

ВКЛАД ВОДНОЙ СИСТЕМЫ СЕВЕРО-КРЫМСКОГО КАНАЛА В ТРАНСПОРТ РАДИОСТРОНЦИЯ В СОЛЁНЫЕ ОЗЁРА КРЫМА

Н. Ю. Мирзоева

Институт морских биологических исследований им. А. О. Ковалевского РАН, Севастополь, РФ,
natmirz@mail.ru

Приведены результаты сравнительного радиоэкологического исследования (2013–2016 гг.) солёных озёр Крыма в отношении перераспределения искусственного радионуклида ^{90}Sr в абиотических компонентах этих водных экосистем. Показано влияние Северо-Крымского канала (СКК), который до апреля 2014 г. обеспечивал подачу в Крым днепровской воды, на процессы накопления ^{90}Sr в экосистемах солёных озёр, прежде всего, Перекопской и Керченской групп в период после аварии на ЧАЭС.

Ключевые слова: солёные озёра, Крым, Северо-Крымский канал, ^{90}Sr , авария на Чернобыльской АЭС, вода, донные отложения

В Крыму расположено свыше 50 солёных озёр континентального и морского типа. Солёные озера Крыма содержат практически неисчерпаемые запасы солей натрия, магния, брома и других химических элементов, являясь потенциальной мощной сырьевой базой для крупной химической промышленности России [1, 2].

Радиоактивное загрязнение водных экосистем, расположенных как вблизи места взрыва, так и значительно удаленных от него, связано с выбросом в атмосферу и ветровым переносом радиоактивных продуктов и аэрозольных частиц. В первые месяцы после аварии на ЧАЭС акватория Черного моря подверглась острому радиоактивному загрязнению. В мае 1986 г. на поверхность Черного моря выпало 1,7–2,4 ПБк ^{137}Cs и 0,3 ПБк ^{90}Sr [3, 4]. В послеаварийные годы радиоэкологическая ситуация в Крыму определялась вторичным радионуклидным загрязнением, прежде всего ^{90}Sr , со стоками рек, преимущественно Днепра, хроническим радиоактивным загрязнением, в основном за счет водопользования из Северо-Крымского канала [4].

Цель данной работы заключалась в проведении сравнительного исследования солёных озёр Крыма в отношении миграции и перераспределения искусственного радионуклида ^{90}Sr в абиотических компонентах этих водных экосистем в период после аварии на ЧАЭС, выявлении вклада системы СКК в транспорт радиостронция в солёные озёра Крыма.

В соответствии с поставленной целью решались такие задачи: 1) определить концентрации и особенности перераспределения ^{90}Sr по компонентам водных экосистем в солёных озерах Крыма (Киятское, Кирлеутское, Кызыл-Яр, Бакальское, Донузлав, Кояшское и Акташское); 2) выявить возможные источники поступления ^{90}Sr в водные экосистемы солёных озёр Крыма.

Радиоэкологическое изучение солёных озёр Крыма проводилось в период после аварии на ЧАЭС в 2013–2016 гг. Материал для исследования был отобран сотрудниками отдела радиационной и химической биологии (ОРХБ) ФГБУН ИМБИ РАН в течение сухопутных экспедиций на солёные озёра Крыма Евпаторийской группы (оз. Кызыл-Яр), Тарханкутской группы (оз. Донузлав, оз. Джарылгач, оз. Бакальское), Перекопской группы (оз. Киятское, оз. Кирлеутское), Керченской группы (оз. Акташское, оз. Чокракское, оз. Кояшское). Каждая группа озёр различаются по

происхождению, водному балансу, концентрации и химическому составу солевых рассолов [1]. В 2016 г. отбор проб воды на определение концентрации ^{90}Sr в воде озера Кояшское, расположенного на территории Опуцкого заповедника, состоялся впервые.

Метод определения ^{90}Sr в объектах окружающей среды, соответствующий общепринятым в мировой практике, основан на: радиохимическом выделении радионуклида, измерении активности ^{90}Sr по черенковскому излучению его дочернего продукта ^{90}Y с использованием низкофонового жидкостного сцинтилляционного счётчика (LSC) LKB “Quantulus 1220”, последующей математической обработке данных [4].

В результате проведенных исследований было определено, что наибольшие концентрации искусственного радионуклида ^{90}Sr в период 2013-2014 гг. были определены в воде солёных озёр Крыма Киятском ($350,5 \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3}$) и Кирлеутском ($121,3 \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3}$), рис. 1. Это было обусловлено, прежде всего, сбросом в озёра Перекопской группы днепровских вод из СКК, вызывая хроническое вторичное поступление послеаварийного ^{90}Sr в экосистемы водоёмов. В результате исследований было определено, что величина концентрации растворенного ^{90}Sr в водной среде солёных озёр Крыма, прежде всего, зависит от наличия источника вторичного загрязнения среды этим послеаварийным радионуклидом.

