

## Авария на АЭС «Фукусима-1»: первые итоги аварийного реагирования. Сообщение 2: действия органов Роспотребнадзора по радиационной защите населения Российской Федерации на ранней стадии аварии

Г.Г. Онищенко<sup>1</sup>, И.К. Романович<sup>2</sup>, А.Н. Барковский<sup>2</sup>, Г.Я. Брук<sup>2</sup>, В.Ю. Голиков<sup>2</sup>,  
А.А. Горский<sup>1</sup>, М.В. Кадука<sup>2</sup>, Ю.О. Константинов<sup>2</sup>, А.С. Мишин<sup>2</sup>, В.П. Рамзаев<sup>2</sup>,  
В.С. Репин<sup>2</sup>, В.Н. Шутов<sup>2</sup>, А.В. Громов<sup>2</sup>, Ю.Н. Гончарова<sup>2</sup>, В.А. Яковлев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Москва

<sup>2</sup> ФГУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург

*В статье проанализированы основные мероприятия по аварийному реагированию Роспотребнадзора в ранней стадии развития радиационной аварии на АЭС «Фукусима-1». Оперативно организован радиационный мониторинг объектов окружающей среды на территории субъектов Российской Федерации Дальневосточного Федерального округа, входной радиационный контроль транспортных средств, грузов и пассажиров, прибывающих из Японии, а также импортируемых из Японии пищевых продуктов. Это позволило получить достоверные оценки уровней радиоактивного загрязнения территории России и доз облучения населения вследствие аварии на АЭС «Фукусима-1», своевременно исключить возможность ввоза на территорию России грузов, транспортных средств, пищевых продуктов, имеющих радиоактивное загрязнение свыше установленных в Российской Федерации нормативов.*

Ключевые слова: радиационная безопасность населения, радиационная авария, аварийное реагирование, АЭС «Фукусима-1», радиоактивные выбросы, радиоактивное загрязнение, мощность дозы гамма-излучения, радиационный фон, радионуклиды.

### Введение

Авария на АЭС «Фукусима-1», масштабы которой сравнимы с аварией на Чернобыльской АЭС, потребовала серьезных усилий Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека для обеспечения радиационной безопасности населения Российской Федерации. Необходимо было спрогнозировать возможные варианты развития ситуации и обеспечить эффективные действия Роспотребнадзора по организации, при необходимости, оптимальных мер радиационной защиты населения.

С учетом структуры морских течений в зоне аварии основными возможными путями облучения населения России, обусловленного поступлением радиоактивных продуктов аварийных выбросов АЭС «Фукусима-1», являются:

- перенос радионуклидов воздушными массами,
- радиоактивное загрязнение прибывающих из Японии транспортных средств, грузов и пищевых продуктов, вылавливаемых вблизи Японии морепродуктов и рыбы, а также охота на перелетных птиц, зимующих в загрязненных районах Японии.

Система критериев для применения тех или иных мер радиационной защиты населения в случае радиационной аварии изложена в разделе 6 НРБ-99/2009 [1]. Большая часть этих критериев основана на оценке ожидаемых и предотвращаемых защитными мероприятиями доз за определенный промежуток времени (2 суток, 10 суток,

год). Для выбора применимых в Дальневосточных субъектах Российской Федерации защитных мероприятий в связи с аварией на АЭС «Фукусима-1» прежде всего необходимо было получить прогнозные оценки возможных доз аварийного облучения населения этих регионов.

Ближайшие к АЭС «Фукусима-1» территории России (южная часть о. Сахалин и южные острова Курильской гряды) находятся от нее на расстояниях более 800 км. Географию распространения выбросов в атмосферу на столь большие расстояния от их источника сложно прогнозировать, поскольку они очень сильно зависят от атмосферных условий в период выброса. При проведении ориентировочной консервативной оценки возможной плотности радиоактивного загрязнения учитывали, что минимальное разбавление примеси в радиоактивном выбросе уже на дальности 100 км составляет 7 порядков величины [2], а на расстояниях в сотни километров разбавление больше еще на несколько порядков величины даже при самом неблагоприятном направлении движения воздушных масс в сторону России. В этих предположениях, при условии полного разрушения активных зон всех аварийных реакторов и наиболее неблагоприятном направлении перемещения воздушных масс, максимально возможные уровни радиоактивного загрязнения отдельных территорий России радионуклидами цезия были оценены в 200 Бк/м<sup>2</sup>. Максимальные годовые дозы техногенного облучения населения при этом, с учетом сезонности (отсутствие растительности в огородах и на пастбищах), не

превысят 1 мЗв в год – допустимого уровня техногенного облучения населения в условиях нормальной эксплуатации техногенных источников.

Косвенным подтверждением данной оценки может служить сравнение с переносом радионуклидов, выброшенных в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Например, плотность радиоактивного загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  территории Ленинградской области, находящейся примерно на таком же расстоянии от Чернобыльской АЭС, не превышает 100 кБк/м<sup>2</sup>, т.е. находится примерно на том же уровне.

Это экстремально консервативный прогноз, но и он дает достаточную информацию для планирования мер аварийного реагирования. При таких ожидаемых уровнях техногенного облучения населения, в соответствии с НРБ-99/2009, ни одна из мер радиационной защиты, нарушающих нормальную жизнедеятельность населения или хозяйственное и социальное функционирование территории, не является оправданной. В этих условиях основные усилия должны быть направлены на проведение радиационного мониторинга с целью сохранения оперативного контроля за реальным развитием ситуации и обеспечения населения и органов власти достоверными данными о радиационной обстановке и дозах облучения.

