УДК 597.593.8:621.039.5(265.5)

Г.С. Борисенко¹, Ю.Г. Блинов¹, В.Н. Филатов²*

¹ Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, 690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4; ² Южный научный центр Российской академии наук, 344006, г. Ростов-на-Дону, просп. Чехова, 41

ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ В ЮЖНО-КУРИЛЬСКОМ ПРОМЫСЛОВОМ РАЙОНЕ И СТЕПЕНИ ВОЗДЕЙСТВИЯ РАДИАЦИОННОГО ЗАРАЖЕНИЯ НА ТИХООКЕАНСКУЮ САЙРУ В 2011–2013 ГГ.

Исследуются радиационная обстановка в наиболее близком к зоне аварии Южно-Курильском промысловом районе и степень воздействия радиационного заражения на ту часть популяции тихоокеанской сайры, миграционные потоки которой проходят через российские воды. Дается обоснование несущественного влияния аварии АЭС «Фукусима-1» на радиоактивность сырья из тихоокеанской сайры, добываемой российским флотом.

Ключевые слова: экология, радиационное заражение, АЭС «Фукусима-1», сайра, миграции, промысел.

Borisenko G.S., Blinov Yu.G., Filatov V.N. Assessment of radiation environment in the South-Kuril fishing area and impact of radiation pollution on pacific saury in 2011–2013 // Izv. TINRO. — 2015. — Vol. 182. — P. 172–182.

Radiation environment is assessed for the Pacific waters off Kuril Islands and effects of radiation pollution on pacific saury migrating through this area for feeding are evaluated on the samples collected by research vessels of Pacific Fisheries Research Center (TINRO) in 2011–2013 and processed in the specially equipped laboratory of this institute. Short-term increasing of the radiation background was registered in March 2011 only, and radiation pollution of the fish tissues was not detected. Obviously, the accident at the nuclear power plant Fukushima-1 had no significant effect on pacific saury. No threat to safety of the food made of pacific saury is concluded. However, a dangerous effect of the accident is possible for other commercial species of fish, in particular long-living ones that have repeated migrations through the waters adjacent to the power plant, as sardine and mackerel. These species aren't landed by Russian fishermen now but their fishery can be resumed under growth of their populations in future.

Key words: ecology, radiation pollution, Fukushima-1, pacific saury, feeding migration, fishery.

2015

^{*} Борисенко Галина Сергеевна, научный сотрудник, e-mail: vera_borisenko@mail.ru; Блинов Юрий Григорьевич, доктор биологических наук, профессор, заместитель директора, e-mail: tinro@tinro.ru; Филатов Виктор Николаевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, e-mail: f769@yandex.ru.

Borisenko Galina S., researcher, e-mail: vera_borisenko@mail.ru; Blinov Yury G., D.Sc., professor, deputy director, e-mail: tinro@tinro.ru; Filatov Victor N., Ph.D., senior researcher, e-mail: f769@yandex.ru.

Введение

Мощное землетрясение в Тихом океане, сопровождавшееся разрушительным цунами, в марте 2011 г. привело к частичному разрушению атомной электростанции «Фукусима-1» в Японии. В результате аварии произошел выброс в атмосферу радиационных газов и аэрозолей, а в морскую среду поступили радиоактивные воды. Это привело прежде всего к сильнейшему радиационному заражению акватории, прилегающей к очагу заражения. Не вызывает сомнений, что распространение зараженных вод оказало определенное воздействие на биоценозы вдоль всего восточного побережья о. Хонсю, масштабы которого до настоящего времени полностью не оценены. Кроме того, водный и воздушный перенос радиоактивных веществ могли оказать влияние на радиационную обстановку в районах промысла, примыкающих к зоне заражения, а также во всем дальневосточном бассейне. Утечки радиации через атмосферу и грунтовые воды до сего времени полностью не ликвидированы. Соответственно потребители морепродуктов и контролирующие государственные учреждения по-прежнему очень обеспокоены этой ситуацией.

В средствах массовой информации и в среде ученых нередко делались предположения о возможном радиоактивном загрязнении всех массовых эпипелагических рыб и кальмаров, ареал обитания которых соприкасается с побережьем о. Хонсю (Левин и др., 2012; Buesselera et al., 2012; Крылов и др., 2013; Пранц и др., 2013; и др.). Среди них наиболее важна для российского рынка в настоящее время тихоокеанская сайра *Cololabis saira*, косяки которой ежегодно в летне-осенний период формируют скопления промыслового характера в тихоокеанских водах, прилегающих к Курильским островам, где облавливаются отечественным флотом. Ежегодный российский объем вылова этого объекта в последние годы колеблется в пределах 50–70 тыс. т, вылов сайры Японией составляет 170–230 тыс. т, еще около 200–250 тыс. т сайры вылавливается другими странами Юго-Восточной Азии. При этом основу вылова сайры Японией и Россией составляют косяки, формирующие скопления на небольшом удалении от островов. Основу уловов сайры стран Юго-Восточной Азии составляют косяки рыб, формирующие скопления за пределами вод России и Японии на удалении до 500–800 миль от побережья Курильских и Японских островов.