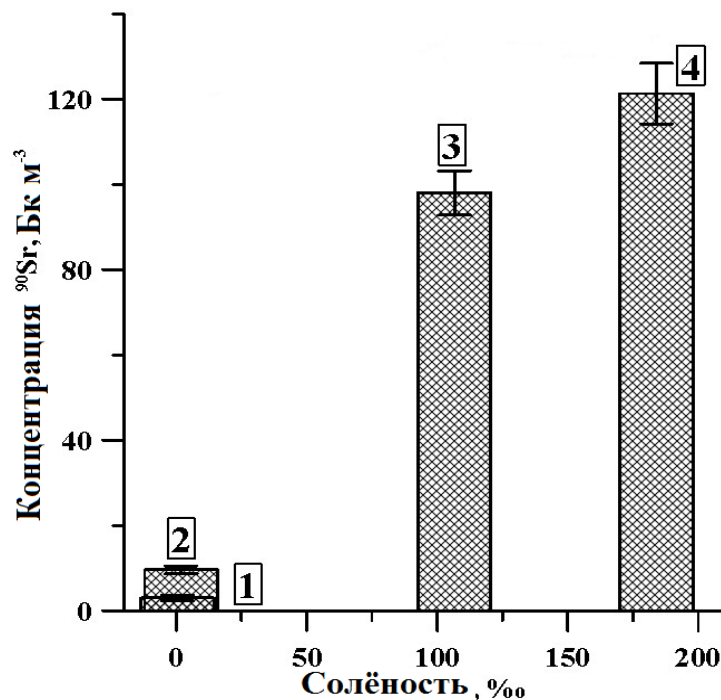


Рис. 1 Концентрация ^{90}Sr в воде солёных озёр Крыма, май 2014 г. (1 – водопроводная вода лаборатории ОРХБ, контрольная проба; 2 – озеро Кызыл-Яр, 3 – озеро Киятское, 4 – озеро Кирлеутское)

Для выявления источников поступления поставарийного радионуклида ^{90}Sr в солёные озёра Крыма было проведено сравнительное радиоэкологическое исследование между озерами Керченской группы: Кояшское и Акташское (рис. 2), а также было выполнено сравнение восстановленной концентрации ^{90}Sr в воде исследуемых озёр на 1986 г., со средними концентрациями ^{90}Sr в воде СКК и Каховском водохранилище в 1986 г., связанными, как с первичным, атмосферным переносом радионуклида сразу после аварии, так и со вторичным поступлением ^{90}Sr водным путем.

Озеро Кояшское находится на территории Опукского природного заповедника, что исключает антропогенное воздействие на этот водный объект, тогда как озеро Акташское соединено руслами дренажных систем с СКК, что могло обеспечивать поступление постчернобыльских радионуклидов (^{90}Sr в частности) с аварийных районов по каскаду Днепра в удаленные регионы, такие как Крым до апреля 2014 г.

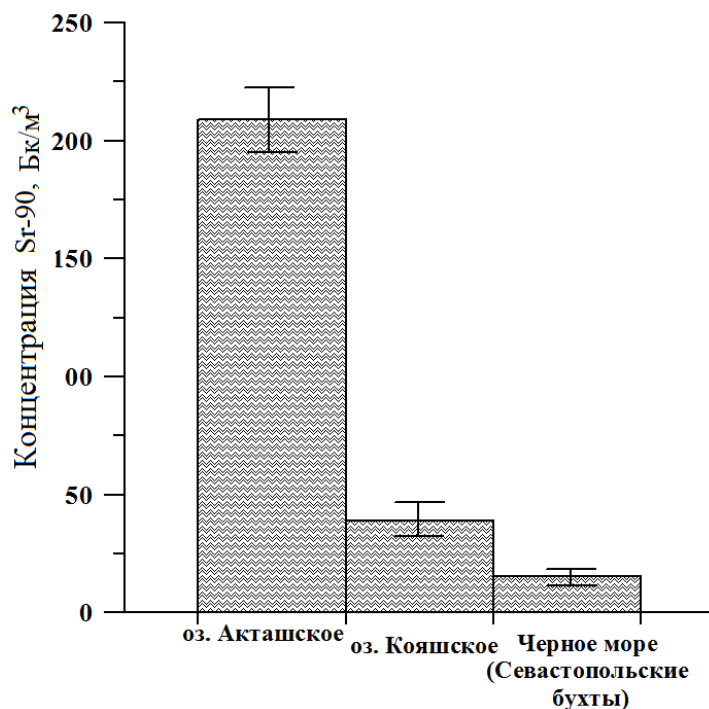


Рис. 2 Концентрация ^{90}Sr в воде озер Акташского, Кояшского, Черного моря (Севастопольские бухты, март-апрель 2016г.)

