II.Экология

УДК 551.464.1:544.58(268.4)

Совместные российско-норвежские исследования радиоактивного загрязнения западных арктических морей в районах, подверженных воздействию локальных источников

А.И. Никитин, доктор географических наук,
В.М. Шершаков, доктор технических наук,
ГУ «НПО «Тайфун» Росгидромет,
Ю.С. Цатуров, кандидат технических наук,
Росгидромет

В статье приводятся и обсуждаются основные результаты, полученные в ходе совместных российско-норвежских исследований радиоактивного загрязнения морей западной Арктики, обусловленного воздействием локальных источников. Совместные работы специалистов России и Норвегии в данном направлении начались в 1992 г., в рамках сотрудничества в области охраны окружающей среды, ввиду обеспокоенности обеих сторон возможными последствиями сброса и захоронения радиоактивных отходов (РАО) в арктические моря. Для координации работ была образована совместная российско-норвежская группа экспертов по изучению радиоактивного загрязнения северных территорий. В 1992 г. данной группой была проведена первая совместная морская экспедиция по изучению общего состояния радиоактивного загрязнения Карского и Баренцева морей, а в 1993-1994 гг. две совместные экспедиции непосредственно в районы захоронений РАО в Карском море. В дальнейшем сфера деятельности совместной группы экспертов расширилась, в частности, в плане изучения влияния береговых радиационно-опасных объектов на радиоактивное загрязнение прибрежных вод (в 1998 г. проведено совместное обследование акватории РТП «Атомфлот» в Кольском заливе) и проведения совместного мониторинга при аварийных ситуациях (в 2001 г. проведен совместный мониторинг возможного радиоактивного загрязнения Баренцева моря в районе гибели АПЛ «Курск» в связи с ее подъемом). С 2006 г. по настоящее время Росгидрометом и Норвежским агентством по радиационной защите ведутся работы по совместному проекту по мониторингу «Исследование радиоактивного загрязнения морской среды Баренцева моря».

Введение

Актуальность задачи мониторинга радиоактивного загрязнения западных арктических морей для России и соседней Норвегии очевидна и со временем не снижается. Прежде всего это связано с тем, что от бывшего СССР Россия получила ряд нерешенных проблем, связанных с обращением с радиоактивными отходами базирующихся в Арктике военного и гражданского атомных флотов; хранением на береговых и плавучих технических базах отработавшего ядерного топлива атомоходного флота, с утилизацией выведенных из боевого состава атомных подводных лодок и др. Наличие каждой из этих про-

блем связано с угрозой возможного радиоактивного загрязнения морской среды локального и регионального масштабов, тем более, что на береговых технических базах ВМФ в прошлом имели место радиационные аварии с выбросом радионуклидов в окружающую среду (например, в губе Андреева).

Вдоль западного побережья Норвегии в Арктику идет перенос атлантических вод (с ответвлением течения Гольфстрим). Хорошо известно, что именно с течением Гольфстрим в Арктику поступают радиоактивные отходы, сбрасываемые западноевропейскими предприятиями по переработке отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) в прибрежные воды своих морей: в Ирландское море предприятием в Селлафилде (Англия) и в воды пролива Ла-Манш предприятием на мысе Аг (Франция). Хотя в настоящее время сбросы этих предприятий низки, мы не можем исключить аварийных сбросов в будущем. Кроме того, этим же путем идет и перенос в Арктику радионуклидов из Балтийского моря, на побережье которого расположено несколько атомных электростанций.

В Северном и Норвежском морях уже давно идут работы по морской добыче нефти. Интенсифицируются работы по морской добыче нефти и газа и в Баренцевом море. Установлено, что данный вид деятельности приводит к увеличению содержания в объектах морской среды природных радионуклидов (в основном, вследствие сброса в море технологических вод), что обусловливает необходимость организации исследований содержания естественных радионуклидов в объектах морской среды западных арктических морей.