Цель наших исследований — оценка радиационной обстановки в наиболее близком к зоне аварии Южно-Курильском промысловом районе и определение степени воздействия радиационного заражения на ту часть популяции тихоокеанской сайры, миграционные потоки которой проходят через российские воды.

Материалы и методы

Исследование проведено на материалах, собранных в 2011–2013 гг. по программе исследований ТИНРО-центра. В полевых условиях работа выполнялась путем ежедневных судовых дозиметрических измерений радиационного фона воздуха и воды всеми судами БИФ ТИНРО в основных рыбопромысловых районах дальневосточного бассейна. Измерения проводились профессиональными дозиметрами: дозиметр-радиометр МКС-05 «Терра», дозиметр-радиометр МКС-01СА1М с речевым сопровождением, дозиметр микропроцессорный ДКГ-АТ2503А. В Южно-Курильском промысловом районе осуществлялся отбор проб морской воды и рыбы из уловов на НИС «Владимир Сафонов» в сентябре-октябре. Отобранные в море образцы подвергались глубокой заморозке, после чего транспортировались на берег. Анализ экспедиционного материала проводился в лабораторных условиях с использованием радиохимических методов и спектрометрической аппаратуры.

Предварительное измерение Cs-137 проводили в нативной пробе по дочернему изотопу барий-137м на сцинтилляционном гамма-спектрометре. При этом подготовленный образец (разделанный на тушку, измельченный) размещали в измерительной кювете стандартной геометрии «Маринелли». Длительность экспозиции составляла 1 ч. Измерение проводили трехкратно. Обработку гамма-спектров выполняли по

программе «Прогресс»*. Если ошибка измерения превышала 50 %, то проводили радиохимическое выделение цезия-137 из пробы в виде сурьмянистойодидной соли с последующим измерением активности выделенного препарата Cs-137 на малофоновой установке УМФ-2000**.

Удельную активность радионуклидов выражали в единицах Международной системы СИ в беккерелях на килограмм (Бк/кг) сырой массы пробы. При обработке результатов измерений использовали методы математической статистики. Оценку параметров проводили с точностью, соответствующей доверительной вероятности 0,95, и в соответствии с требованиями к методикам радиационного контроля ГОСТ Р 8.563.

Результаты и их обсуждение

Результаты измерений радиационного фона приземного воздуха, полученных в 2011 г., включающие данные первых дней после аварии, показали, что уровень радиации находился в пределах колебаний естественного гамма-фона (8–13 мкР/ч) для морских акваторий, за исключением двух случаев, 26 и 28 марта 2011 г., когда фон в районе южных Курильских островов повысился до 20 мкР/ч (Блинов, Борисенко, 2012). Олнако этот уровень не превышал установленного для оперативного радиационного контроля значения 30 мкР/ч и тем более предельно допустимого значения по нормам радиационной безопасности — 60 мкР/ч (НРБ-99/2009) (СанПиН 2.6.1.2523-09). Тем не менее не вызывает сомнений, что упомянутое повышение уровня радиации воздуха отражало значительные масштабы атмосферного распространения радиационного заражения в первые дни после аварии. Радиационный фон морской волы в 2011 г. был в пределах естественного радиационного фона (6–12 мкР/ч). В дальнейшем в течение 2012–2013 гг. радиационный фон морской воды и атмосферного воздуха находился в пределах колебаний естественного радиационного фона (6–12 мкР/ч) (Блинов и др., 2014). На основании этих данных с большой долей уверенности нами сделан вывод, что поверхность акватории наиболее близкого к месту аварии промыслового района российской экономической зоны подверглась кратковременному незначительному радиационному воздействию, которое не отразилось на ее естественном радиационном фоне. Кроме того, во всей толще вод эпипелагиали, где обитают массовые промысловые гидробионты Южно-Курильского промыслового района, не было обнаружено следов радиационного воздействия. Этот результат был ожидаемым из-за системы океанической циркуляции. Поверхностные течения северо-западной части Тихого океана (СЗТО), наиболее важные из которых теплое Куросио и холодное Ойясио, на акватории, прилегающей к зоне аварии, частично смешиваются (рис. 1). В дальнейшем происходит вынос этих водных масс в восточном направлении в открытую океаническую акваторию на большое удаление от экономической зоны России. Тем не менее нами не исключалась вероятность попадания в зону России вихрей течения Куросио, которые могли бы нести какую-то часть вод с повышенной радиацией. Такие вихри находились в водах России в разгар сайровых путин 2012 и 2013 гг. На их периферии формировались скопления сайровых косяков (Филатов, 2013). Однако пробы воды, взятые как в зоне вихря, так и вне его пределов, не выявили следов радиационного заражения.

