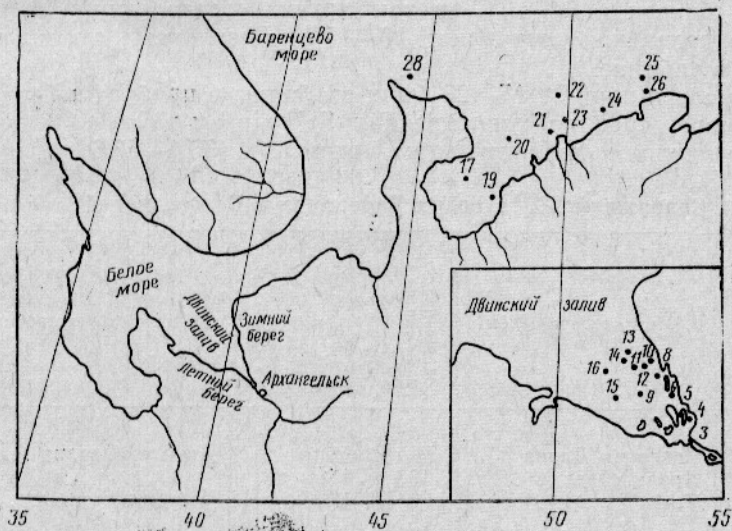


УДК 551.464.679

СОДЕРЖАНИЕ  $\text{Sr}^{90}$  В ВОДАХ БАРЕНЦЕВА И БЕЛОГО МОРЕЙ

А. А. Петров, С. С. Овчинникова, В. Е. Комагуров

В связи с незначительными уровнями глобальных выпадений радиоактивных веществ из атмосферы после прекращения испытаний ядерного оружия проблема радиоактивного загрязнения среды потеряла свою остроту, хотя контроль за уровнями этого вида загрязнения продолжается. В настоящее время картина глобального распределения уровней радиоактивного загрязнения долгоживущими радионуклидами  $\text{Sr}^{90}$  и  $\text{Cs}^{137}$  довольно отчетлива, однако по некоторым районам Мирового океана сведения такого рода ограничены или отсутствуют. Следует ожидать локального загрязнения отдельных акваторий морей и океанов в связи со сбросами в реки и моря радиоактивных отходов ядерной промышленности, захоронением отходов на дне морей и океанов, использованием ядерных взрывов в мирных целях и т. д.



Станции отбора проб воды в Белом и Баренцевом морях.

Крупномасштабное геохимическое перераспределение  $\text{Sr}^{90}$  и  $\text{Cs}^{137}$  между суши и морем вследствие терригенного выноса радионуклидов с поверхности земли изучено недостаточно. Однако известно, что оно повышает уровень загрязнения морей, характеризующихся слабым водообменом с океаном и тем более значительно для полузакмнутых и замкну-

тых водоемов. Кроме того, данные о распределении, миграции в море долгоживущих радионуклидов интересны для гидрологии, гидрохимии, ядерной гидрофизики и т. д., где они могут рассматриваться как надежные трассеры (Нелепо, 1970).

Все это говорит о целесообразности продолжения радиологических работ. Поскольку данных об уровнях радиоактивного загрязнения продуктами глобальных выпадений в водах Белого и Баренцева морей почти нет, было изучено содержание  $Sr^{90}$  в прибрежных районах этих морей. Материал собран совместно с сотрудниками ПИНРО в 73 рейсе экспедиционного судна «Андромеда» в июле 1971 г. Станции отбора проб воды указаны на рисунке. На одну пробу отбиралось 100 л воды.

Применялась общеизвестная методика отбора проб воды, концентрирования и радиохимического анализа (Шведов, Патин, 1968). При концентрировании  $Sr^{90}$  в пробу опресненной морской воды Двинского залива и речной воды реки Северной Двины добавляли хлористый кальций (2,5 г на 100 л воды по кальцию) и не вводили хлористый аммоний. Кроме того, на гидроокиси железа осаждали  $Ce^{144}$  и другие изотопы. Гидроокись железа, отделенная от карбонатов, была измерена на  $\gamma$ -спектрометре, в котором использовали кристалл с колодцем и анализатор импульсов АИ-128. Чувствительность спектрометра не позволила определить возможное присутствие радиоактивных продуктов свежих выпадений. Количество  $Sr^{90}$  определяли по регистрации  $\beta$ -излучения  $Y^{90}$ , отделенного от  $Sr^{90}$  в виде оксалата после установления равновесного состояния. Стабильный стронций в воде и в концентрате после осаждения карбонатов определяется методом фотометрии пламени. Как известно, при малых активностях суммарная ошибка определения главным образом зависит от статистической ошибки счета импульсов и графической ошибки при построении прямой распада  $Y^{90}$ , которая для каждой пробы строилась в полулогарифмическом масштабе. Период полураспада радиоизотопа был близок к 64 ч. С учетом других составляющих суммарная ошибка определения составляет 10—15%. Результаты анализов представлены в таблице.