Для решения этих задач радиационный мониторинг должен включать следующие виды радиационного контроля:

- контроль мощности дозы гамма-излучения на территории (при мощности дозы гамма-излучения техногенных радионуклидов на загрязненной в результате фукусимских выпадений местности более 0,3 мкЗв/ч над фоном, годовая доза техногенного облучения населения может превысить 1,0 мЗв);

- контроль содержания техногенных радионуклидов в атмосферном воздухе (допустимая среднегодовая объемная активность во вдыхаемом населением воздухе составляет: для  $^{131}\text{I}$  – 7,3 Бк/м<sup>3</sup>, для  $^{134}\text{Cs}$  – 19 Бк/м<sup>3</sup>, для  $^{137}\text{Cs}$  – 27 Бк/м<sup>3</sup>);

- контроль плотности радиоактивного загрязнения почвы, растительности и местной пищевой продукции, потребление которой является потенциальным источником поступления радионуклидов в организм человека (молоко, листовые овощи, грибы, рыба, морепродукты);

- контроль содержания техногенных радионуклидов в морской воде и гидробионтах (рыба, моллюски, водоросли);

- контроль наличия поверхностного радиоактивного загрязнения прибывающих из Японии транспортных средств (самолеты, вертолеты, морские суда) и грузов;

- контроль содержания техногенных радионуклидов в пищевых продуктах и пищевом сырье, произведенных в Японии;

- контроль наличия радиоактивного загрязнения пассажиров, прибывающих из Японии, и их багажа.

#### **Действия Роспотребнадзора по организации радиационной защиты населения**

С момента получения первой информации о возникновении радиационной аварии на АЭС «Фукусима-1» со значительным выбросом в окружающую среду техногенных радионуклидов Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека были приняты срочные меры по обеспечению ради-

ационной защиты населения Дальневосточного региона России. В течение первых суток с начала развития аварии для своевременного применения защитных мероприятий в период угрозы радиоактивного загрязнения территории Российской Федерации и при возможной реализации этой угрозы, а также с целью оптимизации радиационного мониторинга приказом Роспотребнадзора был создан оперативный штаб и организовано ежедневное дежурство в штабе. В состав штаба вошли специалисты Санкт-Петербургского НИИ радиационной гигиены им. профессора П.В. Рамзаева Роспотребнадзора, специалисты центрального аппарата Роспотребнадзора и Управления Роспотребнадзора по г. Москве, а также специалисты ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в г. Москве».

Силы и средства Роспотребнадзора в Дальневосточных субъектах Российской Федерации были переведены в режим повышенной готовности и организован круглосуточный ежечасный мониторинг мощности дозы гамма-излучения, увеличен объем радиационного контроля объектов окружающей среды (воздух, вода, почва). Также был организован радиационный контроль каждого прибывающего в Российскую Федерацию из Японии транспортного средства, пассажиров и членов экипажей, грузов, багажа и ручной клади.

На самолетах и судах дополнительно проводился радиационный контроль питьевой воды (в случае заправки в Японии), фановых и сливных вод, а также выгружаемых в российских морских портах и аэропортах бытовых отходов и мусора, остатков бортового питания. С момента получения информации о попадании радиоактивных веществ в акваторию Тихого океана был усилен радиационный мониторинг рыбы и морепродуктов, вылавливаемых в районах потенциального загрязнения. Организовано взаимодействие с Росгидрометом, МЧС России, Росатомом, Российской Академией наук, посольством России в Токио и посольством Японии в Москве.

Таким образом, был организован радиационный контроль на всех возможных путях поступления радиоактивных загрязнений из Японии на территорию Российской Федерации.

В Управлениях Роспотребнадзора по Хабаровскому, Приморскому, Камчатскому краям, по Сахалинской и Магаданской областям, Чукотскому автономному округу с целью информирования населения о радиационной обстановке были организованы круглосуточные «горячие линии».

На сайте Роспотребнадзора ([www.gospotrebnadzor.ru](http://www.gospotrebnadzor.ru)) информация о радиационной обстановке на территории Дальневосточных регионов России в связи с аварией на АЭС «Фукусима-1» в Японии размещается в ежедневном режиме.

Поскольку в первые дни аварии практически отсутствовала какая-либо реальная информация о состоянии аварийных энергоблоков и уровнях радиоактивных выбросов, первоочередной задачей было наладить радиационный мониторинг для оперативного обнаружения поступления загрязненных воздушных масс на территорию России, оценки уровней загрязнения и своевременного проведения, при необходимости, эффективных мероприятий по радиационной защите населения. Уже 14 марта началась масштабная подготовка к аварийному реагированию во всех субъектах Российской Федерации Дальневосточного Федерального округа. Только в тече-

ние марта 2011 г. Федеральной службой было подготовлено и направлено в органы Роспотребнадзора субъектов Российской Федерации 27 инструктивно-методических писем по организации радиационного мониторинга, обеспечению радиационного контроля транспортных средств, грузов и людей, прибывающих из Японии, проведению радиационного контроля пищевой продукции, подготовке сил и средств для проведения дезактивации, по предоставлению информации и работе с населением, а также другим актуальным вопросам обеспечения радиационной безопасности населения Российской Федерации в условиях развития радиационной аварии на АЭС «Фукусима-1».

Значительное внимание уделялось практической помощи специалистам территориальных органов и учреждений Роспотребнадзора в освоении современных методов радиационного мониторинга и методологии принятия с учетом его результатов обоснованных решений о необходимости радиационной защиты населения.

20 апреля в г. Москве были проведены занятия по проведению гамма-спектрометрического контроля удельной активности радионуклидов  $^{131}\text{I}$  и  $^{134,137}\text{Cs}$  в пищевых продуктах с использованием сцинтилляционного гамма-спектрометра «Прогресс» для специалистов Роспотребнадзора Москвы, Московской, Владимирской, Калужской, Рязанской, Смоленской, Тверской и Тульской областей.

С 25 по 27 апреля 2011 г. на базе ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Приморском крае» был проведен межрегиональный семинар с участием специалистов Роспотребнадзора Республики Саха (Якутия), Приморского, Хабаровского и Камчатского краев, Амурской, Магаданской и Сахалинской областей, Еврейской автономной области и Чукотского автономного округа. На семинаре были рассмотрены вопросы организации действий органов Роспотребнадзора в условиях радиационной аварии, проведения радиационного мониторинга и оценки доз аварийного облучения населения.