В арктических морях и собственно в Северном Ледовитом океане курсируют атомные подводные лодки и атомные ледоколы. Катастрофы с АПЛ «Комсомолец», АПК «Курск» и АПЛ К-159 свидетельствуют о том, что вероятность аварийного поступления радионуклидов в морскую среду достаточно высока. На побережье Баренцева и Белого морей расположены также и места базирования и технического обслуживания военного и гражданского атомных флотов. Кроме того, в России начаты работы по созданию серии плавучих атомных электростанций. В будущем они будут обслуживать труднодоступные арктические населенные пункты, и, возможно, и районы морской добычи нефти и газа.

В надежных и регулярных данных о состоянии радиоактивного загрязнения окружающей среды западной Арктики заинтересованы как Россия, так и Норвегия. Российская и норвежская общественность должна быть уверена в способности как своих, так и других стран обращаться с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами, и, что самое главное, надежно изолировать их от биосферы. Для решения этой важной задачи и нужны совместные исследования радиоактивного загрязнения окружающей среды, прежде всего, в районах Арктики, подверженных, или могущих подвергнуться воздействию локальных источников радиоактивного загрязнения.

Совместные работы специалистов России и Норвегии по изучению радиоактивного загрязнения западных арктических морей начались в 1992 г. в рамках сотрудничества в области охраны окружающей среды. Исследования были начаты ввиду обеспокоенности обеих сторон возможными последствиями сброса и захоронения радиоактивных отходов (РАО) в арктических морях [1]. Для координации работ была образована совместная российско-норвежская группа экспертов по изучению радиоактивного загрязнения северных территорий. В 1992 г. была проведена первая совместная морская экспедиция по изучению общего состояния радиоактивного загрязнения Карского и Баренцева морей, а в 1993-1994 гг. две совместные экспедиции непосредственно в районы захоронений РАО в Карском море. Все эти три совместные морские экспедиции были проведены на борту НИС «Виктор Буйницкий» ГУ «Мурманское УГМС». В дальнейшем сфера деятельности совместной группы экспертов расширилась, в частности, в плане изучения влияния береговых радиационно-опасных объектов на радиоактивное загрязнение прибрежных вод (в 1998 г. проведено совместное обследование акватории РТП «Атомфлот» в Кольском заливе) и проведения совместного мониторинга при аварийных ситуациях (в 2001 г. проведен совместный мониторинг возможного радиоактивного загрязнения Баренцева моря в районе гибели АПЛ «Курск» в связи с ее подъемом). С 2006 г. по настоящее время Росгидрометом и Норвежским агентством по радиационной защите ведутся работы по совместному проекту по мониторингу «Исследование радиоактивного загрязнения морской среды Баренцева моря». Ниже мы приводим краткое изложение основных результатов, полученных в ходе совместных исследований.

Исследования радиоактивного загрязнения морской среды в районах захоронений радиоактивных отходов

Результаты совместной экспедиции 1992 г. в Карское и Баренцево моря показали, что захоронение РАО не повлияло на общий уровень радиоактивного загрязнения в Карском и Баренцевом морях. Однако было нельзя исключить прямые локальные

эффекты непосредственно в местах захоронения, в связи с чем в 1993-1994 гг. были обследованы наиболее важные с радиоэкологической точки зрения районы, в которых, согласно [1, 2], были затоплены объекты с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ):

- залив Цивольки (экранная сборка атомного ледокола «Ленин» с частью ОЯТ, а также реакторный отсек атомохода с реакторами без ОЯТ);
- залив Степового (АПЛ с ОЯТ);
- район захоронений в Новоземельской впадине (реактор АПЛ с ОЯТ);
- залив Абросимова (реакторные отсеки АПЛ с реакторами с ОЯТ и без него). В этих районах проводилось также затопление и других видов РАО (контейнеры с твердыми РАО (ТРО), загруженные ТРО суда, ТРО без упаковки).

В ходе этих совместных исследований впервые были проведены работы по поиску и обследованию затопленных объектов с РАО и ОЯТ, в ходе которых установлены точные координаты затопления ряда радиоэкологически значимых затопленных объектов и проведено их визуальное и инструментальное обследование с помощью управляемых на расстоянии подводных аппаратов (УПА), оснащенных видеокамерами и другим необходимым оборудованием. На *рис. 1* в качестве примеров приведены кадры подводной видеосьемки некоторых объектов, затопленных в заливах Степового и Абросимова.

