перед этим аварийные лодки пройдут специальную заводскую подготовку.

При сохранении достигнутых темпов утилизации к 2010 году по планам Росатома все выведенные из эксплуатации АПЛ должны быть разрезаны, а реакторные блоки переведены на временное и длительное хранение в бухту Разбойник.

### *Утилизация других судов*

На Дальнем Востоке на начало 2008 года два атомных надводных корабля Тихоокеанского флота выведены из эксплуатации, ОЯТ из одного корабля пока не выгружено. Проблемы обеспечения ядерной и радиационной безопасности при утилизации надводных кораблей аналогичны тем, которые приходится решать при утилизации АПЛ.

Выведены из состава флота и подлежат утилизации 4 судна атомного технологического обслуживания, которые использовались при загрузке подводных лодок и надводных кораблей свежим ядерным топливом, для приема и транспортировки ОЯТ и РАО. Ожида-

## Обеспечение радиационной безопасности

**ТАБЛИЦА 5.**

Международная шкала ядерных событий (ИНЕС) для атомных станций

Уровень шкалы	Последствия вне площадки АЭС	Последствия на площадке АЭС
7 — тяжелая авария	Большое количество выбросов: тяжелые последствия для людей и окружающей среды (Украина, Чернобыль, 1986 г.)	Разрушение радиологических барьеров
6 — крупная авария	Значительный выброс: требуется полномасштабное применение плановых защитных мероприятий (Россия, производственное объединение «Маяк», 1957г.)	Разрушение радиологических барьеров
5 — авария с риском для окружающей среды	Ограниченный выброс: требуется частичное применение запланированных мероприятий	Тяжелое повреждение активной зоны и радиологических барьеров
4 — авария без значительного риска для окружающей среды	Минимальный выброс: облучение населения на уровне нескольких миллизивертов, но не превышает аварийных уровней вмешательства	Серьезное повреждение активной зоны и радиологических барьеров; облучение персонала с летальным исходом
3 — опасный инцидент	Пренебрежимо малый выброс: дополнительное облучение людей не превышает годового предела дозы (1 мЗв)	Заметное распространение радиоактивности; облучение персонала с серьезными последствиями
2 — инцидент		Заметное распространение радиоактивности; облучение персонала выше аварийных уровней
1 — аномалия	Не имеет существенного значения для безопасности	
0 — событие с отклонением ниже шкалы		



ют утилизации две аварийные плавучие мастерские, в которых до 2002 года находилось дефектное ядерное топливо (ПМ-80 в Приморском крае и ПМ-32 на Камчатке). Эти суда будут утилизироваться по индивидуальным проектам и технологиям, утверждаемым совместным решением органов государственного управления и надзора.

### *Возможные аварийные ситуации*

При утилизации АПЛ наиболее вероятны ситуации с утратой контроля над радиоактивным источником. Например, радиоактивно загрязненный металл может попасть в металллом. На одном из этапов транспортировки его обязательно обнаружат, но до этого может произойти облучение людей.

Гораздо менее вероятны аварии со значительным радиоактивным загрязнением за пределами промплощадки. Дело в том, что количество радиоактивных веществ в газообразном состоянии, которые могут быстро распространяться на большие территории, на объектах утилизации относительно невелико, а подавляющая часть радиоактивности в регионе представляет собой твердые или жидкие отходы. Твердые отходы локализованы и, в принципе, не могут распространяться в окружающей среде с большой скоростью. Жидкие отходы в случае поступления на морскую акваторию в течение нескольких часов разбавляются чистыми водами, что существенно снижает их опасность.

Максимальная проектная авария на судоремонтных заводах — это возникновение пожара в реакторном отсеке при утилизации АПЛ на открытой стапельной площадке (из-за нарушений технологии или ошибок персонала). Последствия могут достигнуть 4 уровня по шкале ИНЕС, что означает «аварию в пределах установки», то есть на территории предприятия.

При максимальной «запроектной» аварии последствия могут быть опасными для окружающей среды (но не выше 5 уровня по 7-бальной шкале ИНЕС). В этом смысле наиболее потенциально опасная из всех видов работ по утилизации АПЛ — это процедура обращения с ОЯТ.

Что может произойти при аварии с затоплением АПЛ, кораблей, судов с ядерными реакторами или плавучих технических баз с ОЯТ и РАО на борту? В принципе возможно одновременное раскрытие всех защитных барьеров, удерживающих радиоактивные вещества. Присутствие техногенных радионуклидов может быть обнаружено сверхчувствительными приборами на расстоянии десятков и сотен километров от затонувшего объекта, хотя концентрация радиоактивных веществ будет намного ниже ПДК. Для макроводорослей и донных организмов (моллюсков) радиационная опасность может быть достаточно серьезной в радиусе нескольких десятков метров от затонувшего объекта. Изменения в таком объеме, связанные с действием радиации, не способны вызвать репродуктивный сдвиг природного равновесия в морском биоценозе. В реальности, когда в 2003 году затонула АПЛ «К-159», залпового выхода радионуклидов в морскую воду не произошло. Радиационный мониторинг показал, что радиоэкологическая обстановка в месте затопления соответствовала природному фону.



Погружная баржа перевозит аварийную лодку, 2007 г.

Для того, чтобы предотвратить затопление потерявших плавучесть АПЛ с невыгруженным ядерным топливом в последние годы применяют специальные погружные баржи (на фото). На Северо-Западе таким образом уже 3 лодки успешно перевезены на судоремонтный завод в Северодвинске. С 2008 года этот опыт будет использоваться и на Дальнем Востоке.



## Обращение с ОЯТ и РАО

Долгое время проблеме обращения с ОЯТ и РАО уделялось недостаточное внимание. Хранилища и емкости береговых баз ВМФ оказались переполнены, инфраструктура пришла в упадок, условия хранения перестали отвечать требованиям безопасности. После 2000 года активные усилия по решению этих проблем начал предпринимать Минатом России (ныне Росатом) в рамках работ по утилизации АПЛ.

