

УДК: 546.42:546.36:591.524.1(265.3)(265.4):621.039.586(521)

О некоторых результатах Третьей комплексной многопрофильной экспедиции Русского географического общества по мониторингу радиационной обстановки в Курило-Камчатском районе Тихого океана в 2014 г.

А.М. Библин, С.А. Иванов, П.В. Рамзаев, Л.Н. Басалаева

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Роспотребнадзор, Санкт-Петербург, Россия

В 2014 г. состоялась Третья комплексная многопрофильная экспедиция Русского географического общества по мониторингу радиационной обстановки в Курило-Камчатском районе Тихого океана. Целями экспедиции были мониторинг радиационной обстановки и оценка влияния аварии на АЭС «Фукусима-1» на загрязнение морской среды и биоты у российских берегов. В настоящем сообщении представлены результаты измерений активности радионуклидов цезия и стронция в гидробионтах, отобранных во время проведения этой экспедиции. Определение удельной активности радионуклидов цезия (раздельно ^{134}Cs и ^{137}Cs) проводилось методом гамма-спектрометрии с использованием полупроводникового детектора высокого разрешения и многоканального анализатора фирмы ORTEC (США). Для определения удельной активности ^{90}Sr применялся радиохимический метод. Специалистами Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева было изучено содержание радионуклидов ^{134}Cs , ^{137}Cs и ^{90}Sr в 9 пробах морских организмов, представленных одним видом беспозвоночных животных (1 проба) и 4 видами рыб (8 проб). Образцы морских организмов были отобраны в водах Японского и Охотского морей в двух точках: заливе Рында (бухта Джигит; N44.76446°, E136.38287°) в Японском море и в заливе Анива (бухта Морж; N45.96323°, E142.12274°) в Охотском море на глубинах до 100 м недалеко от береговой линии. Во всех проанализированных пробах удельная активность радионуклидов цезия (по сумме двух изотопов) и ^{90}Sr не превышала 1 Бк/кг (на сухой вес). Присутствие ^{134}Cs (маркера «фукусимских» выбросов и сбросов) не было выявлено. Проведенное исследование показывает, что в исследованных пробах не выявлено заметного воздействия аварии на АЭС «Фукусима-1» на содержание техногенных радионуклидов.

Ключевые слова: авария, АЭС «Фукусима-1», Японское море, Охотское море, гидробионты, ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{90}Sr .

11 марта 2011 г. у восточного побережья острова Хонсю (Япония) в Тихом океане произошло 9-балльное землетрясение, вызвавшее сокрушительное цунами. Результатом воздействия этих природных факторов и других причин на японскую атомную станцию «Фукусима-1» стала аварийная ситуация, которая переросла в полномасштабную радиационную аварию. Были затронуты четыре энергоблока из шести – произошли взрывы на трех ядерных реакторах и пожар в хранилище отработавшего ядерного топлива 4-го энергоблока. Аварии был присвоен седьмой уровень по шкале INES – самый высокий из возможных. В результате контролируемого и неконтролируемого сброса воды, использованной для охлаждения аварийных реакторов, произошло загрязнение радионуклидами вод Тихого океана [1].

В связи с этим возникла потребность в организации мониторинга не только у берегов Японии, но и у дальневосточного побережья Российской Федерации.

Начиная с 2011 г., в Российской Федерации под эгидой Русского географического общества (РГО) организуются и проводятся морские экспедиции, целями которых является мониторинг радиационной обстановки и оценка влияния аварии на АЭС «Фукусима-1» на загрязнение морской среды и биоты у российских берегов. К настоя-

щему времени было проведено 3 такие экспедиции. Они состоялись в 2011, 2012 и 2014 гг. Результаты первых двух экспедиций были опубликованы на русском и английском языках [1–6]. В настоящем сообщении представлены результаты измерений активности радионуклидов цезия и стронция в гидробионтах, отобранных во время проведения 3-й экспедиции РГО.

Третья комплексная многопрофильная экспедиция Русского географического общества по мониторингу радиационной обстановки в Курило-Камчатском районе Тихого океана была проведена в период с 25 сентября по 25 октября 2014 г. на учебно-производственном судне «Профессор Хлюстин», принадлежащем Дальневосточному бассейновому филиалу федерального государственного унитарного предприятия «РОСМОРПОРТ» (рис. 1). К выполнению работ были привлечены 18 человек – специалисты Государственного океанографического института имени Н.Н. Зубова, ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева», ОАО «Радиевый институт имени В.Г. Хлопина», ФГУП «Аварийно-технический центр Минатома России», организаций Министерства обороны России и ФБОУВПО «Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского».