В *табл. 1-3* в обобщенном виде приведены результаты определения содержания искусственных радионуклидов в морской воде и донных отложениях, полученные в ходе трехлетнего цикла работ [3]. В ходе натурных исследований, проведенных в районах затопления РАО, установлено, что повышенное (а в некоторых случаях высокое) содержание искусственных радионуклидов имеет место в донных отложениях заливов Абросимова и Степового вблизи ряда затопленных объектов с радиоактивными веществами. В донных отложениях обоих заливов присутствуют радиоактивные частицы. Уже на расстоянии нескольких десятков метров от затопленных объектов наблюдалось существенно меньшее содержание искусственных радионуклидов в донных отложениях, которое сопоставимо, а во многих случаях и совпадает с имеющим место в открытом Карском море вдали от мест захоронений. В заливе Цивольки наличие следов ^{60}Co в донных отложениях свидетельствовало о некоторой утечке радионуклидов из затопленных в этом заливе объектов с радиоактивными веществами. В обследованных точках района затоплений РАО в Новоземельской впадине не было обнаружено признаков утечки радиоактивных веществ из затопленных объектов. Повышенное по сравнению с районами открытого Карского моря содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в воде было отмечено только в 1993 г. в придонных водах внутренней части залива Степового.

Рис. 1
Примеры отображений на экране гидролокатора кругового обзора некоторых объектов с РАО, затопленных в заливах восточного побережья Новой Земли – баржи с РАО в заливе Абросимова (вверху) и контейнеров с РАО во внутренней части залива Степового (внизу), а также кадры визуального обследования этих объектов с помощью установленной на УПА видеокамеры [4]

Таблица 1

Искусственные радионуклиды в пробах донных отложений,
отобранных в заливах Абросимова и Степового
вблизи затопленных объектов с радиоактивными веществами, Бк/кг сухого веса, [3]

Объект	^{137}Cs	^{90}Sr	^{60}Co	$^{239,240}Pu$
Залив Абросимова				
Контейнеры	23 – 31000	4 – 3800	0,4 – 172	1 – 18
Баржа 1	46 – 196	0,3 – 3	1 – 2,5	1 – 2,6
Баржа 2	38 – 120	0,3 – 2	0,5 – 1,5	1 – 1,1
Баржа 3	39 – 54	1,3	1 – 53	0,7 – 1
Реакторные отсеки № 1 и 2	33 – 8445	8 – 3250	1 – 61	1 – 5
Реакторный отсек № 3	43 – 61	0,4 – 22	1 – 11	1 – 1,3
Залив Степового				
Контейнеры	1 – 109000	0,4 – 310	< 0,2 – 3150	< 0,1 – 15
Подводная лодка	4 – 1670	0,4 – 8	< 0,1 – 6	< 0,1 – 6

Таблица 2

^{137}Cs и ^{90}Sr в морской воде в исследованных местах захоронения РАО,
в сравнении с результатами экспедиции 1992 г. в открытом Карском море, Бк/м^3, [3]

Горизонт	Залив Абросимова		Залив Цивольки		Залив Степового		Новоземельская впадина		Карское море	
	(1994)		(1993)		(1993, 1994)		(1993)		(1992)	
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
Поверхность	4 – 7	2 – 4	4 – 6	4 – 6	3 – 9	2 – 7	4 – 7	2 – 3	3 – 8	3 – 11
Придонные воды	4 –9	2 – 4	6 – 14	3 – 4	6 – 31	3 – 26	7 – 14	2 – 3	8 – 20	4 – 6

Проведенные совместные исследования показали, что воздействие сброса и захоронения радиоактивных отходов практически не сказывается на уровнях радиоактивного загрязнения открытых районов арктических морей. Наблюдаемые в районах открытого моря в Северном регионе уровни радиоактивного загрязнения сформировались, главным образом, в результате глобальных атмосферных выпадений продуктов испытаний ядерного оружия; переноса с морскими течениями радиоактивных отходов западноевропейских предприятий по переработке отработавшего ядерного топлива (главным образом, радиоактивных отходов радиохимического комплекса в Селлафилде, Великобритания); поступления продуктов аварийного выброса на Чернобыльской АЭС в 1986 г.