На Дальнем Востоке для реабилитации объектов берегового хранения РАО и ОЯТ было создано специальное предприятие «ДальРАО» с головным офисом во Владивостоке и филиалами в городах Фокино (Приморье) и Вилючинск (Камчатка). В его распоряжение были переданы ядерно и радиационно опасные объекты Тихоокеанского флота на базах в бухте Сысоева (Приморский край) и в бухте Горбушачья (Камчатка), где начались интенсивные работы по восстановлению систем физической, ядерной и радиационной защиты и снижению экологической опасности объектов.

Сегодня общее количество накопленных ЖРО постоянно уменьшается, но прогресс в области обращения с ТРО пока не такой явный. К настоящему времени фрагментированы, убраны с открытых площадок, упакованы и помещены в хранилища отдельные крупногабаритные отходы, но пока не решен вопрос о создании установки по переплавке твердых металлических отходов для береговой базы в бухте Сысоева. Для перевода в безопасное состояние ТРО низкой и средней активности необходим региональный центр для их переработки и длительного хранения. Требуется также решить вопрос с доставкой твердых отходов с Камчатки в Приморье. В рамках федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года» принято решение о реконструкции участка железной дороги от завода «Звезда» до станции Смоляниново и от бухты Сысоева до этой же станции, что позволит увеличить темпы вывоза ОЯТ на предприятие «Маяк» и повысить безопасность транспортировки.



### Программы международного сотрудничества

Россия активно участвует в международной системе соглашений, договоров и конвенций по вопросам обеспечения ядерной, радиационной и экологической безопасности при использовании атомной энергии. Сотрудничество по проблемам утилизации и реабилитации радиационно опасных объектов, выводимых из состава ВМФ и атомного гражданского флота, началось в 1991 году и прошло несколько этапов.

В первые годы международные программы были ориентированы в основном на содействие России в ликвидации подлежащего сокращению ядерного оружия. В 90-х годах в рамках американо-российской программы по ядерному нераспространению США предоставили финансовую помощь на программу разоружения и разделки стратегических АПЛ. В частности, на дальневосточный завод «Звезда» американская сторона поставила с этой целью оборудование на сумму 6 млн. долларов. В 1993 году для содействия ликвидации подлежащего сокращению в России ядерного оружия Япония выделила сначала 70 млн. долларов США, позже сумма была увеличена до 208 млн. долларов.

Плавучий комплекс переработки ЖРО «Ландыш» на Дальневосточном заводе «Звезда»



Со временем приоритеты международного сотрудничества



начали смещаться в область обеспечения радиационной безопасности. Для прекращения сбросов ЖРО в Японское море в 2001 году в рамках японо-российского сотрудничества на заводе «Звезда» был сдан в эксплуатацию комплекс по переработке ЖРО «Ландыш». В стартовавшую в 2002 году международную программу «Глобальное партнерство против распространения оружия и материалов массового уничтожения» были включены работы по обеспечению безопасности при утилизации АПЛ и обращении с ОЯТ и РАО. Программа «Глобального партнерства» общим объемом 20 млрд. долларов рассчитана на 10 лет, не менее 2 млрд. из этой суммы пойдет на утилизацию АПЛ и реабилитацию радиационно опасных объектов флота.

В рамках программы «Глобального партнерства» при поддержке американской стороны на заводе «Звезда» было сдано в эксплуатацию береговое хранилище ОЯТ. Хранилище оборудовано всеми современными системами безопасности, включая автоматическую систему контроля радиационной обстановки (АСКРО), видеонаблюдение, надежную связь и пожарную сигнализацию. В 2006 году в бухте Сысоева начало действовать построенное также с американской помощью хранилище РИТЭГов.

К программе «Глобального партнерства» присоединилась Япония. В 2004 году в рамках реализации «Российско-японского плана действий» на Дальнем Востоке была утилизирована АПЛ класса «Виктор». В 2005 году было подписано соглашение по демонтажу еще 5 многоцелевых субмарин, разделка первой из них уже завершена. Намерение участвовать в комплексной утилизации российских атомных подводных лодок на Дальнем Востоке выразили также Австралия и Канада. Австралия добавила свои средства к Японской программе демонтажа АПЛ. Канада вызвалась профинансировать реконструкцию участка железнодорожного пути до станции Смоляниново и утилизацию 3 лодок с Камчатки, когда российская сторона доставит их в Приморье на заводе «Звезда».

Вовлечение все большего числа стран в международные программы по комплексной утилизации российских АПЛ поставило на повестку дня вопрос о разработке стратегического мастер-плана, определяющего общую картину работ и четкие графики по каждому направлению. Разработка мастер-плана для Северо-Западного региона началась в 2004 году в рамках международной программы «Экологическое партнерство северного измерения».

Стратегический мастер-план играет положительную роль в организации работ на Северо-Западе. Этот подход Росатом планирует использовать и на Дальнем Востоке.

### Билибинская АЭС

Основной задачей обеспечения радиационной безопасности на АЭС является защита персонала, населения и окружающей среды от радиационного воздействия. Для этого проводятся:

- ◆ постоянный контроль радиационных показателей в помещениях реакторного отделения станции;
- ◆ локализация радиоактивных отходов и других источников радиации в пределах установленных границ сооружений станции и во всех режимах эксплуатации;
- ◆ автоматизированный радиационный контроль состояния окружающей среды.

Коротко расскажем о том, как обеспечивается радиационная безопасность на БАЭС.

### *Контроль радиационной обстановки на станции*

При нормальной работе реактора уровни содержания радиоактивных веществ в помещениях АЭС значительно ниже допустимых значений, но они могут возрастать в период ремонтных и перегрузочных работ. Поэтому на станции ведется контроль содержания радиоактивных газов, аэрозолей, измеряется мощность дозы, уровни поверхностного загрязнения помещений, оборудования, спецодежды и персонала. Радиационный контроль на станции и выполнение мероприятий по радиационной защите персонала — задача службы внутренней (станционной) дозиметрии.