Представители регионов поделились опытом действий территориальных органов по обеспечению радиационной защиты населения и обсудили актуальные вопросы организации радиационного мониторинга транспортных средств, грузов и пассажиров, прибывающих из Японии.

С 24 по 27 мая в Брянской области специалистами ФГУН НИИРГ был проведен обучающий семинар по методам радиационного контроля с практическими занятиями на загрязненной в результате аварии на ЧАЭС территории. В семинаре приняли участие специалисты Роспотребнадзора всех 8 межрегиональных центров и субъектов Российской Федерации, имеющих территории, загрязненные в результате аварии на ЧАЭС, всего 66 человек.

Проведенные исследования показали, что мы имеем дело с относительно новой для Российской Федерации ситуацией аварийного реагирования, при которой радиационная авария имеет место на территории иного государства, находящегося на значительном удалении, отсутствует радиоактивное загрязнение территории России, и потенциальную радиационную опасность представляют лишь имеющие радиоактивное загрязнение грузы, ввозимые на территорию России. В этих условиях главным направлением работы Роспотребнадзора по радиационной защите населения является обеспечение радиационного

контроля ввозимых из Японии грузов и, в первую очередь, пищевых продуктов. Методическое и нормативное обеспечение такого контроля, учитывая необходимость контроля радионуклидов  $^{131}\text{I}$  и  $^{134}\text{Cs}$ , практически не отражено в действующих нормативно-методических документах, хотя аппаратная база для его организации имеется в учреждениях Роспотребнадзора в достаточном количестве. Необходимо было начать научные исследования с целью получения достоверной информации о радионуклидном составе и уровнях радиоактивных выпадений на территории Российской Федерации.

#### Организация научных исследований для оптимизации аварийного реагирования

Уже 18 марта 2011 г. специалистами Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева были получены экспериментальные данные о радионуклидном составе выбросов из реакторов АЭС «Фукусима-1», выпавших в районе Токио 15–16 марта 2011 г. Результаты получены на основе анализа спектра гамма-излучения радиоактивного загрязнения верхней одежды молодых людей, вылетевших из Японии 16 марта. Спектр был получен с использованием низкофоновой установки на основе полупроводникового гамма-спектрометра фирмы ORTEC с датчиком из особо чистого германия. На рисунке 1 представлен полученный энергетический спектр гамма-излучения, на котором отчетливо видны пики  $^{132}\text{Te}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{131}\text{I}$  и  $^{132}\text{I}$ .

Анализ представленного спектра позволил оценить относительные активности всех вышеперечисленных радионуклидов в фукусимских выпадениях в районе Токио по отношению к активности  $^{137}\text{Cs}$ . Результаты этой оценки представлены в таблице 1.

Таблица 1

#### Сравнение относительных активностей радионуклидов в смеси, выброшенной из аварийных реакторов АЭС «Фукусима-1» с Чернобыльским выбросом

Радионуклид	$^{131}\text{I}$	$^{132}\text{I}$	$^{132}\text{Te}$	$^{134}\text{Cs}$	$^{136}\text{Cs}$	$^{137}\text{Cs}$
АЭС Фукусима 18.03.2011 г. (7 дней после аварии)						
Относительная активность	8,6	4,1	4,2	1,0	0,17	1,0
АЭС Фукусима (пересчет на 10-й день после аварии)						
Относительная активность	7,8	3,1	3,1	1,0	0,14	1,0
Чернобыльский выброс (на 10-й день после аварии)						
Относительная активность	8,7	1,6	1,6	0,55	0,29	1,0

Для сравнения там же представлены относительные активности этих радионуклидов в чернобыльских выпадениях через 10 дней после аварии на ЧАЭС и фукусимских выпадений, пересчитанных на 10-й день после аварии. Видно, что оба относительных радионуклидных состава хорошо согласуются (различие не превышает 2). Отличия объясняются различием в типах реакторов, длительности кампании реакторов и условиях самой аварии.

Полученный результат был очень важен, т.к. позволил в условиях отсутствия подобной информации в открытых

источниках провести обоснованные прогнозные дозовые оценки для различных ситуаций облучения (внешнее и внутреннее облучение от радиоактивного облака, внешнее облучение от загрязненной поверхности земли, внутреннее облучение за счет потребления загрязненной пищевой продукции) с учетом реального радионуклидного состава выпадений и получить численные значения производных уровней вмешательства по мощности дозы гамма-излучения, при которых можно считать оправданным применение тех или иных мер радиационной защиты населения [3–5].

Анализ полученной информации позволил также сформулировать требования к радиационному контролю пищевой продукции, производимой в Японии.

В таблице 2 приведен процентный вклад отдельных радионуклидов в суммарную активность радиоактивных выпадений и в дозу внутреннего облучения критической группы населения при поступлении их с продуктами пи-

тания в зависимости от времени, прошедшего после 18.03.2011 г. Данные таблицы получены из измеренного радионуклидного состава выпадений с учетом распада радионуклидов со временем. Как видно из представленных данных, вклад  $^{131}\text{I}$  в суммарную дозу внутреннего облучения критической группы населения за счет потребления загрязненных в результате аварии на АЭС «Фукусима-1» пищевых продуктов составлял 7 апреля 2011 г. (через 20 дней после 18.03.2011) 89%, 1 мая – 61% (причем его активность составляла всего 12% от активности смеси радионуклидов), а к началу июня снизится до 5%. Соответственно, относительный вклад радионуклидов цезия в этот компонент дозы возрастал, и в начале июня составил 95% (55% за счет  $^{134}\text{Cs}$  и 40% за счет  $^{137}\text{Cs}$ ). Через год вклады  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{137}\text{Cs}$  сравняются, а через 7 лет дозовая нагрузка населения за счет употребления производных продуктов питания из Японии будет на 90% определяться  $^{137}\text{Cs}$ .