Было показано, что в районах захоронения РАО в заливах восточного побережья Новой Земли имеют место локальные эффекты, которые проявляются в виде небольших участков загрязненного радионуклидами дна в непосредственной близости к некоторым затопленным объектам (наиболее ярко локальное воздействия выражено в заливах Абросимова и Степового). Воздействие проведенных затоплений РАО на радиоактивное загрязнение морской воды оказалось несущественным.

В августе-сентябре 2002 г. в рамках проекта МНТЦ № 2254 «Поиск, оценка состояния и способы защиты затопленной в Карском море упаковки с ядерным топливом аварийного реактора ледокола «Ленин» (координация работ по этому проекту осуществлялась совместной российско-норвежской группрой экспертов по изучению радиоактивного загрязнения северных территорий) Росгидрометом была проведена экспедиция в Карское море, в ходе которой было выполнено повторное обследование радиоактивного загрязнения морской среды в заливе Абросимова [5].

Сравнение данных первого (1994 г.) и повторного (2002 г.) обследований радиоактивного загрязнения морской среды в заливе Абросимова позволило заключить, что радиационная обстановка на основной части акватории залива Абросимова в 2002 г. не только не изменилась в худшую сторону по сравнению с имевшей место в 1994 г., но и улучшилась. Для наглядности на *рис. 2*. приведены пространственные распределения содержания ^{137}Cs в поверхностном слое донных отложений по акватории залива Абросимова, построенные по данным 1994 и 2002 гг. Как и в 1994 г., существенное увеличение уровней загрязнения донных отложений ^{137}Cs, ^{90}Sr, ^{60}Co и $^{239,240}Pu$ наблюдалось только в непосредственной близости к затопленным объектам. Полученные результаты свидетельствовали о том, что за прошедшие между двумя съемками 8 лет не было заметного поступления радионуклидов в морскую среду из затопленных в заливе объектов.

Таблица 3

Концентрации ^{137}Cs и ^{60}Co в поверхностном слое донных отложений (0 – 2 см) в исследованных местах захоронения РАО, в сравнении с результатами экспедиции 1992 г. в открытое Карское море, Бк/кг сухого веса, [3]

Залив Абросимова		Залив Цивольки		Залив Степового		Новоземельская впадина		Карское море	
1994 г.		1993 г.		1993, 1994 гг.		1993 г.		1992 г.	
^{137}Cs	^{60}Co	^{137}Cs	^{60}Co	^{137}Cs	^{60}Co	^{137}Cs	^{60}Co	^{137}Cs	^{60}Co
9 – 8445	< 1 – 66	4 – 30	< 1 – 4	8 –109000	<1– 3150	7 – 30	< 1	2 – 53	< 1

Таблица 4

Искусственные радионуклиды в пробах воды Кольского залива на акватории РТП «Атомфлот» (август – сентябрь 1998 г.), [6]

Вид пробы	^{137}Cs Бк/м^3	^{90}Sr (раствор) Бк/м^3	$^{239,240}Pu$ (раствор) мБк/м^3	^3H кБк/м^3
Поверхностная морская вода	3,0 – 7,1 – раствор <0,05 – 3,5 – взвесь 3,0 – 8,9 – сумма	2,4 – 4,9	17,9 – 70*	5,6 – 12,7
Поверхностная морская вода	4,1 – 4,7 – раствор <0,05 – 0,8 – взвесь	2,0 – 3,3	15,7 – 40	1,4 – 5,6
Технологическая вода, поступающая в Кольский залив	26 – 63 – раствор <1,7 – 13,6 – взвесь	–	Не определялось	740 – 1840

* Верхний предел относится к нефильтрованной воде.