Пробы со станций № 17—28 были отобраны в прибрежной части Баренцева моря, средняя концентрация  $Sr^{90}$  в этом районе (46 расп./мин на 100 л) лежит в доверительном интервале (36,4—55,6 расп./мин на

Содержание  $Sr^{90}$  в водах Баренцева и Белого морей

Номер станции	Дата отбора пробы (июль)	Место отбора пробы	Содержание $Sr^{90}$ , расп./мин на 100 л	Номер станции	Дата отбора пробы (июль)	Место отбора пробы	Содержание $Sr^{90}$ , расп./мин на 100 л
3	1	Северная Двина		15	6	Двинский залив . . .	149
4	1	Архангельск . . . . .	188	16	6	" " " . . .	157
5	2	Устье . . . . .	204	17	10	Чешская губа . . . .	66
6	3	" " " . . . . .	151	19	9	" " " . . . .	47
8	3	Двинский залив . . . .	155	20	7	Баренцево море . . .	60
9	5	" " " . . . . .	144	21	9	" " " . . . .	55
10	4	" " " . . . . .	118	22	9	" " " . . . .	53
11	4	" " " . . . . .	140	23	8	" " " . . . .	62
12	4	" " " . . . . .	78	24	8	" " " . . . .	51
13	5	" " " . . . . .	117	25	9	" " " . . . .	42
14	6	" " " . . . . .	43	26	9	Губа Колоколкава . .	44
		" " " . . . . .	56	28	7	Баренцево море . . .	49

100 л) с достоверностью 95%. Исследователи (Иванова и др., 1970) приводят среднюю концентрацию  $\text{Sr}^{90}$  в Атлантическом океане равную 23 расп./мин на 100 л (60° северной широты), которая в два раза меньше по сравнению с нашими данными на той же широте для Баренцева моря. По-видимому, увеличение концентрации  $\text{Sr}^{90}$  в этом мелководном районе объясняется сильным влиянием берегового и речного стока. Статистическую обработку результата по Двинскому заливу провести невозможно из-за большого разброса величины вследствие сложного гидрологического режима в этом районе. Перемешивание речных вод с водами Двинского залива и более солеными водами центральной части Белого моря создает горизонтальный градиент изменения солености до 3—4‰ на 1 км (Зотин, Михайлов, 1965 г.). Кроме того, приливно-отливные течения, ветровые нагоны значительно изменяют гидрологический режим в течение небольшого промежутка времени. В послепаводковый период (июль) поверхностный слой воды определяется пресными водами Северной Двины преимущественно вдоль Зимнего Берега (Зотин, Михайлов, 1965 г.), тогда как средняя область залива характеризуется более солеными водами, входящими из Онежского залива и из центральной части Белого моря (Надеждин, 1966 г.). Таким образом, меньшие величины концентраций  $\text{Sr}^{90}$  (43—80 расп./мин на 100 л) характерны для вод центральной части Белого моря. Они несколько меньше или такой же величины, как и в прибрежной части Баренцева моря, и значительно меньше, чем концентрация  $\text{Sr}^{90}$  в Балтийском море (115—175 расп./мин на 100 л) (Иванов и др., 1972 г.), так как  $\frac{3}{4}$  объема воды Белого моря заменяется водами Баренцева моря за год. В Балтийском море водообмен слабее. Большие величины (140—204 расп./мин на 100 л) характерны для речной воды, поступающей вдоль Зимнего Берега, а средние концентрации (80—140 расп./мин на 100 л)—для смешанных вод. Содержание  $\text{Sr}^{90}$  в Северной Двине составляет 160—204 расп./мин на 100 л и в пределах ошибки совпадает с данными, приведенными в работе Ивановой (1972) для Невы (0,7 Ки/л). Очевидно, такие уровни типичны для рек, водосборные бассейны которых расположены в одинаковых широтах со сходными географическими и климатическими условиями.

Таким образом, распределение  $\text{Sr}^{90}$  в прибрежных водах Белого и Баренцева морей хорошо согласуется с гидрологическим режимом этих районов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Гидрология устьевой области Северной Двины. Под ред. М. И. Зотина и В. Н. Михайлова. М., Гидрометеорологическое изд-во, 1965, с. 375.  
 Содержание  $\text{Sr}^{90}$  и  $\text{Cs}^{137}$  в водах Балтийского моря в 1970 г.—«Атомная энергия», 1972, т. 33, вып. 4, с. 835. Авт.: Л. М. Иванова, Л. И. Гедеев, В. Н. Маркелов, Ю. Г. Петров, А. Г. Трусов, Э. А. Шлямин.  
 Надеждин В. М. Характерные особенности гидрологического режима Белого моря.—«Труды ПИНРО», 1966, вып. 17, с. 236.  
 Нелепо Б. А. Ядерная гидрофизика. М., Атомиздат, 1970.  
 Шведов В. П., Патин С. А. Радиоактивность океанов и морей. М., Атомиздат, 1968, с. 286.  
 Salo A., Voipio A. Radioecological concentration processes. Proc. International Symp., Stockholm, April 1967, p. 827.

#### SUMMARY

The mean concentration of strontium-90 in the coastal area of the Barents Sea is  $46 \text{ min.}^{-1} \times (100 \text{ l})^{-1}$ . The strontium content in the Dvina Gulf of the White Sea varies from 43 to 157 due to its complicated hydrological regime. The highest concentration ( $204 \text{ min.}^{-1} \times (100 \text{ l})^{-1}$ ) is found in the Northern Dvina. The distribution of strontium-90 illustrates well the hydrological regime in the mouth of the Northern Dvina and Dvina Gulf.