

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОЕКТ ПО ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ: РЕЗЮМЕ В ГЛУБИНАХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

КИРСТИ-ЛИЗА ШЁБЛОМ И ГОРДОН ЛИНСЛИ

В 1992 г. появились слухи о том, что бывший Советский Союз в течение более трех десятилетий осуществлял сброс радиоактивных отходов на мелководных участках арктических морей. Эта новость вызвала огромное беспокойство во многих странах, особенно в тех, у которых есть выход к Северному Ледовитому океану.

В начале 1993 г. администрацией президента России был опубликован документ с подробной информацией о проведенных в Советском Союзе в прошлом операциях по сбросу отходов. В соответствии с данным документом, именуемым "Белой книгой", сброшенные в арктические моря объекты включали шесть ядерных реакторов подводных лодок с отработавшим топливом; защитный блок реактора атомного ледокола с отработавшим топливом; десять ядерных реакторов без топлива; а также твердые и жидкие низкоактивные отходы.

Твердые отходы сбрасывались в Карское море, в основном в мелководных заливах Новой Земли на глубинах от 12 до 135 м и в Новоземельской впадине на глубине до 380 м. Жидкие низкоактивные отходы сбрасывались в открытых водах Баренцева и Карского морей.

В 1993 г. МАГАТЭ в ответ на обеспокоенность своих государств-членов и по просьбе стран — участниц Конвенции о предотвращении загрязнения моря сбросами отходов и других материалов приступило к осуществлению Международного проекта по оценке состояния морей Северного Ледовитого океана (ИАСАП). Проект преследовал две цели:

- оценка опасности для здоровья людей и состояния окружающей среды, связанной со сбросом радиоактивных отходов в Карское и Баренцево моря;
- изучение возможных коррективных мер в связи со сбросом радиоактивных отходов и представление рекомендаций относительно их необходимости и оправданности.

В осуществлении проекта принимали участие свыше 50 экспертов из 14 стран под руководством Международной консультативной группы. Сфера их деятельности включала:

- изучение радиационной обстановки в арктических водах;
- прогнозирование потенциальных утечек из сброшенных отходов в будущем;
- моделирование перемещения высвободившихся радионуклидов в окружающей среде и оценка связанного с этим радиационного воздействия на человека и биоту; и
- изучение технико-экономической обоснованности, затрат и выгод возможных коррективных мер.

РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА

Для оценки инвентарных количеств продуктов распада, продуктов активации и актинидов в проекте использовалась информация, основанная на истории эксплуатации и расчетных данных по нейтронным спектрам захороненных реакторов и топливных сборок. Был сделан вывод, что суммарная радиоактивность высокоактивных отходов на время их сброса составляла 37 ПБк. Соответствующее инвентарное количество сброшенных высокоактивных отхо-

дов в 1994 г. оценивалось в 4,7 ПБк. Основными радионуклидами в 1994 г. были цезий-137, стронций-90, никель-63 и кобальт-60. В далеком будущем (3000 г.) доминирующими в инвентарном количестве станут изотопы плутония и никель-59.

Радионуклиды в окружающей среде. Открытая акватория Карского моря является относительно незагрязненной по сравнению с некоторыми другими морскими районами. Основными источниками его загрязнения искусственными радионуклидами являются непосредственные осаждения из атмосферы и стоки глобальных радиоактивных выпадений, обусловленных испытаниями ядерного оружия, сбросы заводов по переработке ядерного топлива в Западной Европе, а также выпадение радиоактивных осадков вследствие аварии на Чернобыльской АЭС.

Измерения материалов окружающей среды свидетельствуют о том, что годовые индивидуальные дозы облучения от искусственных радионуклидов в Карском и Баренцевом морях в настоящее время являются исключительно низкими и составляют от 2 до 10 микроЗв. Повышенные концентрации определенных радионуклидов были отмечены в отложениях на расстоянии нескольких метров от контейнеров с низкоак-

Г-жа Шёблом — сотрудник Секции безопасности отходов Отдела радиационной безопасности и безопасности отходов; г-н Линсли — руководитель Секции. Более подробную информацию о проекте ИАСАП и его результатах можно найти в статьях "Бюллетеня МАГАТЭ", том 37, № 2 (1995 г.) и том 39, № 2 (1997 г.).

тивными отходами, что предполагает наличие утечек в данных контейнерах. Однако эти утечки не привели к поддающемуся измерению повышению содержания радионуклидов на внешних участках заливов и в открытой акватории Карского моря.

ПОТЕНЦИАЛЬНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ В БУДУЩЕМ

Интенсивность выделения радионуклидов в окружающую среду будет зависеть от целостности материалов конструкции реактора, дополнительных защитных барьеров, установленных перед сбросом отходов, и самого ядерного топлива.