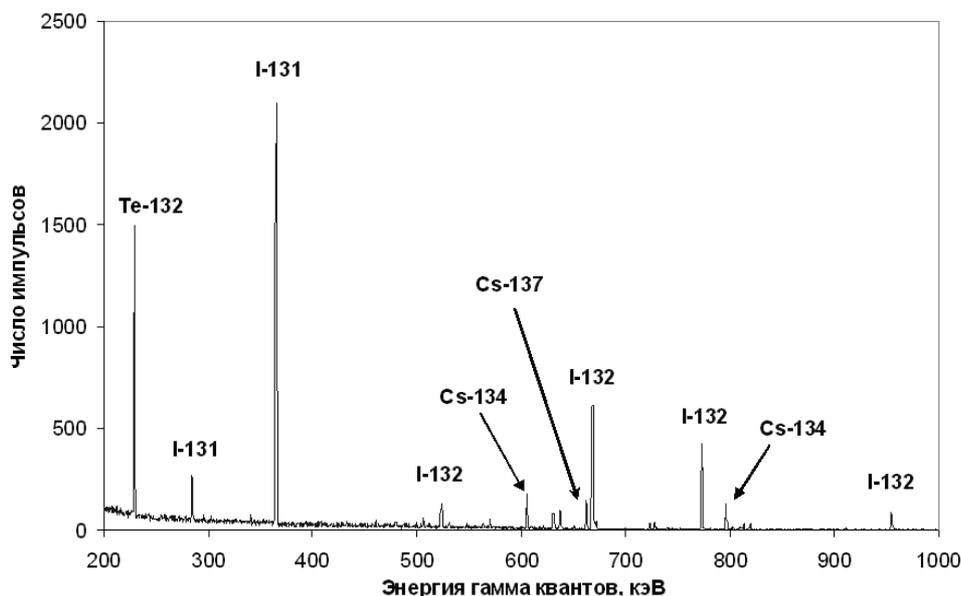


Рис. 1. Энергетический спектр гамма-излучения радиоактивного загрязнения верхней одежды молодого человека, вылетевшего из Японии (Токио) 16 марта

Таблица 2

Вклад отдельных радионуклидов в суммарную активность радиоактивных выпадений и в дозу внутреннего облучения населения, при поступлении с продуктами питания

Радионуклид	Время, прошедшее после 18.03.2011 г., сутки												
	10	20	30	40	50	60	75	91	182	365	730	1825	3650
Вклад в суммарную активность, %													
$^{131}\text{I}$	54	40	24	12	5	2	0,5	–	–	–	–	–	–
$^{134}\text{Cs}$	15	27	37	43	46	48	48	48	46	42	35	17	4
$^{137}\text{Cs}$	15	27	37	44	48	50	51,5	52	54	58	65	83	96
Вклад в суммарную дозу, %													
$^{131}\text{I}$	95	89	78	61	37	19	5	–	–	–	–	–	–
$^{134}\text{Cs}$	3	6	13	23	38	47	55	57	55	51	44	23	6
$^{137}\text{Cs}$	2	5	9	16	25	34	40	43	45	49	56	77	94

Из представленных данных следует, что в первые недели фукусимской аварии необходимо было контролировать уровни радиоактивного загрязнения радионуклидами  $^{132}\text{Te}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{I}$ ,  $^{136}\text{I}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ , в дальнейшем, до начала июня –  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{I}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ . В настоящее время при проведении радиационного контроля ввозимых из Японии пищевых продуктов необходимо определять в них удельную активность только радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{134}\text{Cs}$ .

С учетом полученного соотношения активности радионуклидов цезия в фукусимских выпадениях, измерять можно только удельную активность  $^{137}\text{Cs}$ . При этом с действующим нормативом для  $^{137}\text{Cs}$  в соответствующем пищевом продукте необходимо сравнивать полученную величину удельной активности, умноженную на коэффициент, учитывающий временную зависимость соотношения этих двух радионуклидов цезия. Величина этого коэффициента в зависимости от даты проведения измерений составляет: на 11.05.11 – 2,5; на 11.06.11 – 2,4; на 11.09.11 – 2,25; на 11.03.12 – 2,1; на 11.03.13 – 1,8; на 11.03.16 – 1,3; на 11.03.21 – 1,06.

Но такой подход возможен только в тех случаях, когда достоверно известно, что основным источником радиоактивного загрязнения пищевой продукции являются радиоактивные выбросы АЭС «Фукусима-1». В иных случаях необходимо контролировать и наличие  $^{134}\text{Cs}$ , чтобы избежать необоснованного брокеража продукции, загрязненной иными источниками (например, в результате аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г.).

Для оказания практической помощи территориальным органам Роспотребнадзора Сахалинской области, вероятность радиоактивного загрязнения которой была наиболее велика, туда была направлена группа ведущих ученых ФГУН НИИРГ, имеющих большой опыт работ на территориях, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС. В период с 22 по 29 марта 2011 г. ими было проведено обследование шести населенных пунктов Сахалинской области: Южно-Сахалинск, Троицкое, Анива, Корсаков, Холмск и Охотское. В этих населенных пунктах выполне-

ны измерения мощностей дозы и проведены исследования энергетического спектра гамма-фона методами полевой гамма-спектрометрии. Проводилась также прокачка атмосферного воздуха через аэрозольно-йодные фильтры для определения наличия радионуклидов йода в воздухе. Отбирались пробы снега для проведения лабораторного анализа содержания в них техногенных радионуклидов. Проведенные исследования достоверно показали, что на территории Сахалинской области отсутствуют измеримые превышения гамма-фона, характерного для данной территории.

В рамках данной наземной экспедиции была впервые получена детальная количественная информация о радиационном воздействии на население региона и показано, что оно значительно ниже уровня пренебрежимо малого радиационного риска в соответствии с НРБ-99/2009.

