

ОЦЕНКА ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИИ БЫВШЕГО СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА

Т. Ю. Богатырёва¹⁾, А. К. Айдарханова¹⁾, А. С. Мамырбаева¹⁾, А. Б. Муликова¹⁾

¹⁾ Филиал «Институт радиационной безопасности и экологии» РГП НЯЦ РК
180010, г. Курчатов, Республика Казахстан, Bogatyryova@nnc.kz

С целью оценки радиационного состояния водной среды территории Семипалатинского испытательного полигона (СИП) определено содержание техногенных радионуклидов в воде поверхностных вод и объектов водопользования. В результате проведенных исследований установлено, что повышенные значения содержания радионуклидов характерны только для водных объектов, расположенных на территории испытательных площадок. В водных объектах, расположенных на «условно» чистых территориях, и в объектах водопользования содержание радионуклидов находится ниже предела обнаружения и не представляют радиационной опасности.

Ключевые слова: Семипалатинский испытательный полигон (СИП); поверхностные воды, объекты водопользования, техногенные радионуклиды.

ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE OF THE AQUATIC ENVIRONMENT AT THE TERRITORY OF THE FORMER SEMIPALATINSK TEST SITE

T. Yu. Bogatyryova¹⁾, A. K. Aidarkhanova¹⁾, A. S. Mamyrbayeva¹⁾, A. B. Mulikova¹⁾

¹⁾ Branch "Institute of Radiation Safety and Ecology" NNC RK, Kurchatov, Republic of Kazakhstan

In order to assess the radiation status of the aquatic environment at the territory of the Semipalatinsk Test Site (STS), the content of man-made radionuclides in surface waters and water use facilities was determined. As a result of the research, it was established that elevated values of radionuclide content are characteristic only of water bodies at the test site territories. In water bodies at "background" territories and in water use facilities, the radionuclides content is below the detection limit and does not pose a radiation hazard.

Keywords: Semipalatinsk Test Site (STS); surface waters, water use facilities, man-made radionuclides.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2025-1-19-22>

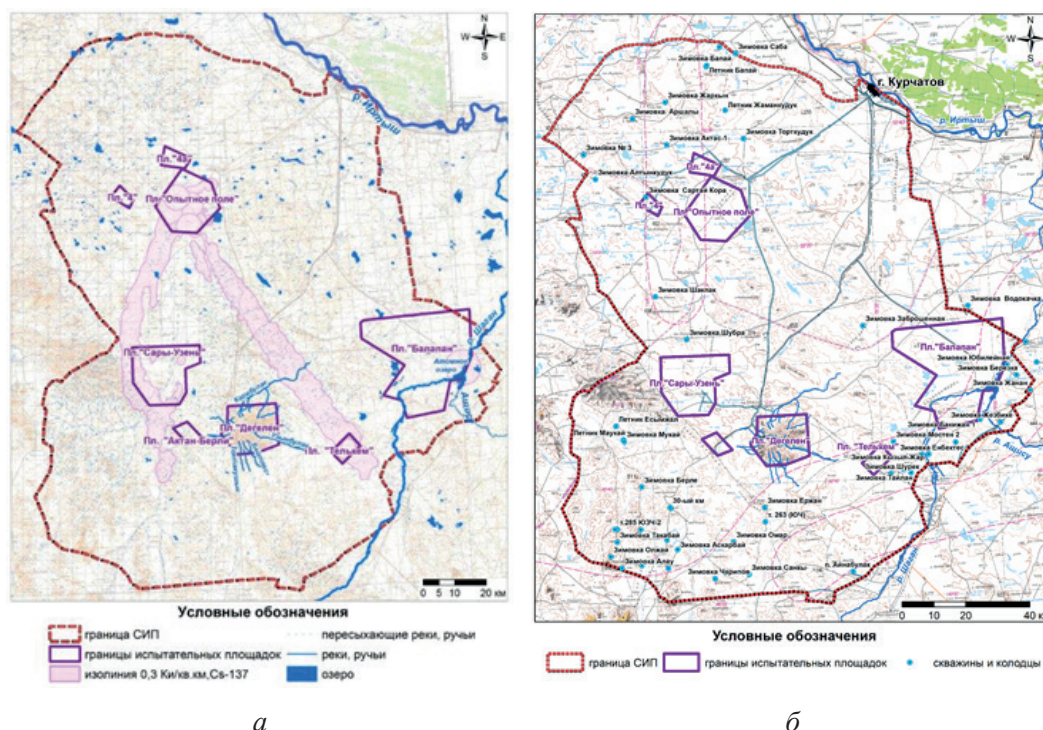
Поверхностные воды территории бывшего СИП представляют собой особую область исследовательского интереса из-за истории испытаний ядерного оружия, которые проводились в период с 1949 по 1989 годы. На территории полигона располагаются различные гидрологические объекты, включая реки, озёра и водоёмы, которые, наряду с прочими объектами окружающей среды, подверглись радиоактивному загрязнению в результате испытаний. Этот фактор вызывает беспокойство относительно качества воды, её влияния на здоровье населения и состояния экосистем, поскольку водные ресурсы активно используются в хозяйственной деятельности. В связи с этим оценка радионуклидного загрязнения поверхностных вод является первостепенной задачей.