Контроль в помещениях осуществляется с помощью стационарных систем, измеряющих уровни ионизирующих излучений и концентрации радионуклидов. Эти системы автоматически выдают предупредительные сигналы о радиационной опасности для персонала станции. Учет доз облучения персонала ведется с помощью индивидуальных дозиметров.



В последние годы на Билибинской АЭС дозы облучения сотрудников плавно снижаются. Если в 1996 году среднегодовая доза была 11,5 мЗв (при действовавшем тогда нормативе для персонала 50 мЗв/год), то в 2005 году она снизилась до 3,6 мЗв (при новом нормативе 20 мЗв/год).

Состояние радиационной безопасности АЭС оценивается не только по уровню облучения персонала, но и по выбросам/сбросам радиоактивных веществ в окружающую среду. Повторимся, что фактические выбросы и сбросы БАЭС значительно ниже нормативных значений (подробнее на стр.24).



Рабочее место оператора службы внутренней дозиметрии Билибинской АЭС

### Обращение с ОЯТ и РАО

Наличие и накопление на атомной станции ОЯТ и РАО представляет потенциальную опасность радиоактивного загрязнения окружающей среды. По этой причине на АЭС организуется строгий учет и контроль количества ОЯТ и РАО, составляется ежегодный баланс по объему и активности, а также контролируется их перемещение и накопление в специальных хранилищах.

На Билибинской АЭС выгружаемые из реакторов сборки с облученным топливом размещают на хранение на промплощадке в трех «мокрых» хранилищах в реакторном зале. В настоящее время идет заполнение последнего, третьего хранилища ОЯТ. В 2008 году войдет в строй новое, четвертое хранилище.

РАО размещают в специальных хранилищах на промплощадке, которые обеспечивают их надежную и безопасную изоляцию от окружающей среды.

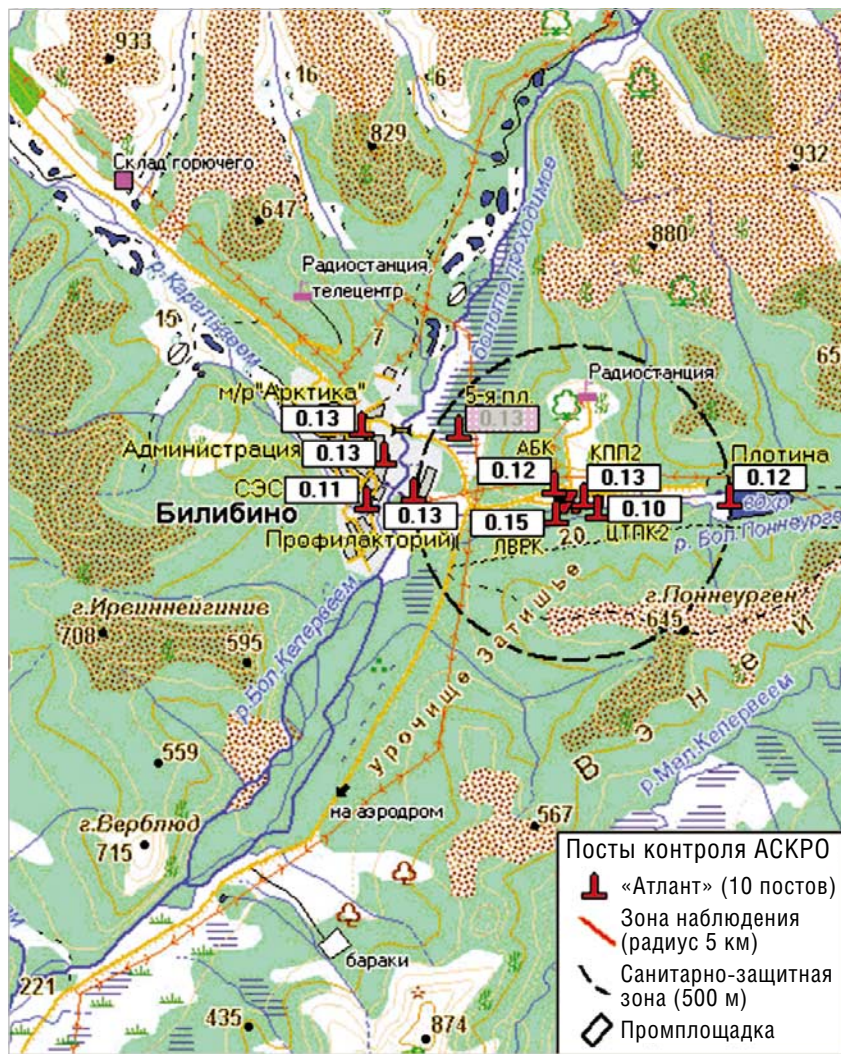
Вопросы безопасности длительного хранения и окончательного захоронения ОЯТ и РАО, накопленных на Билибинской АЭС, сегодня увязаны с перспективой создания государственной системы обращения с ОЯТ и РАО в рамках реализации федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года».

### *Радиационный мониторинг*

Контроль за возможным влиянием АЭС на окружающую среду в 30-км зоне наблюдения ведет группа внешней дозиметрии БАЭС. Группа оснащена передвижной лабораторией. Вокруг станции рядом с важными хозяйственными объектами, путями эвакуации и т.п. размещены контрольные пункты для отбора проб атмосферного воздуха, почвы, воды и снега.

В дополнение к этому на территории станции, санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения расположены 10 радиационных датчиков АСКРО. Показания датчиков передаются по радиосети на центральный компьютер, который обрабатывает и анализирует данные. Особенность датчиков и системы связи на БАЭС в том, что все приборы могут работать при очень низких температурах (до минус 70°C) и значительных перепадах напряжения электропитания.