Еще до начала сайровой путины 2011 г. в средствах массовой информации была опубликована масса предположений по возможному радиационному заражению сайры и других гидробионтов, подавляющая часть из которых не имела никаких объективных обоснований. Этому способствовало отсутствие объективных данных, что не позволило

^{*} Методика измерения активности радионуклидов в счетных образцах на сцинтилляционном гамма-спектрометре с использованием программного обеспечения «Прогресс». М.: ГП «ВНИИФТРИ», 1999. 27 с.

^{**} Альфа-бета радиометр для измерений малых активностей УМФ-2000. Руководство по эксплуатации. М.: ЗАО «НПП «Доза», 2002. 23 с.; МУК 4.3.2504-09. Цезий-137. Определение удельной активности в пищевых продуктах. Методические указания. М.: Фед. центр гигиены и эпидемиол. Роспотребнадзора, 2009. 24 с.



Рис. 1. Схема течений и распределение основных круговоротов поверхностных вод в районе нагула тихоокеанской сайры в СЗТО: *1* — холодные течения (Ойясио — в СЗТО к западу от 153° в.д., Камчатско-Курильское — в СЗТО вдоль Курильских островов и Камчатки к востоку от 153° в.д.); *2* — теплые течения (Куросио — в СЗТО до 160° в.д., Тихоокеанский дрейф к востоку от 160° в.д., Цусимское — в Японском море, Соя — в Охотском море); *3* — западная периферия Алеутского круговорота; *4* — вихри вод Куросио; *5* — вихри ветвей холодных течений; *6* — вихри ветвей Куросио; *7* — Субарктический фронт (северная граница зоны смешения субтропических и субарктических вод); *8* — фронт Куросио (южная граница зоны субарктических вод); *9* — перемещение трансформированных субарктических вод

Fig. 1. Scheme of currents and major gyres at the sea surface in the area of pacific saury feeding in the North-West Pacific: 1 - cold currents (Oyashio - westward from 153° E, Kamchatka-Kuril Current - along Kamchatka and Kuril Islands eastward from 153° E); 2 - warm currents(Kuroshio - westward from 160° E, Pacific drift - eastward from 160° E, Tsushima Current - in the Japan Sea, Soya Current - in the Okhotsk Sea); 3 - western periphery of the Aleutian Gyre; 4 - Kuroshio rings; 5 - eddies of cold currents; 6 - eddies of the Kuroshio branches; $7 - \text{Sub$ $arctic Front (northern boundary of the mixing zone between subtropical and subarctic waters)}; <math>8 - \text{Kuroshio Front}$ (southern boundary of the mixing zone between subtropical and subarctic waters); 9 - movements of the transformed subarctic waters

в первые месяцы после аварии опубликовать научные статьи, опровергающие эти домыслы. Однако имелось достаточно научных публикаций о тихоокеанской сайре, по материалам которых несложно было сделать вывод, что в путину 2011 г. сайра не могла иметь значительных следов радиационного заражения. Сайра, составлявшая основу российского вылова в 2011 г., на момент аварии обитала в удаленных от берегов водах и могла быть подвергнута только незначительному радиационному воздействию вследствие попадания паров с повышенной концентрацией радиоактивных веществ в атмосферу. Воспроизводство этого поколения приходилось на осень 2009 г., зиму и весну 2010 г. в районах, расположенных мористее северной части о. Хонсю и о. Хоккайдо. Далее миграция мальков и личинок и частично неотнерестившейся сайры (нерест сайры происходит порционно) проходила в зоне смешения субтропических и субарктических вод (зона Субарктического фронта) в северном и северо-восточном направлении с выходом подросшей молоди и более взрослых особей ранним летом в субарктические воды, прилегающие к Курильским островам, включая акваторию у юго-восточного побережья Камчатки (рис. 2) (Филатов и др., 2011). В период нагула миграционные потоки сайры проходят вдоль Курильской гряды на юго-запад, формируя промысловые скопления у островов Курильской гряды в августе-октябре (Новиков, 1965, 1986а, б; Козака, 1986; Филатов, 2004; Филатов и др., 2011; и др.). В дальнейшем часть косяков переходит в воды экономической зоны Японии, а часть выходит за пределы 200-мильной экономической зоны вод России в открытые океанические воды. Косяки, перешедшие в зону Японии, могут достигнуть вод, прилегающих к зоне аварии, только в ноябре. Так как еще до начала сайровой путины имелись данные об отсутствии радиационного заражения акватории южных Курильских островов, то ве-