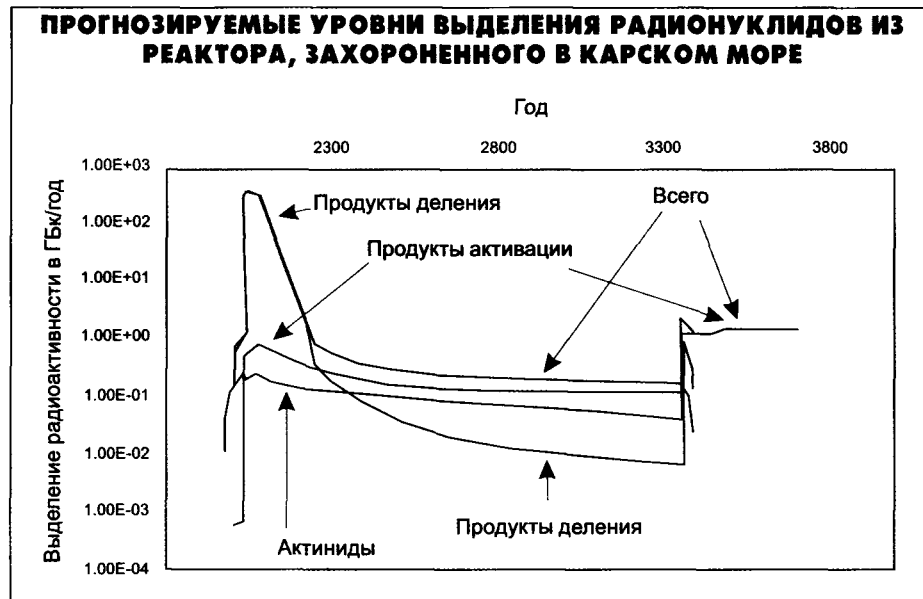
Конструкция и состав защитных барьеров для каждого сброшенного объекта с высокоактивными отходами подверглись детальному изучению, а при расчете интенсивности выделения использовались оптимальные значения скорости коррозии и срока службы барьеров. Внешние события, такие как столкновения с судами или, в более общем плане, глобальное похолодание с последующей очисткой заливов ледниками, могут также привести к повреждению защитной оболочки.

Были рассмотрены следующие сценарии возможного поступления радионуклидов в окружающую среду:

- оптимальный расчетный сценарий — выделение радионуклидов происходит вследствие постепенной коррозии защитных барьеров, контейнеров и распада самого топлива;

- два сценария в случае катастроф, приводящих в определенные моменты времени к мгновенному или ускоренному выбросу остающегося инвентарного количества радионуклидов.

Уровни интенсивности выделения нуклидов прогнозировались в соответствии с оптимальным расчетным сценарием для одного из захороненных реакторов (см. график). Полученные уровни интенсивности использо-



вались в математических моделях поведения радионуклидов в окружающей среде для оценки доз облучения, получаемых людьми и биотой.

Расчет доз облучения. Такой расчет проводился в отношении отобранных групп населения, населения мира, а также флоры и фауны.

Индивидуальные дозы. Для оценки индивидуальных доз были рассмотрены три группы населения. Расчеты индивидуальных доз проводились для периодов времени, охватывающих пиковые мощности этих доз по каждому из трех сценариев.

- Группа 1 — группа населения, существование которой в высшей степени зависит от потребления рыбных продуктов Карского моря, морских млекопитающих, морских птиц и их яиц и представители которой проводят 250 часов в год на морском побережье.

- Группа 2 — гипотетическая группа военного персонала, патрулирующего береговую полосу заливов предположительно в течение 100 часов в год. Рассматриваемые источники облучения включают внешнюю радиацию, а также вдыхание морских брызг и находящихся в них во взвешенном состоянии осадочных частиц.

- Группа 3 — считающаяся репрезентативной для населения севера России группа потребителей морепродуктов (рыбы, моллюсков и ракообразных), добываемых в Баренцевом море.

Максимальные годовые индивидуальные дозы облучения для каждой группы потребителей морепродуктов (группы 1 и 3) по всем трем сценариям являются низкими (менее 1 микроЗв) и еще менее значительными по сравнению с вариациями в природных фоновых дозах. (Годовые дозы для групп 1 и 3, полученные от природного полония-210, содержащегося в морепродуктах, составляют 500 микроЗв и 100 микроЗв, соответственно.) Дозы для гипотетической критической группы военного персонала, патрулирующего залив (группа 2), выше, но тем не менее они вполне сравнимы с дозами, обусловленными природной фоновой радиацией, — в среднем 2400 микроЗв (см. табл. на стр. 20).