23 марта было проведено детальное обследование радиоактивного загрязнения наружной поверхности вертолета МЧС «МИ-26 Т», прибывшего на Сахалин из Японии, позволившее получить дополнительную информацию о радионуклидном составе фукусимских выпадений. Анализ измеренных спектров гамма-излучения (рис. 2) подтвердил ранее полученные результаты.

Для оказания помощи в оперативной организации радиационного контроля удельной активности радионуклидов  $^{131}\text{I}$  и  $^{134,137}\text{Cs}$  в пищевых продуктах и оценке сложившейся ситуации 30 марта в г. Владивосток были направлены 4 ведущих специалиста ФГУН НИИРГ, имеющих большой опыт проведения радиохимических и гамма-спектрометрических исследований. В период с 30 марта по 13 апреля они провели обучение специалистов Приморского края радиохимическим и гамма-спектрометрическим методам анализа содержания изотопов йода и цезия в объектах окружающей среды.

Были проведены практические занятия по проведению радиохимического анализа отобранных на побережье Японского моря в бухте Патрокл (Уссурийский залив) проб морской воды, почвы, снега, проб воды открытых

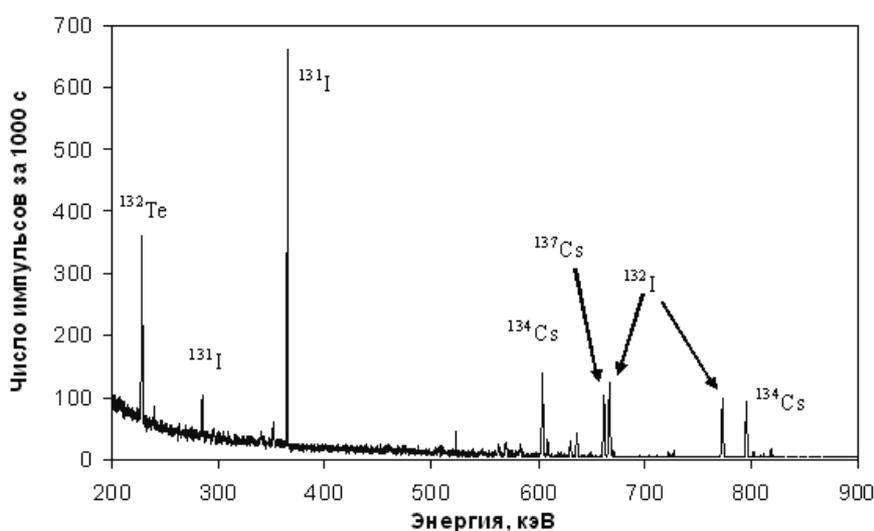


Рис. 2. Энергетический спектр гамма-излучения радиоактивного загрязнения вертолета МЧС «МИ-26 Т», прибывшего из Японии в аэропорт Южно-Сахалинска 23 марта 2011 г.

водоемов, питьевой воды и воздушных фильтров. Была произведена настройка гамма-спектрометрических комплексов с программным обеспечением «Прогресс» для обеспечения возможности количественного определения содержания в исследуемых пробах  $^{131}\text{I}$  и  $^{134,137}\text{Cs}$  и проведены практические занятия по их определению в воздушных фильтрах после прокачки через них атмосферного воздуха, а также в пробах пищевых продуктов и объектов окружающей среды.

В дальнейшем такая же работа была проведена со специалистами Роспотребнадзора Хабаровского края.

Одновременно были продолжены исследования радиационной обстановки в Приморском и Хабаровском краях. Налажен контроль содержания техногенных радионуклидов в атмосферном воздухе, позволивший выявить незначительное повышение содержания  $^{131}\text{I}$  в атмосферном воздухе на уровне  $10^{-4}$  Бк/м<sup>3</sup>. На рисунке 3 приведен энергетический спектр гамма-излучения воздушного фильтра, полученный на сцинтилляционном гамма-спектрометре «Прогресс». Проведено исследование содержания  $^{131}\text{I}$  у 30 жителей г. Владивостока и 30 жителей г. Хабаровска, показавшее отсутствие измеримых количеств данного радионуклида.

В период с 22 апреля по 20 мая состоялась морская экспедиция на научно-исследовательском судне «Павел Гордиенко» с участием двух ученых ФГУН НИИРГ, целью которой являлось получение достоверной информации об уровнях радиоактивного загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха, морской воды и морепродуктов вследствие аварии на АЭС «Фукусима-1» для оценки ожидаемых уровней радиационного воздействия на население российского Дальнего Востока.

К выполнению научной программы работ были привлечены 14 специалистов ведущих научных учреждений основных заинтересованных ведомств: ГУ НПО «Тайфун»

Росгидромета, ГУДВНИГМИ Росгидромета, ГОСАКВАСПАС МЧС России, ФГУН НИИРГ Роспотребнадзора, ФГУП «НПО «Радиевый институт им. В. Г. Хлопина» и ФГУП «Аварийно-технический центр Минатома России» Госкорпорации «РОСАТОМ».

Маршрут экспедиции пролегал из г. Владивостока через Японское море и Сангарский пролив в Тихий океан, вдоль восточного побережья островов Курильской гряды и полуострова Камчатка с возвращением во Владивосток по тому же маршруту. Схема маршрута экспедиции с точками отбора проб приведена на рисунке 4. Здесь же указаны точки проведения измерений и отбора проб окружающей среды и пищевых продуктов на территории Дальневосточных регионов России.