Рис. 1. Учебно-производственное судно «Профессор Хлюстин» в порту г. Владивосток

В экспедиции, помимо специалистов вышеуказанных организаций, принимали участие преподаватели и курсанты ФБОУВПО «Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского».

Экспедиционные работы проводились в соответствии с Программой, утвержденной Первым вице-президентом РГО А.Н. Чилингаровым. Программа разрабатывалась с учетом опыта двух предыдущих экспедиций, а также предложений от ведомств, принимавших участие в Третьей комплексной многопрофильной экспедиции Русского географического общества по мониторингу радиационной обстановки в Курило-Камчатском районе Тихого океана. Основной целью экспедиции в соответствии с Программой являлся «отбор проб морской воды и аэрозолей воздуха для проведения оперативных измерений и последующей отправки в береговые лаборатории».

В соответствии с Программой экспедиция должна была пройти по маршруту, аналогичному маршруту вто-

рой экспедиции, с изменением одной из точек высадки на Курильских островах (рис. 2). Высадки на острова Уруп и Парамушир в 2012 г. предполагалось заменить на высадки на острова Уруп и Симушир.

В ходе экспедиции специалисты Роспотребнадзора должны были проводить предварительные исследования проб аэрозолей, полученных с помощью фильтровоздушной установки от других участников рейса с использованием полупроводникового гамма-спектрометра TSP-DX с электроохлаждением, фирмы ORTEC США. Всего за время экспедиции было проведено 25 исследований таких проб. Во всех пробах аэрозолей цезий-134 выявлен не был, а содержание цезия-137 находилось на уровне глобального фона, другие техногенные радионуклиды не были идентифицированы.

По ходу движения судна в соответствии с Программой должны были проводиться оперативные измерения мощности амбиентной дозы гамма-излучения. Во всех точках отбора проб воды специалисты Санкт-Петербургского

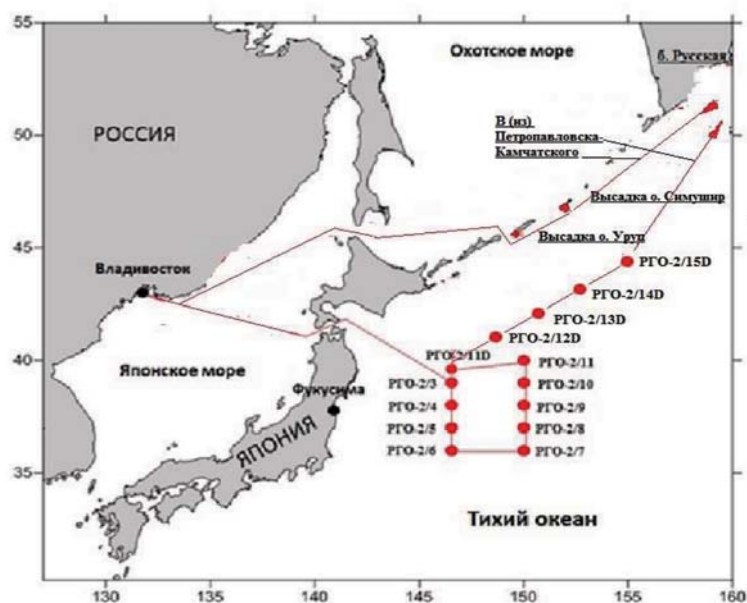


Рис. 2. Схема маршрута экспедиции в соответствии с Программой

института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева производили данные измерения с использованием дозиметра-радиометра МКС-АТ1117 М. Измеренные мощности амбиентной дозы гамма излучения составили 23–30 нЗв/ч.

Во время высадок на Курильские острова был запланирован отбор пробы почвы в прибрежной зоне. Там же предполагался отбор образцов биоты (наземной растительности) для лабораторных исследований содержания техногенных радионуклидов.

Погодные условия повлияли на реализацию Программы экспедиции. Осенние тайфуны, проходящие через северо-западные районы Тихого океана, заставляли прерывать экспедиционные работы. Значительная часть времени экспедиции ушла на стоянки, дополнительные переходы в места укрытия от тайфунов. После выполнения станции РГО 3/9 штормовое предупреждение вынудило руководство экспедиции принять решение покинуть район работ и укрываться от непогоды в заливе Анива, Сахалин.