Информация с датчиков передается также в Москву — в Кризисный Центр концерна «Росэнергоатом» и в Ситуационно-кризисный центр Росатома. Кроме того, оперативные данные передаются в органы государственной власти Чукотки — Управление ГОЧС, Центр Госсанэпиднадзора, Комитет природопользования и охраны окружающей среды.



Датчики АСКРО показывают мощность излучения (доза за 1 час).

Если показания датчика:

- ◆ менее 0,3 мкЗв/ч — ситуация в пределах нормы,
- ◆ от 0,3 до 1,2 мкЗв/ч — нужно обратиться за разъяснениями к специалистам,
- ◆ более 1,2 мкЗв/ч — возможна аварийная ситуация

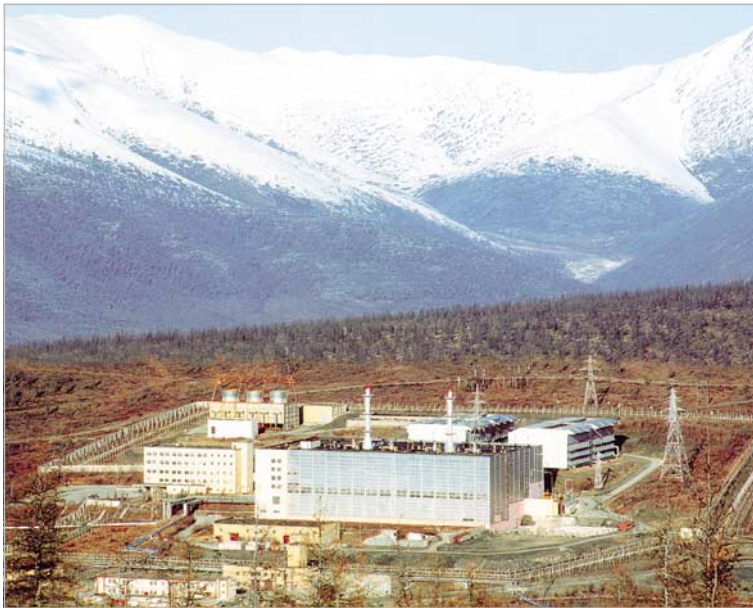


Передвижная лаборатория группы внешней дозиметрической разведки БАЭС

### *Возможные аварийные ситуации*

Наихудший сценарий запроектной аварии, рассматриваемый аварийным планом Билибинской АЭС, — авария 4 уровня по шкале ИНЕС без значительного риска за пределами площадки. При этом существует вероятность попадания радиоактивных веществ в окружающую среду, но дозы облучения жителей поселка Билибино при этом не превысят установленных уровней вмешательства, и экстренных мер радиационной защиты не потребуются.

Последствия нерадиологического характера могут быть гораздо более серьезными. Если авария произойдет в условиях суровых зимних холодов и станция перестанет выдавать тепло, жителей придется эвакуировать. На этот случай аварийный план предусматривает транспортировку людей по автомобильной дороге в аэропорт Кипервеем с последующей их отправкой авиацией в районы отселения.



их отправкой авиацией в районы отселения.

Авария с более серьезными радиологическими последствиями (вплоть до 7 уровня по шкале ИНЕС) возможна только при воздействии таких экстраординарных «внешних» факторов, как падение на станцию тяжелого транспортного самолета или специально спланированный теракт. «Внешними» причинам тяжелой аварии теоретически могут стать также природные катаклизмы, например, землетрясения. Но потенциально опасные явления, такие как шквалистый ветер, интенсив-



ные ливни, дождевые паводки, пыльные бури или смерчи не наблюдались в районе БАЭС ни разу. Станция находится между двумя крупными сейсмическими поясами — Курило-Камчатской зоной и поясом Черского — и попадает в «белое пятно», где почти не отмечено сейсмических событий. Ближайшие центры сильных землетрясений Восточной Чукотки удалены от БАЭС на 700-800 км.

Таким образом, вероятность радиационной аварии с последствиями за пределами промплощадки и необходимостью применения защитных мер пренебрежимо мала, но принципиально не исключена. Минимизация ее последствий — основная задача системы аварийного реагирования.

### *Противоаварийные планы*

Аварийным планом предусмотрен четкий порядок действий персонала при разного вида нарушениях в работе АЭС, включая превышение пределов контролируемых параметров радиационной обстановки в помещениях станции, на промплощадке, в санитарно-защитной зоне и в зоне наблюдения. К контролируемым параметрам относятся мощность дозы и объемная активность радионуклида йод-131 в воздухе. При превышении установленных уровней в той или иной точке контроля объявляется либо состояние «Аварийная готовность», либо состояние «Аварийная обстановка» (см. таблицу 6).

Согласно распорядку начальник смены станции, получив сообщение о возможном возникновении радиационно опасной ситуации или аварии, немедленно докладывает директору и главному инженеру станции, дежурному диспетчеру концерна «Росэнергоатом», оперативному дежурному Ситуационно-кризисного центра (СКЦ) Росатома и начальнику инспекции Госгортехнадзора на БАЭС. После получения от начальника смены первичной информации о событии, оценке и прогнозе ситуации директор принимает решение. Если объявлено, например, состояние «Аварийная готовность», директор сразу же доводит это до сведения начальника смены, начальника штаба ГОЧС, информирует руководство концерна «Росэнергоатом» и председателя отраслевой КЧС. После этого руководящий состав определяет порядок локализации и ликвидации ава-



рии. Начальник штаба ГОЧС станции оповещает Росатом, начальника медсанчасти, оперативного дежурного по Чукотскому АО, главу администрации, начальника штаба ГОЧС и оперативного дежурного поселка Билибино.