Цель работы заключалась в оценке радионуклидного загрязнения водных объектов территории СИП.

В качестве объектов исследования были выбраны поверхностные воды и объекты водопользования, расположенные в пределах изучаемой территории (рисунок).

Гидрографическая сеть СИП включает несколько типов водных объектов. Водоёмы техногенного происхождения, образованные на испытательных площадках («Опытное поле», «Бала-

пан», «Телькем», «Сары-Узень»), представляют собой заполненные водой воронки, возникшие вследствие ядерных взрывов. Водоёмы природного происхождения представлены озёрами различной площади, большинство из которых имеют солоноватые воды и характеризуются сезонным пересыханием. Водотоки полигона включают ручьи испытательной площадки «Дегелен», а также реку Шаган, протекающую вдоль границы площадки «Балапан» и являющуюся левобережным притоком Иртыша [1].



Водные объекты территории СИП:

а – поверхностные воды; б – объекты водопользования скважины и колодцы

На территории за пределами испытательных площадок и через которые не проходят следы от испытаний, были проведены комплексные исследования, и данные территории принято считать «условно» чистыми. Данные территории используются населением для временного или постоянного проживания, с целью разведения и выпаса сельскохозяйственных животных, хотя данная хозяйственная деятельность является несанкционированной. На территории летников и зимовок расположены колодцы и скважины, которые используются в качестве объектов водопользования.

01 января 2024 г. в Республике Казахстан вступил в силу закон о Семипалатинской зоне ядерной безопасности (СЗЯБ). Цели и задачи данного закона сосредоточены на гарантии ядерной и радиационной безопасности, а также на восстановлении территории с целью постепенного возвращения в хозяйственный оборот. Вследствие чего часть земель бывшего СИП, за исключением тех, где непосредственно проводились испытания, будет пригодна под пастбища. Поэтому исследования и мониторинг объектов водопользования актуальны на данный момент [2].

Отбор проб и лабораторные исследования концентрации техногенных радионуклидов (^3H , ^{241}Am , ^{137}Cs , ^{90}Sr и $^{239+240}\text{Pu}$) в образцах воды проводились в соответствии с установленными методическими рекомендациями и на сертифицированном аналитическом оборудовании [3, 4, 5]. Учитывая возможность использования воды объектов водопользования в качестве питьевой, был проведён комплексный анализ её химического и эпидемиологического состава.

Концентрация радионуклида ^{241}Am во всех исследуемых водных объектах не зафиксирована.

Концентрация радионуклида ^{137}Cs выявлена только в четырёх водных объектах техногенного происхождения, расположенных на площадках «Опытное поле» и «Сары-Узень», значения которых достигают 0,12 Бк/кг. Полученные данные на два порядка ниже уровня вмешательства с водой (УВ=11 Бк/кг) [6].

Концентрация $^{239+240}\text{Pu}$ в воде природных озёр и водотоков находится ниже значений минимальной детектируемой активности ($<0,001$ Бк/кг). Во всех водоемах техногенного происхождения (воронках) выявлены содержания $^{239+240}\text{Pu}$ в пределах от $6,1 \times 10^{-4}$ до 0,21 Бк/кг, что не превышает УВ (0,55 Бк/кг) [6]. Максимальное значение удельной активности $^{239+240}\text{Pu}$ (на уровне $n \times 10^{-1}$ Бк/кг) зафиксировано в воде воронок на площадке «Телькем».

Содержание ^{90}Sr в воде большинства природных озёр находится ниже предела обнаружения ($<0,02$ Бк/кг) и соответствует нормативам питьевой воды. Исключением является оз. Кишкенсор, содержание ^{90}Sr здесь достигает 20 Бк/кг, что превышает УВ (4,9 Бк/кг) [6]. Удельная активность ^{90}Sr в воде воронок изменяется в пределах от $1,0 \times 10^{-2}$ до 400 Бк/кг. Площадка «Сары-Узень» (скважина 101), площадка «Телькем-2» и 2 воронки на площадке «Опытное поле» характеризуются как водные объекты с наличием ^{90}Sr , удельная активность которого составляет порядка $n \times 10^2$ Бк/кг. В ручьях площадки «Дегелен» (Карабулак, Байтлес и Токтакушык) концентрация варьируется от 4 до 20 Бк/кг.

