

УДК 502: 626.8: 628.1:631.67

А. Н. Якименко

РАДИАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД КИЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

Исследовано качество поверхностных вод Киевской обл. по трем показателям радиационной безопасности: суммарной бета-активности, удельной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr . Определено содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в суммарной бета-активности воды р. Десны, Киевского водохранилища и речного участка Каневского водохранилища. Подтверждены выводы проведенных ранее исследований о том, что поверхностные воды Днепровского бассейна, на территории зоны усиленного радиозэкологического контроля Киевской обл. согласно действующим санитарно-гигиеническим нормативам, могут использоваться в качестве источника питьевой и оросительной воды.

Ключевые слова: радионуклиды, ^{137}Cs , ^{90}Sr , поверхностные воды, водохранилище, р. Десна.

Территория Киевской обл. охватывает все зоны радиационного загрязнения, включая зону отчуждения [11]. Более 90% исследуемой территории, где проживает около 500 тыс. жителей, относится к зоне усиленного радиозэкологического контроля [14].

Основной водной артерией Киевской обл. является р. Днепр с притоками и каскадом водохранилищ, загрязненная техногенными радионуклидами вследствие аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС).

До аварии на ЧАЭС в 1986 г. регулярный радиационный мониторинг водоемов Украины не проводился. Эпизодически подразделения Министерства здравоохранения измерялась суммарная бета-активность воды, концентрация ^{137}Cs и ^{90}Sr . Содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в воде р. Днепра и Киевского водохранилища было на уровне 0,001—0,01 Бк/дм³ [2].

Вода является одним из основных источников поступления радионуклидов в организм человека как при непосредственном ее употреблении (питьевая вода), так и опосредованном (вода, используемая для хозяйственно-бытовых, рыбохозяйственных, рекреационных, целей орошения и т. д.). Поэтому проблема обеспечения населения водой, нормативно чистой с точки зрения радиационной безопасности, остается одной из актуальных.

© А. Н. Якименко, 2013

Основная цель работы состоит в оценке радиоэкологического состояния поверхностных вод Киевской области.

Материал и методика исследований. Материалом послужили пробы воды из трех крупнейших поверхностных водоемов и водотоков Киевской обл.: Киевского водохранилища (2 пункта наблюдения расположены на территории Черниговского Полесья (с. Хотяновка, с. Лебедевка) и 4 относятся к Киевскому Полесью (с. Глебовка, с. Лютеж, с. Новые Петровцы и с. Старые Петровцы), речного участка Каневского водохранилища (2 пункта: после плотины Киевской ГЭС (г. Вышгород) и перед Днепровским водозабором г. Киева), а также р. Десны (Деснянский водозабор г. Киева). Исследования проводились 1 раз в 2 месяца на протяжении 2010—2012 гг. Пробы отбирали согласно требованиям ДСТУ [8, 9].

Суммарную бета-активность определяли путем выпаривания 1 дм³ воды до сухого остатка с последующим измерением на установке малого фона УМФ-1500 по методике [12]. Погрешность измерения не превышала 20%.

Удельную активность (концентрацию) ¹³⁷Cs определяли согласно ДСТУ ISO 10703—2001 [10] путем измерения на гамма-спектрометрах СЭГ-002 с германиевым детектором GEM 25P4 и АМА-02Ф2 с германиево-литиевым детектором ДГДК-125В-3. Предварительно ¹³⁷Cs концентрировали на сорбент Анфеж из объема 300—400 дм³. Погрешность измерения не превышала 15%.