Для оповещения персонала атомной станции и жителей поселка Билибино включаются электрические сирены, которые подают сигнал «Внимание всем!». По сети местного радиовещания в течение 5 минут передается сообщение об аварийной ситуации. Речевая информация дублируется с помощью подвижных громкоговорящих установок и передается руководителям предприятий по телефону.

Получив информацию от директора АЭС, руководство концерна «Росэнергоатом», в который входит БАЭС, объявляет о немедленном сборе группы экспертов для оказания оперативной помощи атомным станциям (группа ОПАС) в кризисном центре концерна в Москве. В группу ОПАС в реальном режиме времени поступают основные радиационные параметры от всех датчиков БАЭС, по которым можно оценить состояние безопасности любого энергоблока. Эксперты могут в любой момент провести видеоконференцию с аварийным центром Билибинской станции для уточнения ситуации и выработки контрмер.

**ТАБЛИЦА 6.**

Критерии объявления на АЭС состояний «Аварийная готовность» и «Аварийная обстановка». Контролируемый параметр — мощность эквивалентной дозы, мкЗв/ч

Место контроля	«Аварийная готовность»	«Аварийная обстановка»
Помещения постоянного пребывания персонала зоны строгого режима	> 10	> 600
Территория промплощадки и санитарно-защитная зона	> 2,5	> 200
Территория зоны наблюдения	> 0,1 над фоном	> 20



После того, как информация поступает в Росатом, к проведению экстренных мер подключается отраслевая система реагирования (ОСЧС).

Вся информация по отраслевым системам АСКРО поступает в Ситуационно-кризисный центр (СКЦ) Росатома. Оперативно-диспетчерская служба СКЦ оповещает руководство и соответствующие службы Росатома и обеспечивает их оперативной информацией для принятия решений. Функции управления при авариях выполняет отраслевая комиссия по чрезвычайным ситуациям, которую возглавляет руководитель Росатома.

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 принимает на себя оперативное руководство действиями всех сил и подразделений.

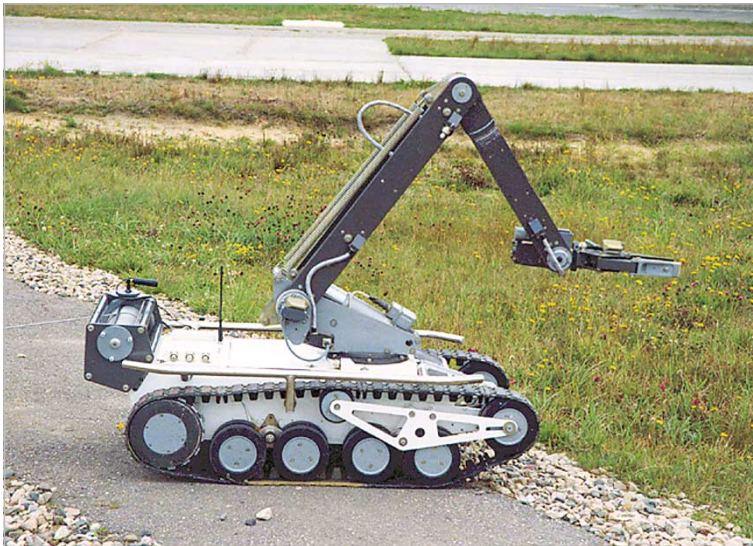
На Дальнем Востоке для ликвидации последствий тяжелых радиационных аварий в первую очередь могут привлекаться аттестованные спасатели, спецтехника и оборудование нештатного аварийно-спаса-



Учения на Билибинской АЭС. Директор АЭС в защищенном пункте управления во время видеоконференции с кризисным центром концерна «Росэнергоатом»

тельного формирования «ДальРАО», базирующегося в городе Фокино. В случае необходимости профессиональные спасатели будут срочно вызваны также из Читинской области, где в городе Краснокаменске дислоцируется отдельный военизированный горно-спасательный отряд Приаргунского производственного горно-химического объединения. Приаргунский отряд относится к силам постоянной готовности ОСЧС. Кроме этого могут привлекаться четыре других региональных аварийно-технических центра, оснащенных современным оборудованием и укомплектованных профессиональными кадрами спасателей.

Готовность персонала ядерно и радиационно опасных объектов к аварийным действиям достигается за счет систематических тренировок. Тренировки для специалистов



аварийно-спасательных формирований проводятся ежемесячно. Комплексные тренировки для персонала на базе структурных подразделений ядерно и радиационно опасных предприятий организуются раз в квартал. Штабные тренировки с органами управления ОСЧС объектового уровня с привлечением пункта управления штатного аварийно-спасательного формирования постоянной готовности проходят ежегодно.

В качестве примера можно назвать крупную противоаварийную тренировку на БАЭС в феврале 2005 года и командно-штабное учение в августе 2002 года, на ко-

Управляемый по радиоканалу робот может перемещать инструменты, приборы и вести с помощью трех телекамер осмотр в аварийной зоне



тором присутствовали международные наблюдатели из Департамента энергетики США и представители штата Аляска.

По результатам тренировок оценивается полнота и реальность противоаварийных планов, уточняются обязанности и функции должностных лиц, отрабатывается взаимодействие объектовых сил ОСЧС с органами управления и аварийными формированиями различного уровня, проверяется оснащенность сил ОСЧС и их готовность к действиям в аварийных условиях.



Учения на Билибинской АЭС. Развертывание военизированной пожарной части на площадке АЭС

## ОРГАНИЗАЦИЯ АВАРИЙНОГО РЕАГИРОВАНИЯ

Основная задача персонала аварийного объекта — предотвращение, управление и ликвидация аварий, при необходимости с помощью сил и средств ОСЧС. Организацией радиационной защиты населения и территорий за пределами санитарно-защитной зоны ядерно или радиационно опасного объекта занимаются органы управления территориальной подсистемы РСЧС.