Мониторинг радиоактивного загрязнения морской среды в районе сброса технологических вод установки по переработке жидких радиоактивных отходов на РТП «Атомфлот»

На РТП «Атомфлот» действует установка по переработке ЖРО, технологические воды которой с концентрациями искусственных радионуклидов ниже допустимых уровней сбрасывают в прибрежные воды Кольского залива севернее Мурманска. В 1990-х установка модернизировалась с целью увеличения объема обрабатываемых ЖРО. В 1998 г. на акватории РТП «Атомфлот» была проведена совместная фоновая съемка радиоактивного загрязнения акватории перед пуском модернизированной установки [6]. В *табл. 4* в обобщенном виде приведены полученные данные по содержанию ^{137}Cs, ^{90}Sr, $^{239,240}Pu$ и ^{3}H в морской и технологической воде, поступающей в Кольский залив. Содержание других искусственных радионуклидов оказалось ниже предела чувствительности использованных методов. Результаты показали, что искусственная радиоактивность морской воды на акватории предприятия низка. В морских водорослях на акватории РТП «Атомфлот» наблюдался более широкий спектр зарегистрированных искусственных гамма-излучателей по сравнению с водой (дополнительно зарегистрированы ^{152}Eu, ^{154}Eu, ^{155}Eu, ^{60}Co). Содержание отдельных радионуклидов варьировало в широких пределах, например, в ламинариях концентрация ^{137}Cs составляла от 3,0 до 260 Бк/кг сухого веса.

Полученные результаты по пространственно-глубинному распределению радионуклидов в донных отложениях свидетельствовали о неравномерности распределения радионуклидов по акватории предприятия, например, концентрация ^{137}Cs варьировала от 8,4 до 630 Бк/кг сухого веса. При этом существенную роль играют радиоактивные частицы (в отдельных слоях отложений до 40% активности ^{152}Eu было связано с единственной выделенной частицей).

Таким образом, в результате фонового обследования выявлено присутствие (в низких концентрациях) в компонентах морской среды ряда искусственных радионуклидов, связанных с деятельностью предприятия. По всей вероятности, присутствие в морской среде выявленных техногенных радионуклидов связано не только со сбросами технологических вод установки по переработке ЖРО, но также обусловлено интегральным воздействием всех других возможных их источников, таких как перегрузки ядерного топлива, сбросы технологической воды, ремонтные работы и другие. Полученные данные явятся исходными при отслеживании воздействия модернизированной установки по переработке ЖРО на радиоактивное загрязнение морской среды прилегающей акватории Кольского залива.

а) 1994 г. *б) 2002 г.*

Рис. 2
Сопоставление пространственных распределений ^{137}Cs (Бк/кг сухого веса) в поверхностном слое донных отложений залива Абросимова в 1994 и 2002 гг. Результаты по пробам, отобранным вплотную к затопленным объектам, исключены из рассмотрения

Рис. 3
Совместные работы по мониторингу возможного радиоактивного загрязнения Баренцева моря во время подъема АПЛ «Курск». Вверху – район гибели АПЛ «Курск» во время ее подъема. Слева – отбор проб донных отложений для оперативного радионуклидного анализа

Мониторинг радиоактивного загрязнения морской среды в связи с гибелью АПЛ «Курск» в Баренцевом море

Совместные экспедиционные работы по мониторингу состояния морской среды в связи с подъемом АПЛ «Курск» были проведены в период с 25 сентября по 10 октября 2001 г. на борту ОИС «Семен Дежнев» Северного флота *(рис. 3)*. Во время экспедиции работы были проведены в 4 этапа:

- в фоновом районе Баренцева моря (вдали от точки гибели АПЛ) до подъема АПЛ;
- в районе гибели АПЛ «Курск» до начала подъема;
- в районе гибели АПЛ «Курск» в процессе ее подъема;
- непосредственно в месте гибели АПЛ «Курск» после удаления из него АПЛ.