10 и 11 октября во время укрытия от тайфунов в заливе Анива было предпринято две попытки пройти на Курильские острова для осуществления запланированных Программой экспедиции высадок. Однако погодные условия не позволили подойти к островам Симушир и Уруп. Было принято решение укрыться от непогоды в бухте Джигит, Приморский край. В результате высадки на Курильских островах были заменены на высадку с отбором проб на берег в бухте Джигит залива Рында. Высадка была произведена 13 октября. Во время высадки специалистами ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева» совместно с коллегами из ОАО «Радиовый институт имени В.Г. Хлопина» и ФГУП «Аварийно-технический центр Минатома России» были отобраны пробы наземной растительности, лесной подстилки, почвы, выполнены спектрометрические измерения поверхностного загрязнения цезием.

Одной из важных задач, поставленных перед специалистами Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, было изучение содержания радионуклидов цезия и стронция в морских гидробионтах Японского и Охотского морей. Во время проведения экспедиции сотрудниками Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева были отобраны пробы морской биоты – рыбы и кальмаров. При ловле использовались любительские

снасти (леска-крючок). Отлов гидробионтов был проведен в двух точках: в заливе Рында (бухта Джигит; N44.76446°, E136.38287°) в Японском море и в заливе Анива (бухта Морж; N45,96323°, E142,12274°) в Охотском море на глубинах до 100 м недалеко от береговой линии (рис. 3). После доставки в береговую лабораторию, а именно лабораторию ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Приморском крае», пробы сжигали и озоляли при температуре менее 450 °С. После озоления пробы помещали в пластиковые контейнеры (рис. 4, 5). В дальнейшем пробы были доставлены в ФБУН «Научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева» для проведения спектрометрических и радиохимических исследований.

Определение удельной активности радионуклидов цезия (раздельно ^{134}Cs и ^{137}Cs) проводилось методом гамма-спектрометрии с использованием полупроводникового детектора (ППД) высокого разрешения и многоканального анализатора фирмы ORTEC (США) [3]. Для определения удельной активности ^{90}Sr применялся радиохимический метод [7].



Рис. 3. Точки отбора проб гидробионтов



Рис. 4. Пробоподготовка бычка (Cottidae) на борту судна



Рис. 5. Сжигание проб гидробионтов

Результаты гамма-спектрометрического и радиохимического анализа содержания изотопов цезия и стронция-90 в пробах приведены в таблице.

Из результатов, представленных в таблице, видно, что во всех пробах содержание ^{134}Cs оказалось ниже предела детектирования, а удельная активность ^{137}Cs не превышала 0,3 Бк/кг. Суммарная удельная активность радионуклидов цезия, как и удельная активность стронция, во всех пробах не превышала 1 Бк/кг. Это на два порядка величины ниже гигиенического предела безопасности, установленного для рыбы и рыбных продуктов в России (130 Бк/кг для ^{137}Cs и 100 Бк/кг для ^{90}Sr [8]). Эти результаты полностью согласуются с данными, полученными в рамках предыдущих исследований содержания радионуклидов цезия и стронция в морской биоте, отобранной вблизи российского побережья Тихого океана, Японского и Охотского морей в 2011–2012 гг. [1, 3].

И.К. Романович [и др.]; под ред. Академика РАН Г.Г. Онищенко. – СПб.: НИИРГ им. проф. П.В. Рамзаева, 2012. – 336 с.

2. Никитин, А.И. Экспедиционные радиоэкологические исследования в Японском море и северо-западной части Тихого океана после аварии на японской АЭС «Фукусима-1»: предварительные результаты / А.И. Никитин [и др.] // Радиационная гигиена. – 2011. – Т. 4, № 3. – С. 14–35.
3. Рамзаев, В. П. Исследование радиоактивного загрязнения морской биоты в связи с аварией на АЭС «Фукусима-1» / В. П. Рамзаев [и др.] // Радиационная гигиена – 2012. – Т. 5, № 4. – С. 5–11.
4. Ramzaev, V. Shipboard determination of radiocesium in seawater after the Fukushima accident: results from the 2011–2012 Russian expeditions to the Sea of Japan and western North Pacific Ocean / V. Ramzaev [et al.] // J. Environ. Radioact. – 2014. – V. 135. – P. 13–24.
5. Nikitin A. Expedition surveys of the sea water and atmospheric air radioactive contamination in the Russian Far Eastern

Таблица

Результаты гамма-спектрометрического и радиохимического анализа удельной активности (^{90}Sr) техногенных радионуклидов в пробах рыбы