РСЧС — единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций — была создана в 1994 году для объединения сил и средств органов власти различных уровней и организаций, уполномоченных заниматься вопросами защиты населения и территорий. Руководит деятельностью РСЧС Министерство по чрезвычайным ситуациям (МЧС) России.

В структуре РСЧС две подсистемы — функциональная и территориальная. Функциональные подсистемы РСЧС создаются федеральными органами исполнительной власти в профильных министерствах и ведомствах и имеют два уровня — федеральный и объектовый. ОСЧС Росатома является функциональной подсистемой РСЧС.

В территориальной подсистеме — пять уровней: федеральный, межрегиональный, региональный, муниципальный и объектовый. На каждом уровне есть координационные органы, постоянно действующие органы управления, органы повседневного управления, силы и средства, резервы финансовых и материальных ресурсов, системы связи, оповещения и информационного обеспечения.

В 2008 году в структуре МЧС России начал действовать Национальный центр управления в кризисных ситуациях. Первая его задача — ускорение и оптимизация действий РСЧС за счет возможностей постоянного визуального наблюдения за развитием ЧС, оперативного сбора и отображения дополнительной информации, экстренного доведения решений до исполнителей и обеспечения связи с местом события. В здании Национального центра в Москве предусмотрены места для специалистов всех федеральных органов, которые входят в РСЧС (включая Росатом) с прямым доступом к их ведомственным базам данных (например, к данным отраслевой АСКРО).

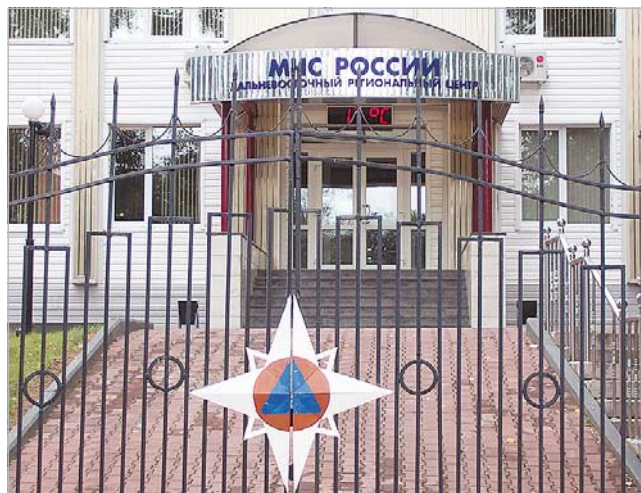


## Территориальная подсистема ДВФО

На Дальнем Востоке координирующим органом территориальной подсистемы РСЧС является находящийся в Хабаровске Дальневосточный региональный центр МЧС России. Он руководит подчиненными поисково-спасательными формированиями, воинскими частями гражданской обороны, подразделениями государственной пожарной службы, а также координирует деятельность Главных управлений МЧС России (ГУМЧС) на территории девяти субъектов Дальневосточного федерального округа.

В повседневной деятельности региональный центр поддерживает тесный контакт с Всероссийским научно-исследовательским институтом по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций и его лабораториями космического мониторинга в Красноярске и Владивостоке, а также с Всероссийским центром мониторинга и прогнозирования и с Управлением гидрометеослужбы территорий региона. В 2003 году в Хабаровском региональном центре был создан собственный центр мониторинга и прогнозирования, который собирает и анализирует информацию о потенциальных источниках ЧС и их причинах на территории ДВФО и сопредельных стран, прогнозирует последствия с детализацией до муниципального образования, города, района.

В 2005 году произошло разделение полномочий федерального центра с органами власти субъектов Российской Федерации, в том числе, в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (федеральный закон № 122 от 22.08.04). О том, как теперь организована работа территориальной подсистемы РСЧС, расскажем на примере Приморского края.



Дальневосточный региональный центр МЧС России

### Краевая подсистема РСЧС по Приморскому краю

Федеральные функции в краевой подсистеме реализует ГУМЧС по Приморскому краю. Его основные задачи — реализация государственной политики, осуществление надзорных и контрольных функций, организация и ведение гражданской обороны, экстренное реагирование при ЧС. В структуре ГУМЧС в Приморском крае есть собственный территориальный центр мониторинга и прогнозирования ЧС, который наряду с оперативным сбором и анализом информации организует лабораторный контроль с целью обнаружения радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды, продовольствия, питьевой воды, пищевого и фуражного сырья.

Функции предупреждения и ликвидации аварий, тушения пожаров и спасения людей на водных объектах входят в компетенцию субъекта РФ. Губернатор Приморского края является начальником гражданской обороны края и председателем краевой КЧС. Администрацией Приморского края создан специальный орган управления — государственное учреждение Приморского края по пожарной безопасности, делам гражданской обороны, защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (ГУПБ ГОЧС). Краевой орган управления формирует и поддерживает в готовности необходимые силы и средства, проводит обучение населения способам защиты при ЧС, создает и поддерживает запасы материально-технических, продовольственных, медицинских средств и средств индивидуальной защиты, а также обеспечивает их своевременную выдачу населению. При необходимости ГУПБ ГОЧС организует радиационную, химическую и другие виды разведки. В его штате есть квалифицированные специалисты по радиационной безопасности.

Совместно с ГУМЧС краевая служба ГУПБ ГОЧС планирует и осуществляет подготовку к эвакуации в безопасные районы, развертывание лечебных и других необходимых учреждений при ЧС межмуниципального и регионального характера, ведет оповещение и информирование населения, организует и проводит аварийно спасательные и другие неотложные работы, а также поддерживает общественный порядок в ходе их проведения.