Рис. 2. Схема миграций тихоокеанской сайры в северо-западной части Тихого океана: *I* — весенне-летние (март-август) миграционные потоки в субарктические воды (перемещение молоди и взрослых особей в поисках участков с наиболее благоприятными для нагула условиями); *2* — летне-осенние (август-декабрь) миграционные потоки из субарктических вод в районы нереста (нагул и смещение с субарктическими водами); *3* — перенос икры, личинок и мальков из мест нереста (январь-декабрь); *4* — выселение молоди и взрослых особей (январь-декабрь); *5* — направление перемещений косяков сайры в Охотском море (август-ноябрь); *6* — Субарктический фронт; *7* — фронт Куросио

Fig. 2. Scheme of pacific saury migrations in the North-West Pacific: 1 — spring and summer (March-August) migration to the subarctic waters (juveniles and adults searching for feeding); 2 — summer-autumn (August-December) migration from the subarctic waters toward spawning grounds (together with expansion of the subarctic waters, continuing the feeding); 3 — transport of eggs, larvae and fry from spawning grounds (January-December); 4 — settling of juveniles and adults (January-December); 5 — saury shoals movements in the Okhotsk Sea (August-November); 6 — Subarctic front; 7 — Kuroshio Front

роятность существенного заражения сайры, мигрирующей сюда из океанических вод, еще не подвергшихся радиационному заражению, сводилась к нулю (Филатов, 2011). Впоследствии это было подтверждено нашими натурными измерениями в районе промысла, исследованиями специалистов других научных учреждений в различных районах дальневосточного бассейна, а также службой санитарно-эпидемиологического контроля и Роспотребнадзора РФ при исследовании рыбного сырья, поступающего в продажу (Никитин и др., 2011; Онищенко и др., 2011; Блинов, Борисенко, 2012; Рамзаев и др., 2012; Репин, 2012; и др.). Наши результаты радиохимического анализа проб показали, что удельная активность радионуклида Cs-137 в исследованных образцах сайры находилась в пределах 1,0–1,5 Бк/кг сырой массы (табл. 1, рис. 3). Радионуклид Cs-134, присутствовавший в «свежих» выбросах при аварии на АЭС, зарегистрирован не был. Исследованные ранее в 2010 г. образцы тихоокеанской сайры (26-29 см) имели удельную активность по Cs-137 0.8-1,2 Бк/кг. В 2011 г. незначительно повысился радиоактивный фон сайры (1,0–1,5 Бк/кг), что, по всей вероятности, связано с атмосферными выпадениями после аварии на АЭС «Фукусима-1». Тем не менее полученные в 2011 г. оценки не выходили за пределы региональных фоновых уровней, установленных для рыб дальневосточного бассейна (1,5-2,5 Бк/кг) (Борисенко, Блинов, 2012).

Таблица 1

Удельная активность радиоцезия в теле тихоокеанской сайры северо-западной части Тихого океана в 2011 г., Бк/кг сырой массы

Table 1

Specific activity of radioactive cesium in the body of pacific saury sampled
from the North-West Pacific in 2011, Bq/kg WW

Дата	Координаты	Длина тела (AC), см	Cs-137	
09.09	45°04,0' N 149°39,0' E	27–30	1,4	
10.09	44°46,0' N 148°24,0' E	25-26	1,0	
27.09	41°59,0' N 148°42,0' E	28-30	1,5	
30.09	43°11,0' N 147°25,0' E	28–30	1,4	
02.10	43°15,0' N 147°57,0' E	29–32	1,4	
03.10	43°03,0' N 147°07,0' E	30–32	1,4	
06.10	41°29,0' N 148°00,0' E	28-31	1,5	
08.10	44°08,0' N 148°47,0' E	25–26	1,0	
13.10	44°02,0' N 153°23,0' E	29–30	1,4	