Коллективные дозы. Расчет коллективных доз проводился лишь по оптимальному расчетному сценарию выделения радионуклидов. Коллективная доза для населения мира, полученная вследствие рассеяния радионуклидов в мировых океанах (кроме углерода-14 и йода-129), рассчитывалась на пери-

РАСЧЕТЫ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ В РАМКАХ ПРОЕКТА

Максимальные суммарные годовые индивидуальные дозы облучения для отобранных групп населения (микроЗв/год)

Сценарий	Годовые дозы для потребителей морепродуктов	Годовые дозы для военного персонала
Оптимальный расчетный сценарий	<0,1	700
Сценарии в случае катастроф	0,3—1	3000—4000
Коллективные дозы для населения мира (чел./Зв)		
	Отрезок времени (до указанного года)	
	2050	3000
Нуклиды, за исключением углерода-14 и йода-129	0,01	1
Углерод-14	отсутствует	8
Йод-129	отсутствует	0,0001
Всего		~10

од до 2050 г. с целью получения информации относительно коллективной дозы для нынешнего поколения и на следующие 1000 лет, охватывающих период предполагаемых пиковых выбросов. Указанные коллективные дозы составляют 0,01 чел./Зв и 1 чел./Зв для каждого периода, соответственно.

Если предположить, что все количество углерода-14 в отходах будет высвобождено примерно к 2000 году, и присовокупить полученную дозу применительно к населению мира на 1000 лет вперед (т. е. до 3000 г.), получим коллективную дозу порядка 8 чел./Зв. Соответствующий показатель для йода-129 намного ниже и равняется 0,0001 чел./Зв. Таким образом, суммарная коллективная доза для населения мира составит за последующие 1000 лет примерно 10 чел./Зв (см. табл.).

Доза для флоры и фауны. Были подсчитаны дозы облучения для целого ряда популяций живых организмов — от зоопланктона до китов, — оказавшиеся очень низкими. Пиковые дозы облучения, прогнозируемые в данной оценке, составляют примерно 0,1 мкГр/ч. Такая мощность дозы, как считается, вряд ли способна причинить какой-либо ощутимый вред в том, что касается заболеваемости, смертности, фертильности, плодородия и коэффициента мутации, которые

могут повлиять на сохранение здоровых популяций.

Следует также отметить, что лишь незначительная часть популяций биоты местных экосистем может подвергнуться воздействию высвобожденных радионуклидов.

РАССМОТРЕНИЕ КОРРЕКТИВНЫХ МЕР

В отношении возможных коррективных мер было проведено предварительное изучение инженерно-технического обоснования и затрат для контейнера с отработавшим топливом с атомного ледокола. Защитная сборка с ледокола содержит наибольшее инвентарное количество радионуклидов из всех захороненных объектов и располагает наилучшей документальной базой, касающейся конструкции и защитных барьеров.

Эксперты по подъему затопленных объектов выбрали для более тщательного изучения два потенциально реальных варианта коррективных мер. Первый вариант предусматривал накрытие объекта на месте коллаком из бетона или другого подходящего материала в целях его инкапсулирования. Вторым вариантом предполагал извлечение объекта на сушу. Оба варианта представлялись технически осуществимыми. Стоимость операции на море была оценена в 5—13 млн. долл. США.

Принятие решения о необходимости коррективных мер требует рассмотрения целого ряда факторов. С точки зрения перспектив радиационной защиты эти факторы включают рассмотрение доз и рисков облучения в отношении наиболее уязвимых лиц (критическая группа) в случае непринятия коррективных мер, а также степени улучшения их положения в случае, если меры принимаются. Другой фактор касается суммарного воздействия на здоровье уязвимого населения (пропорционально коллективной дозе), а также степени уменьшения подобного воздействия в случае принятия коррективных мер.

ВЫВОДЫ В РАМКАХ ПРОЕКТА

В результате осуществления проекта сделан ряд выводов:

- Мониторинг показал, что выделение радиоактивных продуктов из идентифицированных сборочных объектов является незначительным и локализовано в непосредственной близости от мест сброса.

- Прогнозируемые возможные дозы облучения для представителей типичных групп местного населения, обусловленные захороненными в Карском море радиоактивными отходами, являются очень низкими — менее 1 мкЗв в год. Прогнозируемые возможные дозы для гипотетической группы военного персонала, патрулирующего прибрежные участки заливов, в которых проводился сброс отходов, выше — до 4000 мкЗв в год, но они также остаются на уровне средних годовых доз, получаемых от природной фоновой радиации.

- Дозы облучения морской фауны незначительны, на порядки ниже тех доз, которые могли бы оказать вредное воздействие на популяции фауны.

- Что касается коррективных мер, то с радиологической точки зрения принятие их неоправданно. □