Специалисты ФГУН НИИРГ имели современное приборное обеспечение, включая полевые полупроводниковый и сцинтилляционный гамма-спектрометры, что позволило им во время рейса проводить целый ряд научных исследований:

- предварительная оценка содержания  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{131}\text{I}$  в аэрозолях атмосферного воздуха, отобранных на фильтры Петрянова сотрудниками ФГУП НПО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина» и ФГУП «Аварийно-технический центр Минатома России» Госкорпорации «РОСАТОМ»;

- предварительная оценка содержания  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{134}\text{Cs}$  в фильтрах и селективных сорбентах после прокачки проб морской воды, отобранной с разных горизонтов сотрудниками ГУ «Научно-производственное объединение «Тайфун» Росгидромета и ГУ «Дальневосточный региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт»;

- отбор проб морской воды с поверхностного горизонта для их последующего анализа на содержание  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в ИЛЦ ФГУН НИИРГ;

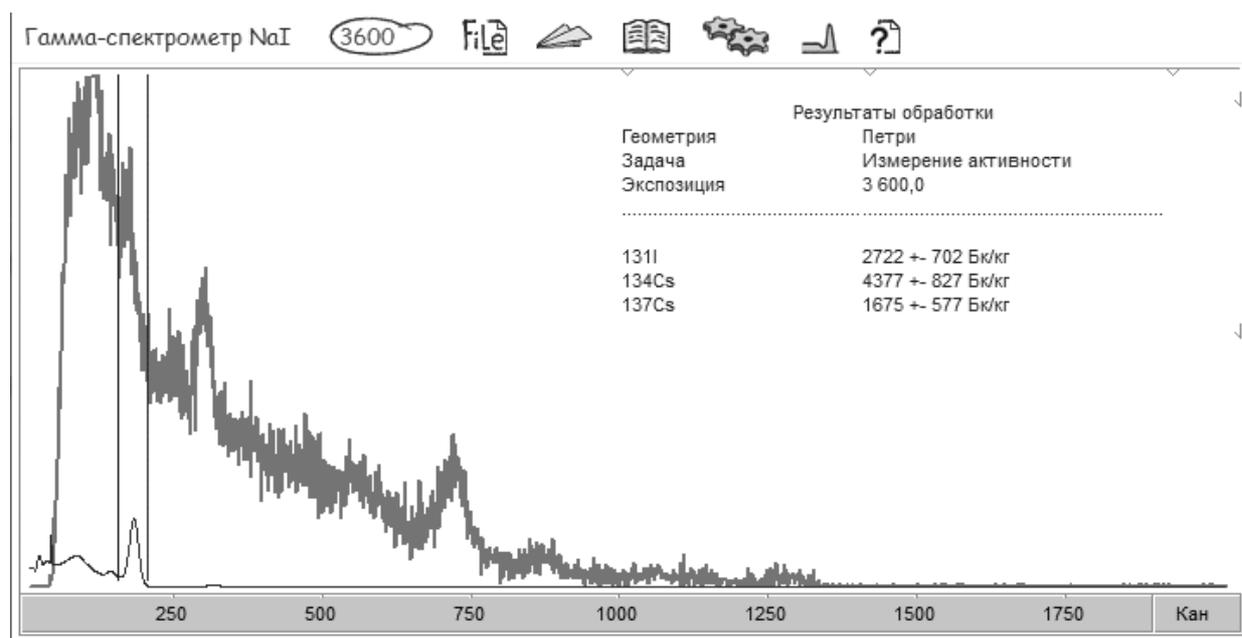


Рис. 3. Энергетический спектр гамма-излучения воздушного фильтра, полученный 5 апреля 2011 г. на сцинтилляционном гамма-спектрометре «Прогресс»



**Рис. 4.** География исследований, выполненных специалистами ФГУН НИИРГ в марте, апреле и мае 2011 г. Прямоугольниками с флажками обозначены места проведения полевых измерений и отбора проб. Пунктирной линией обозначен путь следования морской экспедиции (рейс № 87 НИС «Павел Гордиенко»)

- мониторинг изменения мощности дозы и накопленной дозы внешнего гамма-излучения за время экспедиции;
- определение энергетического спектра гамма-фона на судне, в его помещениях и на берегу;
- отбор проб снега на берегу для их последующего анализа на содержание  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в ИЛЦ ФГУН НИИРГ;
- отбор проб морепродуктов для их последующего анализа на содержание  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в ИЛЦ ФГУН НИИРГ;
- определение содержания  $^{137}\text{Cs}$  в организме участников экспедиции по окончании рейса (перед приходом судна во Владивосток);
- проведение дозиметрических расчетов.

На НИС «Павел Гордиенко» проводилась предварительная оценка наличия загрязнения проб морской рыбы техногенными радионуклидами с помощью полевого ППД гамма-спектрометра. Пробы рыбы массой от 1 до 3 кг размещались вплотную к детектору гамма-спектрометра и измерялись не менее 120 мин. На рисунке 5 приведен типичный состав проб морской рыбы.

Проведенные исследования не выявили наличия техногенных радионуклидов в пробах рыбы. В полученных спектрах отсутствовали гамма-линии  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{137}\text{Cs}$ . В связи с этим пробы рыбы были заморожены и доставлены в Санкт-Петербург для дополнительного исследования в ИЛЦ ФГУН НИИРГ с использованием радиохимических методов.



**Рис. 5.** Проба морской рыбы, выловленной участниками морской экспедиции вблизи острова Уруп

Для проведения измерений содержания радионуклидов цезия в организме человека в полевых условиях в Санкт-Петербургском НИИ радиационной гигиены были разработаны специальные оперативные методики, позволяющие использовать для этих целей в качестве спектрометров излучения человека (СИЧ) переносные малогабаритные сцинтилляционные гамма-спектрометры. Калибровка этих приборов производится ежегодно с помощью метрологически аттестованных фантомов тела человека различной массы УФ-02Т, а также путем сравнения результатов измерений отдельных индивиду-

умов, выполненных с помощью переносных малогабаритных сцинтилляционных спектрометров и полученных на стационарном низкофоновом СИЧ, находящемся во ФГУН НИИРГ.