В нашем случае озеро Кояшское является контрольным объектом исследования, а озеро Акташское – водный объект Крыма, который подвергся как первичному, так и, возможно, вторичному загрязнению поставарийными радионуклидами после аварии на ЧАЭС.

Полученные результаты показывают, что концентрация искусственного ^{90}Sr в воде озера Акташского в 5,4 раза превышает концентрацию ^{90}Sr в воде озера Кояшского, и в 12,3 раза превышает содержание радионуклида в воде Чёрного моря, Севастопольских бухтах. При этом содержание ^{90}Sr в озере Кояшском в 2,6 раза выше, чем в воде Чёрного моря в этот же период. Восстановленная концентрация ^{90}Sr на 1986 г. в воде оз. Кояшского ($82,1 \pm 1,4$ Бк/м³) находится в пределах доверительных интервалов и в диапазоне минимального и максимального значения таковой для Каховского водохранилища и СКК, определяемое в 1986 г атмосферным переносом радионуклида с аварийного района [4]. При этом эта величина была на порядок ниже среднего уровня и не достигала диапазона минимального и максимального значения концентрации ^{90}S в воде Каховского водохранилища и СКК в ноябре 1986 – марте 1987 г. [4], определяемого поступлением растворенного радионуклида с водами Днепра. Восстановленная концентрация ^{90}Sr на 1988 г. в воде оз. Акташское (429 ± 45 Бк/м³) в 2 раза превышает концентрацию этого радионуклида в озере, реально измеренную в 1988 году [5], и нахо-

дится в пределах диапазона минимального и максимального значения концентрации этого радионуклида в воде Каховского водохранилища и СКК, соответствующего водному пути поступления этого радионуклида. Это объясняется тем, что искусственный радионуклид ^{90}Sr поступал в озеро Акташское в результате антропогенной деятельности, вторичным поступлением радионуклида с искусственными водотоками, в частности, по Северо-Крымскому каналу. Тогда как концентрация ^{90}Sr в озере Кояшском определялась только послеаварийными выпадениями радионуклида с атмосферными осадками сразу после аварии на ЧАЭС 1986 г. Значительное превышение концентрации ^{90}Sr в озере Кояшском по сравнению с черноморской водой объясняется более интенсивными биогеохимическими процессами, протекающими в Черном море.

Таким образом, поступление днепровской воды по СКК являлось до апреля 2014 г. существенным фактором загрязнения ^{90}Sr в период после аварии на ЧАЭС экосистем тех солёных озёр Крыма, которые были соединены с СКК дренажными или отводными системами, использовались человеком для сброса отработанных днепровских вод.

1. Понизовский А. М. Соляные ресурсы Крыма. – Симферополь: Крым. 1965. – 166 с.
2. Балущкина Е. В., Голубков С. М., Голубков М. С. и др. Влияние абиотических и биотических факторов на структурно-функциональную организацию экосистем солёных озёр Крыма // Журн. общ. биол. – 2009. – 70, № 6. – С. 504–514.
3. Livingston H., Clarke W., Honjo S. et.al. (1986) Chernobyl fallout studies in the Black Sea and other oceans areas. Environmental Marine Laboratory 460: 214–223.
4. Радиоэкологический отклик Черного моря на чернобыльскую аварию / Под ред. Г. Г. Поликарпова и В. Н. Егорова. // ИнБЮМ. – Севастополь: ЭКОСИ–Гидрофизика, 2008. – 667 с.
5. База данных ОРХБ ИнБЮМ (за период 1964–2006 гг.): Вода. Гидробионты. Донные отложения // Компьютерная программа ОРХБ, создана в 1992 г. в пакете Paradox. – Севастополь: ОРХБ, ИнБЮМ, 2006. – 425 с.

INVESTMENT OF THE NORTH-CRIMEAN CANAL WATER SYSTEM IN TRANSPORT OF RADIO STRONTIUM INTO SALT LAKES OF THE CRIMEA

N. Yu. Mirzoyeva

Kovalevsky Institute of Marine Biological Research of RAS, Sevastopol, RF, natmirz@mail.ru

The results of the comparative radiological studies (2013–2016) of salt lakes of the Crimea in relation of redistribution of the artificial radionuclide ^{90}Sr in the abiotic components of these aquatic ecosystems are represented. It shows the influence of the North-Crimean Canal, through which the supply of the Dnieper water to the Crimea was provided until April 2014, in the processes of accumulation of ^{90}Sr in the ecosystem of the salt lakes, first of all, Perekop and Kerch groups in the period after the Chernobyl accident.

Key words: salt lakes of the Crimea, North-Crimean Canal, ^{90}Sr , the Chernobyl NPP accident, water, bottom sediments