Значительно выше вероятность получения радиационного заражения могла быть для той части потомства сайры, которая в 2011 г. родилась и (или) выросла на акватории, прилегающей к восточному побережью о. Хонсю, а также в более удаленных водах к востоку от побережья, куда уже могли проникнуть зараженные поверхностные воды. Однако наши исследования не обнаружили существенной разницы по радиационному заражению рыбы в 2012 г. по сравнению с предшествующими годами. Более того, она оказалась несколько ниже, чем в год, когда произошла авария. Так, удельная активность Cs-137 колебалась в пределах 0,6–1,3 Бк/кг сырой массы, ее величина в значительной мере зависела от размерного состава проб (табл. 2, рис. 3). На станциях 6 и 13 в пробах присутствовала только мелкая сайра длиной 20–23 см с удельной активностью 0,55–0,65 Бк/кг. Максимальную активность имели пробы, где доминировали крупные особи (30–31 см), — 1,1–1,3 Бк/кг сырой массы.

В период сайровой путины 2013 г. отобранные пробы были обработаны с учетом размерно-возрастной структуры облавливаемых косяков (Филатов, 1999). Для каждой из размерных групп: малоразмерные (менее 24 см), среднеразмерные (24–29 см) и крупноразмерные (более 29 см) — проводилась отдельная оценка степени радиоактивного заражения (табл. 3, рис. 3). Как и в предшествующие годы, степень радиационного заражения всех групп не выходила за пределы региональных фоновых уровней (табл. 4). Вместе с тем результаты измерений свидетельствовали о том, что степень радиоактивности сайры увеличивалась с размером особей. При этом удельная активность радиоцезия в сайре по каждой размерной группе не зависела от периода и района лова



Рис. 3. Акватория промысла тихоокеанской сайры и места отбора проб на определение степени радиационного заражения в 2011–2013 гг.: *I* — граница района промысла флота России; *2* — граница района промысла флота Японии; *3* — граница района промысла флота Юго-Восточной Азии; *4* — выборки в 2011 г.; *5* — выборки в 2012 г.; *6* — выборки в 2013 г.

Fig. 3. Fishing grounds of pacific saury and sites of its sampling for assessment of radiation pollution in 2011–2013: 1 - 1 limits of the Russian fishery area; 2 - 1 limits of the Japanese fishery area; 3 - 1 limits of the South-East Asia fishery area; 4, 5, 6 - 1 sites of sampling in 2011, 2012, and 2013, respectively

Таблица 2

Удельная активность радиоцезия в теле тихоокеанской сайры северо-западной части Тихого океана в 2012 г., Бк/кг сырой массы

Table 2

Specific act	tivity of r	adioactive	cesium in	the body	of pacific s	saury sampled
	from th	e North-W	est Pacific	e in 2012,	Bq/kg WW	7

		/ 10	
Дата	Координаты	Длина тела (АС), см	Cs-137
03.09	42°51,0' N 147°26,0' E	30–31	1,2
09.09	42°54,6' N 147°51,9' E	25–27	1,0
11.09	43°45,5' N 148°08,5' E	30–32	1,3
13.09	44°11,7' N 148°11,2' E	25–26	0,8
18.09	43°47,2' N 147°17,5' E	30–31	1,3
29.09	43°57,0' N 147°44,0' E	20–23	0,6
19.09	43°07,0' N 146°57,0' E	30–31	1,2
21.09	42°49,8' N 148°01,7' E	30–31	1,1
28.09	43°03,3' N 147°05,4' E	30–31	1,2
28.09	43°21,0' N 147°30,1' E	27–28	1,3
28.10	41°10,0' N 147°58,0' E	30–31	1,3
06.11	41°46,7' N 148°47,0' E	30–31	1,3
11.11	41°17.2' N 148°31.8' E	20-22	0.7

Таблица 3

Размерный состав тихоокеанской сайры в выборках из уловов в северо-западной части Тихого океана в 2013 г.

Table 3

Size composition of pacific saury sampled from commercial catches in the North-West Pacific in 2013

Дата	Координаты	Доля, %		
		Менее 24 см	24-29 см	Более 29 см
10.09	42°47,7' N 146°53,7' E	3,0	51,5	45,5
14.09	44°19,8' N 147°54,6' E	55,4	44,6	0,0
18.09	43°33,5' N 150°39,6' E	4,3	27,5	68,2
22.09	43°21,8' N 148°15,6' E	11,5	51,5	37,0
28.09	43°11,4' N 147°14,2' E	0,5	71,5	28,0
04.10	43°40,6' N 148°11,3' E	57,5	41,0	1,5
06.10	43°48,0' N 151°12,6' E	2,5	73,3	24,2
07.10	42°53,3' N 151°00,7' E	0,0	21,5	78,5
09.10	42°04,2' N 149°43,5' E	0,0	12,5	87,5
10.10	41°43,2' N 149°04,1' E	16,5	35,5	48,0