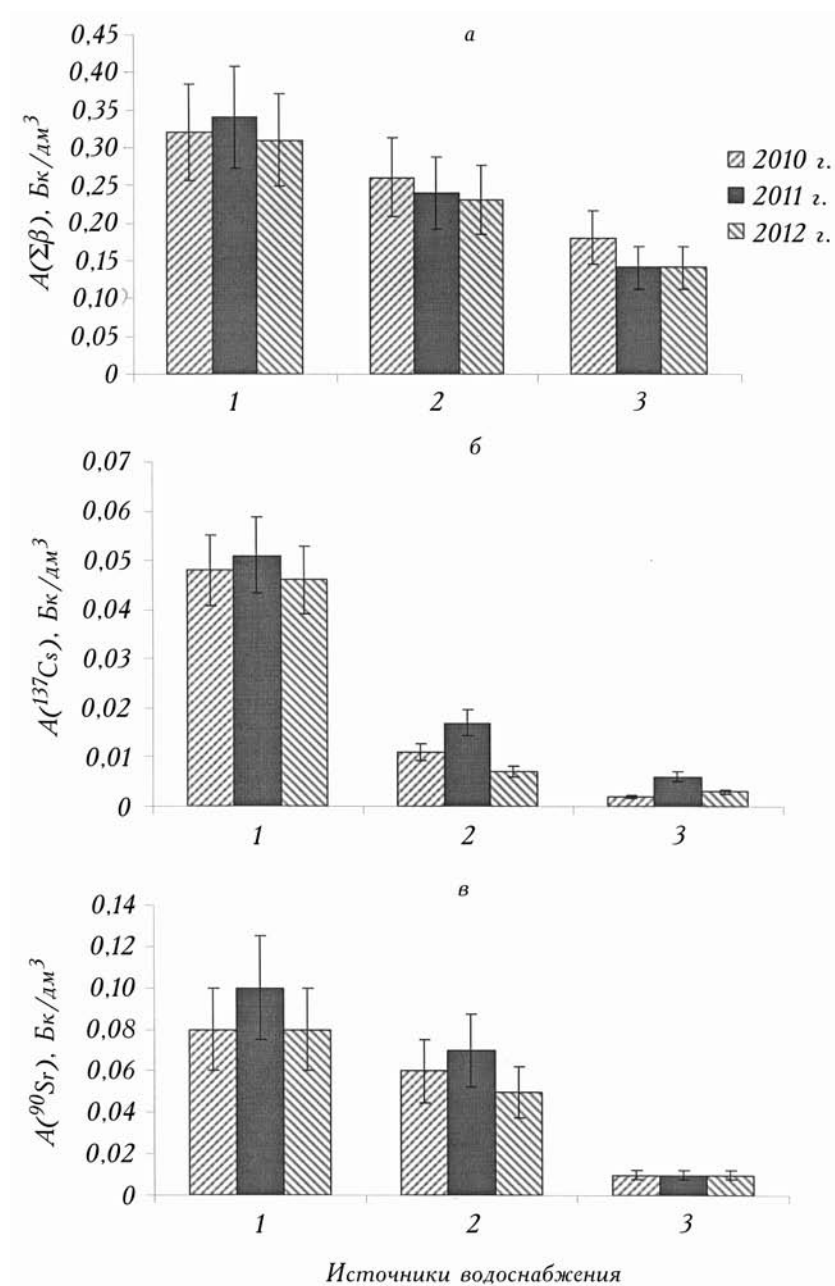
Определение содержания ⁹⁰Sr проводили из объема 40 дм³ радиохимическим методом с измерением активности его дочернего продукта ⁹⁰Y на установке малого фона УМФ-1500 согласно ГОСТ 18913—73 [5]. Погрешность измерения не превышала 25%.

Результаты исследований и их обсуждение

Средние результаты для каждого года определений показателей: суммарной бета-активности (*a*), удельной активности ¹³⁷Cs (*b*) и удельной активности ⁹⁰Sr (*b*) в поверхностных источниках водоснабжения представлены на рисунке 1.

Согласно анализу литературных данных [3, 15] и результатам исследований, радиационная обстановка на данной территории остается стабильной. Среднегодовая суммарная бета-активность в поверхностных водах имеет постоянную величину в течение периода наблюдений: для Киевского водохранилища этот показатель находится в пределах $(0,31—0,34) \pm 0,06$ Бк/дм³, для Каневского — $(0,23—0,26) \pm 0,05$ Бк/дм³, для р. Десны — $(0,14—0,18) \pm 0,03$ Бк/дм³.