Дата отбора пробы	Море	Место	Проба	Масса, кг	Удельная активность, Бк/кг (сырой вес)		
					^{137}Cs	^{134}Cs	^{90}Sr
29.09.2014	Японское	з. Рында, б. Джигит	Бычки (<i>Cottidae</i>)	0,60	0,17±0,13	<0,09	<0,05
29.09.2014	Японское	з. Рында, б. Джигит	Кальмар (<i>Cephalopoda</i>)	0,45	<0,16	<0,13	0,16±0,05
13.10.2014	Японское	з. Рында, б. Джигит	Камбала (<i>Pleuronectidae</i>)	0,97	0,12±0,09	<0,06	0,050±0,025
13.10.2014	Японское	з. Рында, б. Джигит	Минтай (<i>Theragra chalcogramma</i>)	1,09	0,09±0,07	<0,05	0,08±0,02
13.10.2014	Японское	з. Рында, б. Джигит	Треска (<i>Gadus macrocephalus</i>)	0,95	0,16±0,09	<0,06	0,09±0,04
09.10.2014	Охотское	з. Анива, б. Морж	Треска (<i>Gadus macrocephalus</i>)	1,09	0,16±0,08	<0,06	0,050±0,025
09.10.2014	Охотское	з. Анива, б. Морж	Минтай (<i>Theragra chalcogramma</i>)	0,99	<0,08	<0,06	<0,05
09.10.2014	Охотское	з. Анива, б. Морж	Бычки (<i>Cottidae</i>)	0,77	0,12±0,07	<0,04	0,10±0,03
09.10.2014	Охотское	з. Анива, б. Морж	Камбала (<i>Pleuronectidae</i>)	1,05	<0,07	<0,06	0,07±0,03

Таким образом, авторами было изучено содержание радионуклидов ^{134}Cs , ^{137}Cs и ^{90}Sr в 9 пробах морских организмов, представленных одним видом беспозвоночных животных (1 проба) и 4 видами рыб (8 проб). Образцы морских организмов были отобраны в водах Японского и Охотского морей в 2014 г. в рамках комплексной морской экспедиции. Во всех проанализированных пробах удельная активность радионуклидов цезия (по сумме двух изотопов) и ^{90}Sr не превышала 1 Бк/кг (на сырой вес). Присутствие ^{134}Cs – маркера «фукусимских» выбросов и сбросов, не было выявлено. Проведенное исследование показывает, что в исследованных пробах не выявлено заметного воздействия аварии на АЭС «Фукусима-1» на содержание техногенных радионуклидов.

Литература

1. Романович, И.К. Авария на АЭС «Фукусима-1»: организация профилактических мероприятий, направленных на сохранение здоровья населения Российской Федерации /

coastal areas and in the North-Western Pacific in connection with accident at the «Fucushima-1» NPP / A. Nikitin [i dr.] // Abstracts from the International Conference on Radioecology and Environmental Radioactivity, 7–12 September 2014, Barcelona, Spain. – Available from: <http://radioactivity2014.pacifico-meetings.com>.

6. Рамзаев, В.П. Исследование радиоактивного загрязнения морской воды и гидробионтов в связи с аварией на АЭС «Фукусима-1» / В.П. Рамзаев [и др.] // Сборник тезисов Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы радиационной гигиены», посвященной 85-летию со дня рождения профессора П.В.Рамзаева. Санкт-Петербург, 2–3 октября 2014 г. – СПб., 2014. – С. 162–165.
7. Удельная активность цезия-137 и стронция-90 в пробах пищевой и сельскохозяйственной продукции, почвы и других объектах внешней среды: Методика выполнения измерений. – СПб: ФГУН НИИРГ, 2008. – 21 с.
8. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 707 с.

Поступила 11.03 2015 г.

✉ **Библин Артем Михайлович** – младший научный сотрудник Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева. Адрес: 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8. Телефон: 8-981-958-43-09. E-mail: tartemij@gmail.com

Иванов Сергей Анатольевич – младший научный сотрудник Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева. Адрес: 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8. Телефон: 8-911-192-55-29. E-mail: isa390@mail.ru

Рамзаев Валерий Павлович – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева. Адрес: 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8. Телефон: 8(812)232-04-54. E-mail: V.Ramzaev@mail.ru

Басалаева Лариса Николаевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева. Адрес: 197101, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8. Телефон: 8(812)232-04-54. E-mail: kaduka@mail.ru

A.M. Biblin, S.A. Ivanov, P.V. Ramzaev, L.N. Basalaeva

Some results of the Third complex multidisciplinary expedition of the Russian Geographical Society for monitoring of the radiation situation in the Kuril-Kamchatka area of the Pacific Ocean, 2014

Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Rospotrebnadzor, Saint Petersburg, Russia