Что касается ^3H в природных водных объектах, то данный радионуклид выявлен только в озере Кишкенсор с удельной активностью 250 000 Бк/кг. В воде объектов техногенного происхождения зафиксировано невысокое содержание ^3H на уровне, не превышающем 0,12 кБк/кг. Содержание ^3H зафиксировано в воде всех исследованных водотоков: в воде ручьев площадки «Дегелен» достигает 88,7 кБк/кг, ^3H практически не задерживается и распространяется по всему руслу ручья, до тех пор, пока он не пересыхает уже за пределами площадки «Дегелен». В воде р. Шаган содержание ^3H составляет 14 кБк/кг и превышает УВ (7,6 кБк/кг) [6].

Характеристика вод объектов водопользования по химическому и эпидемиологическому составу включает в себя множество параметров, позволяющих оценить качество воды и ее безопасность для человека и экосистемы.

Согласно полученным данным содержание техногенных радионуклидов в воде объектов водопользования находится < ПО ($^3\text{H} < 6$ Бк/кг, $^{241}\text{Am} < 0,03$ Бк/кг, $^{137}\text{Cs} < 0,01$ Бк/кг, $^{90}\text{Sr} < 0,02$ Бк/кг, $^{239+240}\text{Pu} < 0,001$ Бк/кг).

По результатам общего химического анализа следует, что исследуемые воды по степени минерализации пресные и слабосолоноватые. По уровню кислотности 22 % – слабощелочными, 10 % – сильнощелочными, и 68 % – щелочными. По степени жесткости 10 % вод являются мягкими, 46 % – средней жесткости и 30 % – жесткими. В результате анализа установлено, что 26% вод объектов водопользования по уровню минерализации, 24% – по степени жесткости, 36% – по содержанию сульфатов, 10 % – по содержанию хлоридов не соответствуют Гигиеническим нормативам, установленным в Республике Казахстан [7].

Общая бактериальная загрязненность воды характеризуется количеством патогенных и непатогенных бактерий, присутствующих в воде. Согласно требованиям, питьевая вода не должна содержать более 100 бактерий в 1 мл. Микробиологический анализ показал отсутствие превышений санитарных норм: содержание общего микробного числа (ОМЧ), общих колиформных бактерий (ОКБ) и термотолерантных колиформных бактерий (ТКБ) соответствовало требованиям для питьевой воды [7].

В результате проведенных работ и полученных данных, следует отметить, что несмотря на то, что после проведения последних ядерных испытаний прошло немало времени (более 35 лет), радионуклидное загрязнение поверхностных водных объектов носит неоднозначный

характер. Высокое содержание техногенных радионуклидов сохраняется в воде водных объектов территории испытательных площадок СИП.

На «условно» чистых территориях вода объектов водопользования по химическому, эпидемиологическому и радиационному составу соответствует санитарно-эпидемиологическим требованиям качества питьевой воды. Ежегодный мониторинг таких водных объектов показывает, что изменение радионуклидного и химического состава воды не наблюдается.

Библиографические ссылки

1. Radionuclide transport in the «sediments – water – plants» system of the water bodies at the Semipalatinsk test site / A.K. Aidarkhanova [et al.] // J. Environ. Radioact. 2018. Vol. 184–185. P. 122-126. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2018.01.014>.
2. Закон Республики Казахстан о Семипалатинской зоне ядерной безопасности. № 16-VIII ЗРК от 5 июля 2023 года
3. СТ РК ГОСТ Р 51592-2003 «Вода. Общие требования к отбору проб». – Введ. 2003-11-07. Астана: Комитет по стандартизации, метрологии и сертификации Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан, 2003. С. 3–56.
4. Методика определения содержания искусственных радионуклидов $^{239,240}\text{Pu}$, ^{90}Sr и ^{137}Cs в природных водах методом концентрирования. ИЯФ НЯЦ РК регистрационный №0307/3 от 5.04.2001.
5. СТ РК ISO 9698-2022 «Качество воды. Тритий. Метод определения активности с помощью жидкостно-сцинтилляционного счета», Комитет технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан, Астана
6. Гигиенические нормативы к обеспечению радиационной безопасности. № ҚР ДСМ-71 от 2 августа 2022 года.
7. Гигиенические нормативы показателей безопасности хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. № ҚР ДСМ-138, от 24 ноября 2022 года.