**Куда обращаться в случае ЧС?**

<b>Орган управления</b>	<b>Оперативный дежурный (телефон)</b>	<b>Пресс-служба (телефон, электронная почта)</b>
МЧС России www.mchs.gov.ru	(495) 626-39-01	Управление информации и связи с общественностью (495) 668-05-36 (495) 449-99-99 (телефон доверия)
Дальневосточный региональный центр МЧС	(4212) 32-48-99	(4212) 32-56-91 press_dv@rbcmil.ru
ГУМЧС по Приморскому краю	(4232) 43-28-27	(4232) 43-23-74 gugochs2004@mail.ru
ГУМЧС по Хабаровскому краю	(4112) 42-49-97	(4112) 42-38-26 uprgo@uprgo.kht.ru
ГУМЧС по Чукотскому АО	(42722) 2-43-74	(42722) 2-84-44
Росатом www.minatom.ru	(495) 933-60-44; (495) 239-23-11	(495) 949-22-63 npokrovskaja@skc.ru



В городах в состав органов управления ГОЧС входят также службы «01», которые координируют действия дежурно-диспетчерских служб города, предприятий, организаций и учреждений (независимо от форм собственности и ведомственной принадлежности), сил наблюдения и контроля, а также сил постоянной готовности. Информация об аварии поступает в службу «01» от граждан (по единому выделенному телефонному номеру «01»), от диспетчерских служб организаций, а также от вышестоящих и взаимодействующих органов управления.

### *Координация действий при ЧС*

При поступлении сообщения о ЧС оперативная смена дежурно-диспетчерской службы «01» идентифицирует ситуацию и немедленно докладывает председателю краевой КЧС и начальнику управления по делам ГОЧС, проводит оповещение и сбор должностных лиц администрации и служб края, информирует взаимодействующие органы управления. Если ситуация угрожает жизни или здоровью людей, оперативный дежурный через свои средства оповещения доводит до населения информацию о способах защиты. После прибытия должностных лиц администрации края управление ситуацией переходит к ним. С этого момента служба «01» обеспечивает информационную поддержку деятельности администрации и ее взаимодействие со службами, привлекаемыми для ликвидации ЧС.



Оператор единой дежурно-диспетчерской службы «01»

В службах «01» в городах Находка, Уссурийск, Артем и Владивосток уста-



новлены аппаратно-программные комплексы для оперативного контроля состояния опасных объектов. Принцип действия этой системы такой же, как в АСКРО Билибинской АЭС. Стационарные объекты оборудуются различными датчиками для определения содержания вредных паров хлора, аммиака, горючих паров нефтепродуктов, пропана и др. На подвижной объект, перемещающий опасный груз, устанавливается мобильный терминал с системой навигации. Информация от контролируемых объектов непрерывно поступает по радиоканалу в диспетчерский центр службы «01».

### *Мониторинг состояния опасных производственных объектов*

Контроль потенциально опасных объектов осуществляется в ходе декларирования промышленной безопасности. Производственные объекты, на которых получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества, получают лицензию на эксплуатацию только после прохождения обязательной процедуры декларирования промышленной безопасности. К опасным веществам относятся воспламеняющиеся, окисляющие, горючие, взрывчатые, токсичные и вещества, представляющие опасность для природной среды.

Декларация промышленной безопасности эксплуатируемого объекта — это объемный документ, включающий в частности следующие перечни:

- ◆ перечень наиболее опасных составляющих и/или производственных участков декларируемого объекта с указанием показателей риска аварий;
- ◆ перечень наиболее значимых факторов, влияющих на показатели риска;
- ◆ перечень основных мер, направленных на уменьшение риска аварий.

Перечни составляются на основании детального анализа условий возникновения и развития аварий, оценок риска причинения вреда персоналу и населению, ущерба имуществу и вреда окружающей природной среде. Декларация содержит также сведения о профессиональной и противоаварийной подготовке персонала с указанием регулярности проверки знаний и ситуационные планы с анализом зон действия поражающих факторов,

сценарии аварийных ситуаций, анализ распределения потенциального территориального риска гибели людей от аварий по территории объекта и прилегающей местности.

Декларация представляется надзорным органам, а также органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органам местного самоуправления. Главы администраций городов и районов края систематически рассматривают ход декларирования безопасности внесенных в перечень объектов на заседаниях КЧС и принимают

Ядерно и радиационно опасные объекты проектируются с учетом розы ветров и строятся преимущественно с подветренной стороны по отношению к жилой территории, лечебно-профилактическим и детским учреждениям, а также к местам отдыха и спортивным сооружениям

необходимые решения для совершенствования проводимой работы и неукоснительного соблюдения сроков разработки деклараций.

В Приморском крае в государственном реестре по данным Ростехнадзора зарегистрировано более 4 тысяч опасных производственных объектов. На 79 из них имеются опасные химические вещества. К числу опасных производств относятся не только крупные предприятия химической и горнорудной промышленности, такие как горно-химическая компания «Бор» в Дальнегорске или горно-металлургический ком-

плексе «Дальполиметалл» во Владивостоке, но и использующие аммиак промышленные хладокомбинаты, применяющие хлор водопроводно-канализационные объекты и т.д.

К ядерно и радиационно опасным предприятиям в Приморском крае относятся судоремонтный завод «Звезда» в городе Большой Камень, судоремонтный завод в поселке Дунай и объекты «ДальРАО». При тяжелой аварии на этих предприятиях возможно радиационное воздействие на население и могут потребоваться меры по его защите. Все перечисленные предприятия так же в обязательном порядке проходят процедуру декларации промышленной безопасности и имеют соответствующие лицензии. Это означает, что руководством регулярно проводится всесторонняя оценка риска аварий и связанных с ними угроз, анализ достаточности принятых мер по предупреждению аварий, разрабатываются мероприятия по снижению масштаба их последствий.



### Роль местных органов власти

Задача местных властей, пожалуй, самая сложная — именно они принимают решения по радиационной защите населения, основываясь на тех мерах защиты, которые предлагают специалисты. Специалисты прогнозируют развитие радиационной ситуации, оценивают дозовые нагрузки на население и готовят рекомендации. Местное руководство принимает решение, ориентируясь на установленные Нормами радиационной безопасности уровни вмешательства, при этом учитывая не только мнение экспертов, но и множество привходящих обстоятельств, включая интересы конкретных людей.