Таблица 4

Удельная активность радиоцезия (Cs-137) в теле тихоокеанской сайры различных размерных групп в 2013 г., Бк/кг сырой массы

Table 4

Specific activity of radioactive cesium (Cs-137, Bq/kg WW) in the body of pacific saury sampled from the North-West Pacific in 2013, by size groups

1		, ,	• 1
Период лова	Менее 24 см	24-29 см	Более 29 см
10-28.09	$0,61 \pm 0,02$	$1,26 \pm 0,12$	$1,34 \pm 0,13$
04-10.10	$0,78 \pm 0,02$	$1,03 \pm 0,10$	$1,30 \pm 0,13$

(в пределах ошибки определения). Максимальное значение удельной активности Cs-137 имели крупноразмерные особи, в среднем 1.32 ± 0.13 Бк/кг сырой массы. Тем не менее полученные показатели радиоактивности рыбного сырья на два порядка ниже допустимого уровня по санитарным нормам (130 Бк/кг) (СанПиН 2.3.2.1078-01; Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования ..., 2010*). При планировании исследований в 2013 г. делалось предположение, что повышенные дозы радиационного заражения могут быть получены только определенными размерно-возрастными группами сайры, соответствующими определенным сезонным группировкам, рождение которых разделено во времени и происходит в определенных районах, порой довольно далеко расположенных друг от друга (Саблин, 1980; Новиков, 1986а, б; Иванов, 1989, 1994; Байталюк, Давыдова, 2002; и др.). Исследованные в 2013 г. крупноразмерные особи сайры (более 29 см) в выборках из уловов 10.09-04.10 родились в основном осенью 2011 г. в районе побережья о. Хоккайдо и северного побережья о. Хонсю, а также в северной части зоны Субарктического фронта. Часть крупноразмерных особей остальных выборок из уловов 06–10.10 могла родиться зимой-весной 2012 г. у побережья центральной и южной части о. Хонсю, а часть — зимой-весной 2012 г. в зоне Субарктического фронта. Вероятность поступления воды из зараженных областей в акваторию у побережья о. Хоккайдо, как и в Южно-Курильский промысловый район, ничтожна. Однако в зоне Субарктического фронта, особенно в ее центральной и южной частях, могут присутствовать такие воды. Таким образом, даже при возможности того, что часть косяков сайры из уловов российского флота могла некоторое время обитать в водах, соприкасавшихся с водами, имеющими более высокую степень радиационного фона вследствие аварии на АЭС «Фукусима-1», степень содержания в теле рыб радиоактивных веществ почти не отличалась от фоновых

^{*} Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). М.: Фед. центр гигиены и эпидемиол. Роспотребнадзора, 2010. 707 с.

значений, зафиксированных до момента аварии. Следовательно, авария на японской АЭС «Фукусима-1» не оказала значительного влияния на повышение радиоактивности исследованного сырья тихоокеанской сайры.

Несмотря на результаты наших исследований тихоокеанской сайры, показавших лишь несушественное превышение фоновых значений радиации в теле рыб. настораживает тенденция увеличения значений удельной активности радиоцезия с увеличением размера, а значит возраста. Тихоокеанская сайра — быстрорастущий короткоцикловый вид, срок жизни которого измеряется всего двумя годами. Годовое увеличение показателей активности радиоцезия для сайры по нашим данным составляет 0,5-0,7 Бк/кг сырой массы. Соответственно, если бы срок жизни сайры измерялся не двумя, а 4-5 годами, то степень заражения могла достигнуть пределов региональных фоновых уровней, установленных для рыб дальневосточного бассейна (1,5-2,5 Бк/кг)*. Среди массовых пелагических объектов ихтиоцена Куросио, ареал которых, как и у тихоокеанской сайры, соприкасается с зоной радиационного заражения, а в летне-осенний период их косяки формируют скопления промыслового характера в экономической зоне России, есть более долгоживущие виды (Новиков, 1986а, б; Беляев, 2003). Из них наиболее долгоживущий — японская скумбрия, срок жизни которой исчисляется 7-8 годами. Второй вид со схожей (6-7 лет) продолжительностью жизни — дальневосточная сардина (иваси). Оба вида в уловах российских судов встречаются пока только как прилов при промысле тихоокеанской сайры. Однако в последние годы заметна тенденция увеличения запасов и расширения зон формирования скоплений этих видов в водах России, что, несомненно, вскоре может привести к возрождению их промысла российскими рыбаками. В первую очередь это касается сардины-иваси, масштабы отечественного промысла которой в 1980-е гг. исчислялись сотнями тысяч тонн. В связи с этим необходимо организовать мониторинг радиационного заражения этих объектов в экономической зоне России. При этом собранные данные должны дать возможность выяснить степень зависимости зараженности от возраста и (или) от сроков соприкосновения с акваторией, имеющей повышенный радиационный фон.