Для измерения содержания радионуклидов цезия в теле участников экспедиции в качестве СИЧ был использован полевой сцинтилляционный гамма-спектрометр «DigiDART» производства фирмы ORTEC, USA, с детектором NaI(Tl) размером 75×75 мм.

Измерения проводились в положении обследуемого лица «сидя» с детектором у нижней части живота (рис. 6). Измерялось число импульсов в энергетическом диапазоне гамма-излучения 610–705 кэВ (пик <sup>137</sup>Cs) за время измерения 300 с. Относительная погрешность результатов измерений не превышала 30 %. Практическая чувствительность данной методики составляет около 0,3 кБк <sup>137</sup>Cs в теле человека и зависит от гамма-фона в помещении и массы обследуемого.

Содержание <sup>137</sup>Cs в организме человека по результатам проведенных измерений вычисляли по формуле:

$$Q = K \cdot (n - K_{\phi} \cdot n_{\phi}) [6],$$

где: Q – содержание <sup>137</sup>Cs в организме обследуемого, кБк;

K – калибровочный коэффициент, зависящий от массы тела человека M, кБк·с (табл. 6);

K<sub>φ</sub> – коэффициент экранирования внешнего гамма-фона телом человека, зависящий от его массы, отн. ед. (табл. 6);

n – скорость счета прибора при измерении человека, с<sup>-1</sup>;

n<sub>φ</sub> – скорость счета прибора при измерении фона, с<sup>-1</sup>.

Индивидуальные результаты СИЧ-измерений (всего было обследовано 40 человек), проведенных перед прибытием судна во Владивосток, оказались ниже минимальной детектируемой активности (МДА) прибора. Тем не менее, полученные результаты позволяют достоверно оценить среднее для всех участников рейса содержание <sup>137</sup>Cs в организме – 0,1 кБк. Такое содержание дает годовую дозу внутреннего облучения около 0,003 мЗв/год, что

примерно соответствует средней годовой дозе облучения населения Российской Федерации за счет глобальных выпадений.

Таблица 6

Численные значения коэффициентов K<sub>φ</sub> и K для спектрометра «DigiDART» в зависимости от массы тела обследуемого человека

Масса тела, кг	K <sub>φ</sub> , отн. ед.	K, кБк·с
50	0,71	0,51
55	0,70	0,55
60	0,69	0,59
65	0,69	0,63
70	0,68	0,67
75	0,67	0,71
80	0,67	0,75
85	0,66	0,79
90	0,66	0,83
100	0,65	0,92
110	0,64	1,02

Таким образом, не установлено достоверного влияния аварии на АЭС «Фукусима-1» на формирование дозы внутреннего облучения участников рейса научно-исследовательского судна «Павел Гордиенко».

Радиохимический анализ отобранных по маршруту экспедиции проб морской воды, проведенный в ИЛЦ ФГУН НИИРГ, не выявил в них наличия <sup>90</sup>Sr (активность менее 0,02 Бк/л). В 10 из 12 исследованных проб и удельная активность радионуклидов цезия (<sup>134,137</sup>Cs) оказалась ниже предела чувствительности методики измерений (0,02 Бк/л). Лишь в 2 пробах, отобранных в Тихом океане в 400 км от побережья Японии, обнаружены радионуклиды цезия (<sup>134,137</sup>Cs) с удельной активностью 0,083±0,021 Бк/л и 0,042±0,017 Бк/л.



Рис. 6. Проведение СИЧ-измерений на борту судна с использованием сцинтилляционного гамма-спектрометра «DigiDART»

Данные о содержании  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в отобранных пробах рыбы и других морских гидробионтов будут опубликованы позже, после завершения лабораторных исследований.

Поскольку морская экспедиция не позволяет получить полный набор информации, необходимый для проведения дозовых оценок, в мае 2011 г. были проведены дополнительные наземные исследования на территории Приморского, Хабаровского и Камчатского краев, а также Сахалинской и Магаданской областей (см. рис. 4). При этом проводились измерения гамма-фона в основных локациях 3–5 населенных пунктов и отбор проб почвы, растительности и местной пищевой продукции для определения содержания в них техногенных радионуклидов. Исследования на юге о. Сахалин и на Курильских островах Кунашир и Шикотан проводились с участием 2 специалистов ФГУН НИИРГ по расширенной программе, включающей дополнительно полевую гамма-спектрометрию. За период с 12 по 21 мая 2011 г. было обследовано 4 населенных пункта на о. Кунашир, 2 населенных пункта на о. Шикотан и 3 населенных пункта в Корсаковском районе о. Сахалин.

В результате проведенных исследований установлено, что максимальные уровни радиоактивного загрязнения радионуклидами цезия территории наиболее близких к Японии населенных пунктов южной части о. Сахалин и островов Курильской гряды Кунашир и Шикотан в результате аварии на АЭС «Фукусима» не превышают 0,8 кБк/м<sup>2</sup>, что значительно меньше уровня глобальных выпадений (2–3 кБк/м<sup>2</sup>). Такие уровни практически не окажут влияния на дозы облучения населения за счет проживания на этой территории и потребления производимой на ней пищевой продукции. Доза дополнительного облучения за счет радиоактивного загрязнения местности в результате аварии на АЭС «Фукусима-1» не превысит 1–2 мкЗв в год.

Подробные результаты проведенных исследований будут опубликованы позже после завершения лабораторных испытаний отобранных проб.