Уровни вмешательства определены таким образом, чтобы предотвратить любые клинически определяемые эффекты облучения. Поэтому ни в одной из аварийных ситуаций на объектах ядерного комплекса, включая Чернобыль, не было случаев острой лучевой болезни у населения.

В первые дни после аварии уровни радиоактивности в окружающей среде снижаются достаточно 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

Максимальный защитный эффект дают меры, применяемые в ранние сроки после аварии. Своевременное укрытие населения и проведение йодной профилактики позволяют предотвратить переоблучение населения при значительно меньших затратах

психологический стресс, который может неблагоприятно сказаться на здоровье населения. Основной 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 уровни — нижний и верхний. Например, для экстренной эвакуации эти уровни определены как 50 и 500 мЗв за 10 суток. При дозовых нагрузках выше 500 мЗв эвакуация безусловно оправдана, при дозах ниже 50 мЗв она принесет больше вреда, чем пользы (см. таблицу 7).

В тех случаях, когда оцениваемые дозы находятся в диапазоне от 50 до 500 мЗв, решение об эвакуации должно приниматься с учетом конкретной обстановки и местных условий так, чтобы чистая польза от снижения дозы максимально превышала ущерб от

**ТАБЛИЦА 7.**

Критерии вмешательства в ситуации длительного радиологического воздействия в зависимости от годовой дозы

<b>Вмешательство</b>	<b>Годовая доза облучения, мЗв</b>
всегда оправдано	>100
может быть оправдано	>50
вряд ли оправдано	<10



вмешательства. Так, если оцениваемые дозы чуть выше 50 мЗв, 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 строгое соблюдение режима укрытия до того, как погодные условия станут приемлемыми для эвакуации.

Практика противоаварийных учений показывает, что в ситуации, когда прогнозируемые дозы попадают в «вилку» между нижним и верхним уровнем вмешательства, 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.

Радиойод опасен при аварии на действующем ядерном реакторе: «йодная опасность» существенно снижается, когда реактор выведен из рабочего состояния

### Способы защиты при аварии:

Эвакуация с загрязненных территорий;

Укрытие в защитных сооружениях;

Использование индивидуальных средств защиты;

Использование противорадиационных препаратов;

Исключение из употребления загрязненных продуктов и воды;

Ограничение доступа на загрязненную территорию;

Санитарная обработка людей, дезактивация одежды, техники и т.д.

**Эвакуация** применяется, если прогнозируемые дозы находятся в диапазоне 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 в дальнейшем радиогенных раковых заболеваний.

**Йодная профилактика** применяется, если в аварийном выбросе из ядерного реактора 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 препаратов стабильного йода. Йодная профилактика снижает дозы облучения щитовидной железы в несколько раз, тем самым уменьшая риск развития патологии.



## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АО — автономный округ

АПЛ — атомная подводная лодка

АСКРО — автоматизированная система контроля радиационной обстановки

АЭС — атомная электростанция

БАЭС — Билибинская атомная станция

ВМФ — Военно-морской флот

ГО — гражданская оборона

Группа ОПАС — группа оперативной помощи атомным станциям

ГУМЧС — Главное управление МЧС России

ГУПБ ГОЧС — государственное учреждение по пожарной безопасности, делам гражданской обороны, защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций

ДВФО — Дальневосточный федеральный округ

ЖРО — жидкие радиоактивные отходы

ИНЕС — шкала ядерных событий (от англ. INES — International Nuclear Event Scale)

КЧС — комиссия по чрезвычайным ситуациям

МАГАТЭ — Международное агентство по атомной энергии

МЧС — Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий

МЭД — мощность экспозиционной дозы

ОКЧС — отраслевая комиссия по чрезвычайным ситуациям

ОСЧС — отраслевая система предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций

ОЯТ — отработавшее ядерное топливо

ПДК — предельно допустимая концентрация

РАО — радиоактивные отходы

РИТЭГ — радиоизотопный термоэлектрический генератор

РСЧС — российская система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций

СКЦ — Ситуационно-кризисный центр

ТРО — твердые радиоактивные отходы

ЧС — чрезвычайная ситуация



## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Сивинцев Ю.В., Вакуловский С.М., Васильев А.П. и др. Техногенные радионуклиды в морях, омывающих Россию. Белая книга 2000. — М.: ИздАТ, 2005
2. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств. Ежегодник. — М.: Метеоагентство Росгидромета
3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2005 году», Министерство природных ресурсов РФ, М., 2006
4. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2004 году», Министерство природных ресурсов РФ, М., 2005
5. Государственный доклад «О санитарно эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2005», Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, М., 2006
6. Государственный доклад «О санитарно эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2004», Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, М., 2005
7. Христофорова Н.К. Экологические проблемы региона. Дальний Восток — Приморье. Учебное пособие. Владивосток; Хабаровск: Хабаровск. Кн. Изд-во. 2005
8. «Экология Владивостока и Приморья» веб-сайт ДВГИ ДВО РАН <http://www.fegi.ru/ecology/index.htm>
9. Шаров П.О. Загрязнение свинцом в поселке Рудная Пристань и его влияние на здоровье детей. — Владивосток: Дальнаука, 2005.



**Дальний Восток**  
**Атомные технологии и среда обитания**

Художник И. О. Дорошенко.  
Корректор Л. Ю. Лупач.

Издательство «Комтехпринт», Москва

Сдано в набор 25 сентября 2008 г.  
Подписано в печать 1 ноября 2008 г.

Формат 221×204. Печать офсетная. Гарнитура «Водопи».  
Усл. печ. л. 2,7. Уч.-изд. л. 2,4. Тираж 500.

Отпечатано типографией ООО «Инфолио-принт».