Abstract

The Third complex multidisciplinary expedition of the Russian Geographic Society for monitoring of the radiation situation in the Kuril-Kamchatka area of the Pacific Ocean took place in September – October 2014. The purposes of the expedition were monitoring of the radiation situation and assessment of the impact of the accident at the nuclear power plant “Fukushima-1” on radioactive contamination of the marine environment near the Russian coasts. This paper presents results on the activity measurements of the cesium and strontium radionuclides in the hydrobionts collected during the expedition in the Seas of Japan and Okhotsk. Nine samples of the sea hydrobionts including one species of invertebrates and four species of fish have been analysed. Determination of activity concentrations of radionuclides of cesium (separately ^{134}Cs and ^{137}Cs) were carried out by the gamma-spectrometry method using a high-resolution semiconductor detector. Activity concentrations of ^{90}Sr were quantified with a radiochemical method. The activity concentrations of ^{90}Sr and the total activity concentrations of both cesium radioisotopes for all the samples analyzed did not exceed 1 Bq kg^{-1} (wet weight). This value is much lower than the safe levels of 130 Bq kg^{-1} (radiocesium) and 100 Bq kg^{-1} (radiostrontium) for the fish consumption in Russia. The study demonstrates that the Fukushima accident has no considerable impact on radioactive contamination of the selected species of hydrobiota in Russian waters of the Japan Sea and Okhotsk Sea.

Key words: accident, “Fukushima-1” NPP, Sea of Japan, Okhotsk Sea, hydrobionts, ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{90}Sr .

References

1. Romanovich, I.K. Avarija na AJeS «Fukusima-1»: organizacija profilaktičeskix meroprijatij, napravlenyx na sohranenie zdorov'ja naselenija Rossijskoj Federacii / I.K. Romanovich [i dr.]; pod red. Akademika RAMN G.G. Onishhenko. – SPb.: NIIRG im. prof. P.V. Ramzaeva, 2012. – 336 s.
2. Nikitin, A.I. Jekspedicionnye radiojekologičeskie issledovanija v Japonskom more i severo-zapadnoj časti Tihogo okeana posle avarii na japonskoj AJeS «Fukusima-1»: predvaritel'nye rezul'taty / A.I. Nikitin [i dr.] // Radiacionnaja gigiena. – 2011. – T. 4, № 3. – S. 14–35.
3. Ramzaev, V. P. Issledovanie radioaktivnogo zagrjaznenija morskoi bioty v svjazi s avariej na AJeS «Fukusima-1» / V. P. Ramzaev [i dr.] // Radiacionnaja gigiena – 2012. – T. 5, № 4. – S. 5–11.
4. Ramzaev, V. Shipboard determination of radiocesium in seawater after the Fukushima accident: results from the 2011–2012 Russian expeditions to the Sea of Japan and western North Pacific Ocean / V. Ramzaev [et al.] // J. Environ. Radioact. – 2014. – Vol. 135. – P. 13–24.
5. Nikitin, A. Expedition surveys of the sea water and atmospheric air radioactive contamination in the Russian Far Eastern coastal areas and in the North-Western Pacific in connection with accident at the “Fucushima-1” / Nikitin A., Shershakov V., Ramzaev V //NPP. In: Abstracts from the International Conference on Radioecology and Environmental Radioactivity, 7-12 September 2014, Barcelona, Spain. Available from: <http://radioactivity2014.pacifico-meetings.com>.
6. Ramzaev, V.P. Issledovanie radioaktivnogo zagrjaznenija morskoi vody i gidrobiontov v svjazi s avariej na AJeS «Fukusima-1» / V.P. Ramzaev [i dr.] // Sbornik tezisov Mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii «Aktual'nye voprosy radiacionnoj gigieny», posvjashhennoj 85-letiju so dnja rozhdenija professora P.V.Ramzaeva. Sankt-Peterburg, 2–3 oktjabrja 2014 g. – S-Peterburg, 2014. – S. 162–165.
7. Udel'naja aktivnost' cezija-137 i stroncija-90 v probah pishhevoj i sel'skhozjajstvennoj produkcii, pochvy i drugih ob#ektah vneshej sredy: Metodika vypolnenija izmerenij. SPb: FGUN NIIRG, 2008 g. – 21 s.
8. Edinye sanitarno-jepidemiologičeskie i higieničeskie trebovanija k tovaram, podležashhim sanitarno-jepidemiologičeskomu nadzoru (kontrolju). – M.: Federal'nyj centr gigieny i jepidemiologii Rospotrebnadzora, 2010. – 707 s.