В табл 5 в обобщенном виде приводятся данные оперативных γ-спектрометрических измерений проб, проведенных участниками на борту экспедиционного судна. Искусственных гамма-излучателей, которые могли бы быть индикаторами утечки радионуклидов из погибшей АПЛ (^{134}Cs, ^{60}Co и др.), в исследованных объектах морской среды обнаружено не было.

Содержание ^{137}Cs составило около 3 Бк/ м^3 в морской воде, менее 2-4 Бк/кг сырого веса в поверхностном слое донных отложений и рыбе. Такие уровни содержания радионуклида были обычны для Баренцева моря в тот период. Увеличения содержания ^{137}Cs в объектах морской среды в результате подъема АПЛ «Курск» не было отмечено. По результатам лабораторного радиохимического анализа [8], содержание ^{90}Sr в пробах поверхностной и придонной воды в месте нахождения АПЛ «Курск» после ее подъема, составило 5.1±0.6 Бк/м^3 и 1.6±0.2 Бк/м^3 соответственно. Содержание ^{239,240}Pu

Таблица 5

Обобщенные результаты бортовых измерений ^{137}Cs в пробах морской среды, отобранных в ходе совместных российско-норвежских работ по мониторингу радиоактивного загрязнения морской среды в связи с подъемом АПЛ «Курск» [7]

Место и дата отбора	Поверхностная и придонная вода (фильтрат), Бк/м^3	Поверхностный слой донных отложений, Бк/кг сырого веса	Рыба, Бк/кг сырого веса
Фоновый район Баренцева моря 25.09.2001–27.09.2001	2,5 – 2,7	1,7 – 3,1	<5
Район гибели АПЛ «Курск», до подъема 28.09.2001–7.10.2001	2 – 3	<3	<5
Район гибели АПЛ «Курск», во время подъема 8.10.2001	2,5 – 3	<2	–
Район гибели АПЛ «Курск», после подъема 9–10.10.2001	2,5 – 3	<3	<3

Станции России

Станции Норвегии

Рис. 4

Расположение станций отбора проб морской среды в рамках совместного проекта по мониторингу

Рис. 5
Отбор проб морской среды на российской станции прибрежного мониторинга.
Слева: отбор проб водорослей во время отлива; справа: отбор проб воды в районе пос, Териберка

составило 13.4±2.4 мБк/м^3 в поверхностной воде и 3.8±1.1 мБк/м^3 в придонной воде. Измеренные уровни содержания ^{90}Sr и ^{239,240}Pu в воде также соответствовали характерным уровням, имевшим место в Баренцевом море. Таким образом, какого-либо влияния операции по подъему АПК «Курск» на радиоэкологическую обстановку в исследованном районе Баренцева моря не было обнаружено.

Совместный российско-норвежский проект по мониторингу «Исследование радиоактивного загрязнения морской среды Баренцева моря»

Работы по совместному российско-норвежскому проекту по мониторингу «Исследование радиоактивного загрязнения морской среды Баренцева моря» были начаты в 2006 г. Основная направленность проекта – разработка и реализация единой мониторинговой программы, с едиными объектами наблюдений и едиными методическими принципами, и в конечном итоге, возможность для обеих стран отслеживать тренды в радиационной обстановке как в прибрежных районах Баренцева моря, так и в районах открытого моря. Работы по проекту координируются Норвежским Агентством по радиационной защите со стороны Норвегии и Росгидрометом со стороны России, ведущие организации с российской и норвежской стороны – Норвежское агентство по радиационной защите и ГУ «НПО «Тайфун» Росгидромета. Организации-соисполнители с российской стороны: Мурманское территориальное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружаю-

Рис.6. Содержание искусственных радионуклидов в пробах морской воды в 2006-2009 гг.
Слева – прибрежные воды Кольского полуострова, справа – открытое Баренцево море

щей среды (ГУ «Мурманское УГМС») и Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М.Книповича (ПИНРО). Цели проекта:

- измерение существующих уровней загрязнения морской среды искусственными и природными радионуклидами в районах российского и норвежского побережий Баренцева моря (прибрежный мониторинг) и в районах открытого Баренцева моря *(рис. 4, 5);*
- получение экспериментальных параметров, необходимых для радиоэкологического моделирования экосистемы Баренцева моря;
- разработка (на основе данных, полученных в ходе реализации проекта) оптимальной программы долговременного совместного мониторинга радиоактивного загрязнения морской среды в районе Баренцева моря.