### Заключение

Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека была оперативно осуществлена огромная работа по проведению радиационного мониторинга на территории субъектов Российской Федерации Дальневосточного Федерального округа, повышению квалификации специалистов службы этих территорий, организации по всей России входного радиационного контроля транспортных средств, грузов и пассажиров, прибывающих из Японии, а также импортируемых из Японии пищевых продуктов. Это позволило в кратчайшие сроки получить достоверную информацию о радионуклидном составе фукусимских выпадений, подготовить численные значения производных уровней вмешательства по мощности дозы для обоснованного применения различных мер радиационной защиты населения, значительно повысить квалификацию практических работников радиологических подразделений органов и организаций Роспотребнадзора в области аварийного реагирования, получить достоверные оценки уровней радиоактивного загрязнения территории

России и доз облучения населения вследствие аварии на АЭС «Фукусима-1», своевременно исключить возможность ввоза на территорию России грузов и транспортных средств, имеющих радиоактивное загрязнение, а также пищевой продукции, содержание техногенных радионуклидов в которой превышает действующие в Российской Федерации нормативы.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Проведенные исследования позволили получить достоверные количественные оценки радиоактивного загрязнения объектов внешней среды радиоактивными продуктами выбросов АЭС «Фукусима-1» и показали, что существующие уровни загрязнения незначительны и не требуют применения каких-либо мер радиационной защиты населения.

2. Важнейшей задачей по обеспечению радиационной безопасности населения является обеспечение радиационного контроля ввозимой из Японии пищевой продукции. При этом необходимо учитывать, что фукусимские выпадения содержат равную активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{134}\text{Cs}$ , но дозовый коэффициент последнего в 1,5 раза больше. Поэтому при проверке соответствия с нормативом по содержанию в пищевом продукте  $^{137}\text{Cs}$  следует сравнивать измеренное значение его удельной активности в данном пищевом продукте, умноженное на 2,5. Необходимо также осуществлять радиационный контроль прибывающих из Японии транспорта и грузов для исключения возможности завоза грузов, имеющих радиоактивное загрязнение.

3. Необходимо наладить радиационный контроль рыбы и морепродуктов, как поставляемых в результате промысла в Дальневосточных морях и Тихом океане, так и непосредственно вылавливаемых и потребляемых местным населением Дальневосточных регионов России.

4. Необходимо проанализировать опыт работы органов Роспотребнадзора в ранний период аварии и вести планомерную работу по совершенствованию их аварийной готовности, улучшению аппаратно-методического оснащения радиологических подразделений Роспотребнадзора, повышению квалификации специалистов, регулярному проведению тренировок и практических занятий по различным аспектам аварийного реагирования.

5. В связи с продолжающимися выбросами и сбросами радиоактивных веществ на АЭС «Фукусима-1» требуется продолжение проведения радиационного мониторинга объектов окружающей среды и постоянного информирования население о результатах радиационного мониторинга для профилактики необоснованной радиотревожности, порождаемой отсутствием достоверной и доступной информации.

6. Необходимо продолжить работу по дальнейшему совершенствованию нормативного и методического обеспечения системы аварийного реагирования подразделений Роспотребнадзора с учетом опыта работы в условиях аварии на АЭС «Фукусима-1».

### Литература

1. Нормы радиационной безопасности (НРБ – 99/2009): Санитарные правила и нормы (СанПиН 2.6.1.2523 – 09): утв. и введ. в действие от 01 сентября 2009 г. взамен

- СанПиН 2.6.1.758 – 99. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 100 с.
2. Гусев Н.Г. Радиоактивные выбросы в биосфере: справочник / Н.Г. Гусев, В.А. Беляев. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
  3. Временные рекомендации по организации радиационного контроля лиц, прибывающих из Японии. Утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 17.03.2011 г. Введены письмом Роспотребнадзора от 17.03.2011 № 01/2953-1-23.
  4. Временные методические рекомендации для организаций Роспотребнадзора по радиационной оценке ситуации на территории при неблагоприятном развитии событий на АЭС в Японии. Утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 18.03.2011 г.
  5. Порядок проведения радиационного контроля и его минимально необходимый объем (при ухудшении радиационной ситуации на местности) для оценки пищевой продукции с целью ее бракеража и для оценки доз облучения населения. Утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 30.03.2011 г.
  6. Методические рекомендации по обеспечению радиационной безопасности «Радиационный мониторинг доз облучения населения территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС». – М., 2007.

G.G. Onischenko<sup>1</sup>, I.K. Romanovich<sup>2</sup>, A.N. Barkovsky<sup>2</sup>, G.Ya. Bruk<sup>2</sup>, A.A. Gorsky<sup>1</sup>, M.V. Kaduka<sup>2</sup>, Yu.O. Konstantinov<sup>2</sup>, A.S. Mishin<sup>2</sup>, V.P. Ramzaev<sup>2</sup>, V.S. Repin<sup>2</sup>, V.N. Shutov<sup>2</sup>, A.V. Gromov<sup>2</sup>, Yu.N. Goncharova<sup>2</sup>, V.A. Yakovlev<sup>2</sup>

Accident at «Fukushima-1» NPP: first results of emergency response  
Report 2: activities of the Rospotrebnadzor authorities for the radiation protection  
of the Russian Federation population on the early stage of accident

<sup>1</sup> Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-being, Moscow

<sup>2</sup> Federal Scientific Organization "Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev" of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-being, Saint-Petersburg

*Abstract. Basic measures of the Rospotrebnadzor emergency response during the early stage of the «Fukushima-1» NPP radiation accident are being analyzed in the article. Radiation monitoring of the environmental objects of the territories of the Russian Federation Far East Federal District, radiation control of arriving from Japan vehicles, freights and passengers as well as imported from Japan food products were promptly organized. This allowed to get reliable evaluations of the levels of radioactive contamination at the Russian Federation territory and population exposure doses due to the «Fukushima-1» NPP accident, timely exclude the possibility of import to the Russian territory for the freights, vehicles, food products having contamination exceeding established in the Russian Federation standards.*

*Key words: radiation protection of the population, radiation accident, emergency response, «Fukushima-1» NPP, radioactive emissions, radioactive contamination, gamma radiation dose rate, radiation background, radionuclides.*

Поступила 16.06.2011 г.

Г.Г. Онищенко  
Федеральная служба по надзору в сфере защиты  
прав потребителей и благополучию человека  
E-mail: depart@gsen.ru