Выводы

Поверхность акватории наиболее близкого к месту аварии промыслового района российской экономической зоны в первые дни (26–28 марта 2011 г.) после аварии на АЭС «Фукусима-1» подверглась кратковременному незначительному радиационному воздействию, которое не отразилось на ее естественном радиационном фоне.

Результаты измерений радиационного фона воздуха и воды в Южно-Курильском промысловом районе и в прилегающих промысловых районах экономической зоны России в 2011–2013 гг. не выявили превышения обычных фоновых колебаний (6–12 мкР/ч) этого параметра радиационной обстановки.

Удельная активность антропогенного радионуклида Cs-137 в пробах тихоокеанской сайры не превышала региональный фоновый уровень для рыбного сырья. Радионуклид Cs-134 зарегистрирован не был.

Проведенные радиологические исследования в Южно-Курильском промысловом районе и в прилегающих промысловых районах экономической зоны России в период сайровых путин 2011–2013 гг. не выявили опасных уровней радиоактивного загрязнения тихоокеанской сайры, что позволяет оценить сырье как безопасное в санитарно-гигиеническом отношении.

Авария на японской АЭС «Фукусима-1» не оказала существенного влияния на повышение радиоактивности сырья из тихоокеанской сайры, добываемой россий-

^{*} Даже при этом она будет многократно ниже допустимого уровня по санитарным нормам (130 Бк/кг). Следует также отметить, что данный порог по Cs-137, установленный для России, намного меньше порогов, принятых в других странах. Например, порог для стран Евросоюза определен в размере 500 Бк/кг, для США — 1200 Бк/кг.

ским флотом, несмотря на то что часть облавливаемой рыбы соприкасалась с зоной поверхностных вод, прилегающих к восточному побережью о. Хонсю, вероятность радиационного заражения которых в 2011 г. была высокой.

Необходимо организовать мониторинг радиационного заражения японской скумбрии и дальневосточной сардины в экономической зоне России, рост численности которых может привести к возобновлению их промысла российским флотом.

Авторы выражают благодарность начальнику экспедиции НИС «Владимир Сафонов» Ю.В. Новикову за полноту сбора материалов, ихтиологу Н.Н. Блищак за качественную заготовку проб сайры и океанологу Е.И. Устиновой за консультативную помощь, оказанную при подготовке статьи.

Список литературы

Байталюк А.А., Давыдова С.В. Распределение и пассивные миграции сайры в северной части Тихого океана // Вопр. рыб-ва. — 2002. — Т. 3, № 3(11). — С. 402–420.

Беляев В.А. Экосистема зоны течения Куросио и ее динамика : моногр. — Хабаровск : Хабар. кн. изд-во, 2003. — 382 с.

Блинов Ю.Г., Борисенко Г.С. Мониторинг радиоактивного загрязнения водных биоресурсов в экономической зоне России на ДВ бассейне в 2011 г. после аварии на АЭС «Фукусима-1» в Японии // Мат-лы 6-го экологического форума «Природа без границ». — Владивосток, 2012. — С. 85–89.

Блинов Ю.Г., Борисенко Г.С., Письмак С.Н. Исследования радиоактивного загрязнения водных биологических ресурсов в экономической зоне России на ДВ бассейне // Мат-лы 8-го экол. форума «Природа без границ». — Владивосток, 2014. — С. 69–73.

Борисенко Г.С., Блинов Ю.Г. Исследования радиоактивного загрязнения водных биоресурсов и среды их обитания в северо-западной части Японского моря в связи с аварией на АЭС «Фукусима-1» // Мат-лы 7-й междунар. науч.-практ. конф. «Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде». — Семей : Семипалат. гос. пед. ин-т, 2012. — Т. 2. — С. 568–571.

Иванов П.П. Особенности долгопериодных изменений численности сайры (Cololabis saira Brevoort) // Итоги изучения биологических ресурсов северо-западной части Тихого океана. — Владивосток : ТИНРО, 1989. — С. 35–43.