Данные радионуклидного анализа проб морской среды, отобранных российскими участниками проекта в ходе работ по совместному проекту, как на российской станции прибрежного мониторинга (район пос. Териберка на побережье Кольского полуострова), так и на станциях открытого моря, свидетельствуют об отсутствии какого-либо влияния деятельности радиационно-опасных объектов (РОО) Кольского полуострова (и других возможных локальных источников) на радиоактивное загрязнение объектов морской среды. Измеренные уровни содержания в объектах морской среды долгоживущих радионуклидов ^{137}Cs, ^{90}Sr, $^{239,240}Pu$ и трития находятся в диапазоне, характерном для глобального источника радиоактивного загрязнения (в качестве примера, *рис.6* иллюстрирует динамику содержания радионуклидов в морской воде). Радионуклидов, характерных только для работы РОО и отсутствующих в составе глобального источника, в пробах морской среды обнаружено не было.

Литература

1. Факты и проблемы, связанные с захоронением радиоактивных отходов в морях, омывающих территорию Российской Федерации (Материалы доклада Правительственной комиссии по вопросам, связанным с захоронением в море радиоактивных отходов, созданной распоряжением Президента Российской Федерации от 24.10.1992 г. N 613-рп) Администрация Президента РФ. М.: 1993.
2. *Сивинцев Ю.В., Вакуловский С.М., Васильев А.П., Высоцкий В.Л., Губин А.Т., Данилян В.А., Кобзев В.И., Крышев И.И., Лавковский С.А., Мазокин В.А., Никитин А.И., Петров О.И., Пологих Б.Г., Скорик Ю.И.* Техногенные радионуклиды в морях, омывающих Россию. Радиоэкологические последствия удаления радиоактивных отходов в Арктические и Дальневосточные моря («Белая книга-2000»). М.: ИздАТ. 2005. С. 624
3. Сброс радиоактивных отходов и радиоактивное загрязнение Карского моря. Под редакцией Пера Странда, Александра Никитина, Бьерна Линда, Брит Сальбю и Гордона Кристенсена. Результаты трех лет исследований (1992-1994), проведенных совместной российско-норвежской группой экспертов. Совместная российско-норвежская группа экспертов по изучению радиоактивного загрязнения северных территорий. Март 1996 г. первое издание, май 1997 г. второе издание.
4. *Foin L., Nikitin A.* The joint Norwegian/Russian expedition to the dumpsites for radioactive waste in the Abrosimov fiord and the Stepovogo fiord. August-September 1994. Report from the expedition on board R/V Victor Buinitskiy, with some preliminary results. 19 September, 1994. P 50
5. Search, assessment of condition and methods to protect the packing dumped in the Kara sea and containing nuclear fuel of the icebreaker Lenin emergency reactor.–Final project technical report of ISTC project No.2254. Project Manager S.A.Lavkovsky / Lazurit Central Design Bureau Open Joint Stock Co. October 2003.
6. Monitoring of the radioactive contamination of the sea environment in the area of discharge of waste waters from the liquid radioactive waste treatment plant at «Atomflot». Report on the results of the background survey, 1998. Joint Russian-Norwegian Expert Group for investigation of radioactive contamination in the Northern areas. December 2000.
7. The Joint Russian-Norwegian group for monitoring of radioactive contamination of the marine environment in connection with raising of the «Kursk» nuclear submarine. Results protocols for period 25.09.2001-10.10.2001. Onboard R/V Semen Deshnov.
8. Мониторинг радиоактивного загрязнения морской среды при подготовке к подъему, подъеме и после подъема АПК «Курск». Отчет о работах, проведенных в соответствии с указанием Росгидромета №140-26/У от 03.08.2001 «Об участии сотрудников Росгидромета в Экспедиции особого назначения». НПО «Тайфун». Обнинск. 2001.