Иванов П.П. Сезонная и многолетняя изменчивость распределения личинок и мальков тихоокеанской сайры (*Cololabis saira* Brevoort) в зависимости от меандрирования основной струи Куросио к югу и востоку от Японии // Изв. ТИНРО. — 1994. — Т. 115. — С. 108–117.

Крылов А.Л., Носов А.В., Киселев В.П. Использование комплекса моделей POMRad для моделирования распространения радиоактивных веществ в морской среде после аварии на АЭС «Фукусима-1» // Тр. ИБРАЭ РАН. — 2013. — Вып. 13 : Авария на АЭС «Фукусима-1»: опыт реагирования и уроки. — С. 197–214.

Левин В.А., Алексанин А.А., Алексанина М.Г. и др. Технологии спутникового мониторинга атмосферы и поверхности океана района АЭС Фукусима // Совр. проблемы дистанц. зондирования Земли из космоса. — 2012. — Т. 9, № 1. — С. 187–196.

Никитин А.И., Рамзаев В.П., Осокин В.М. и др. Экспедиционные радиоэкологические исследования в Японском море и северо-западной части Тихого океана после аварии на японской АЭС «Фукусима-1»: предварительные результаты // Радиац. гигиена. — 2011. — Т. 4, № 3. — С. 14–35.

Новиков Ю.В. Биология, миграции, состояние запасов и распространение сайры // Сайра. — Владивосток : Примиздат, 1965. — С. 11–29.

Новиков Ю.В. Зона течения Куросио // Биологические ресурсы Тихого океана. — М. : Наука, 1986. — С. 443–458.

Новиков Ю.В. Некоторые закономерности распределения и миграций массовых пелагических рыб северо-западной части Тихого океана // Вопр. ихтиол. — 1986. — Т. 26, вып. 2. — С. 196–207.

Онищенко Г.Г., Романович И.К., Барковский А.Н. и др. Авария на АЭС «Фукусима–1»: первые итоги аварийного реагирования. Сообщение 2: действия органов Роспотребнадзора по радиационной защите населения Российской Федерации на ранней стадии аварии // Радиац. гигиена. — 2011. — Т. 4, № 2. — С. 13–22.

Пранц С.В., Будянский М.В., Улейский М.Ю. Порядок в хаосе океанских течений // Природа. — 2013. — № 3. — С. 3–13.

Рамзаев В.П., Иванов С.А., Гончарова Ю.Н. и др. Исследование радиоактивного загрязнения морской биоты в связи с аварией на АЭС «Фукусима-1» // Радиац. гигиена. — 2012. — Т. 5, № 4. — С. 5–11.

Репин В.С. Радиационно-гигиеническая оценка возможных уровней загрязнения дальневосточных морепродуктов долгоживущими радионуклидами в связи с аварией на АЭС «Фукусима-1» // Радиац. гигиена. — 2012. — Т. 5, № 2. — С. 61–71.

Саблин В.В. Воспроизводство и динамика численности сайры Cololabis saira (Brevoort) в северо-западной части Тихого океана : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Севастополь, 1980. — 24 с.

Филатов В.Н. Миграции и промысел сайры в свете аварии на АЭС Японии // Рыб. хозво. — 2011. — № 3. — С. 43–46.

Филатов В.Н. Миграции тихоокеанской сайры в период нагула в районе Курильских островов и Охотского моря // Изв. ТИНРО. — 2004. — Т. 139. — С. 260–270.

Филатов В.Н. Особенности распределения и размерно-возрастной структуры скоплений тихоокеанской сайры в период снижения численности сардины // Изв. ТИНРО. — 1999. — Т. 126. — С. 276–284.

Филатов В.Н. Составные части успеха российского сайрового промысла // Рыб. хоз-во. — 2013. — № 3. — С. 30–38.

Филатов В.Н., Старцев А.В., Устинова Е.И., Пономарева Е.Н. Распределение и размерно-возрастная структура скоплений сайры в тихоокеанских водах России // Вестн. ЮНЦ РАН. — 2011. — Т. 7, № 3. — С. 87–100.

Buesselera K.O., Jayneb S.R., Fisherc N.S. et al. Fukushima-derived radionuclides in the ocean and biota off Japan // PNAS. — 2012. — Vol. 109, № 16. — P. 5985–5988.

Kosaka S. Relation of the migration of Pacific saurries to oceanic fronts in the North-West Pacific Ocean // I.N.P.F.C. Bull. Tohoku Nath. Fish. Res. Inst. — 1986. — № 47. — P. 229–247.

Поступила в редакцию 13.03.15 г.