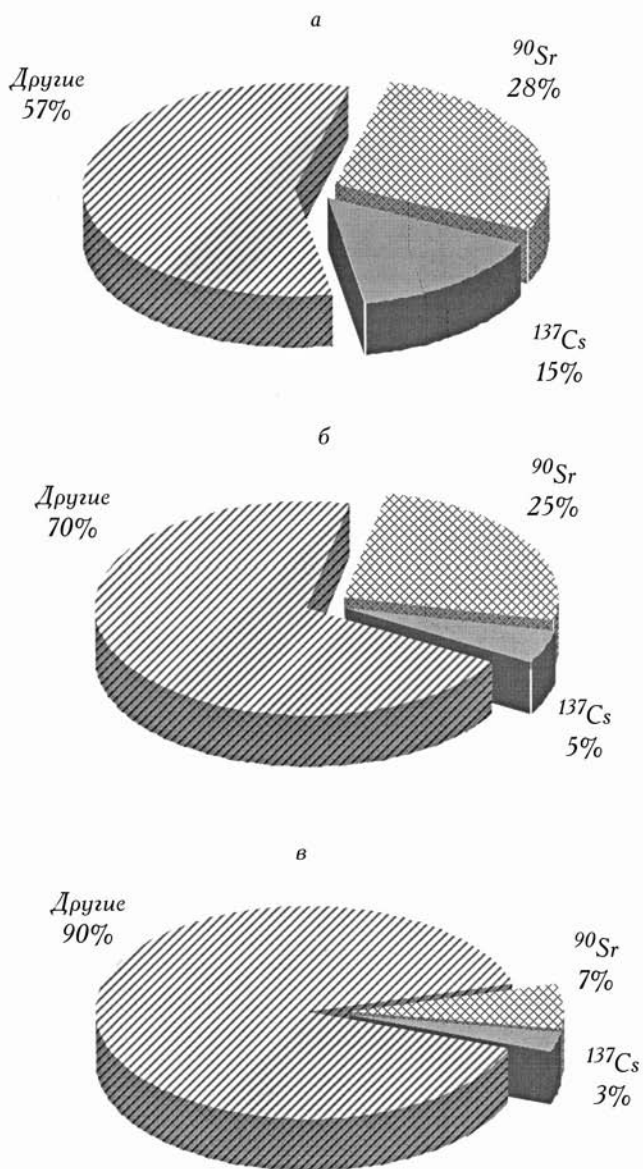
На протяжении 2010—2012 гг. суммарная бета-активность воды Киевского водохранилища изменялась от $0,15 \pm 0,03$ до $0,59 \pm 0,11$ Бк/дм³, Каневского — от $0,11 \pm 0,02$ до $0,60 \pm 0,12$ и р. Десны — от $0,10 \pm 0,02$ до $0,26 \pm 0,05$ Бк/дм³. При этом фиксировался рост показателя во всех источниках водоснабжения ежегодно со второй половины апреля до конца мая,



1. Среднегодовая объемная удельная активность радионуклидов в воде: *а* — суммарная бета-активность; *б* — удельная активность ¹³⁷Cs; *в* — объемная удельная активность ⁹⁰Sr; 1 — Киевское водохранилище; 2 — Каневское водохранилище; 3 — р. Десна.

при поступлении талых вод в поверхностные источники. Минимальные значения наблюдались в декабре — феврале каждого года.

Объемная удельная активность ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в воде Киевского водохранилища находилась в диапазоне соответственно $(0,010 \pm 0,002)$ — $(0,200 \pm 0,028)$



2. Вклад радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в суммарную бета-активность: а — Киевское водохранилище; б — Каневское водохранилище; в — р. Десна.

и $(0,030 \pm 0,007)$ — $(0,170 \pm 0,038)$ Бк/дм³. Минимальные значения отмечены в районе с. Новые Петровцы в январе 2012 г., максимальные — в апреле 2011 г. в пункте наблюдения с. Лютеж.

В воде речного участка Каневского водохранилища концентрация ^{137}Cs и ^{90}Sr была в пределах соответственно $(0,003 \pm 0,001)$ — $(0,180 \pm 0,003)$ и $(0,020 \pm 0,004)$ — $(0,160 \pm 0,038)$ Бк/дм³. Динамика сезонных изменений соответствовала наблюдаемым колебаниям аналогичных показателей в воде Киевского водохранилища.

Содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в воде р. Десны было стабильным на протяжении всего периода наблюдений: концентрация радионуклидов на порядок ниже аналогичного показателя в воде Каневского и Киевского водохранилищ. Максимальное значение объемной удельной активности ^{137}Cs , $0,020 \pm 0,003$ Бк/дм³, было зафиксировано в апреле 2011 г., что

связано с дополнительным поступлением радионуклида в воду вследствие таяния снега.

Повышение содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в поверхностных водах в июне — августе 2011 г. было обусловлено высоким уровнем выпадения осадков, и,

соответственно, увеличением смыва обменных форм ^{137}Cs с поверхности водосбора в реки и водохранилище.

Концентрация ^{137}Cs в воде Киевского моря в 4—6 раз превышает аналогичный показатель радиационной безопасности в воде речного участка Каневского водохранилища и в 20—25 раз выше, чем в р. Десне (см. рис. 1, б). Данная закономерность характерна и для ^{90}Sr (см. рис. 1, в): соотношение объемной удельной активности радионуклида в водах тех же источников составляло 9 : 6 : 1.

Киевское водохранилище является своеобразным «депо» и аккумулирующей емкостью для радионуклидов, образовавшихся в результате аварии на ЧАЭС. Формирование уровня радионуклидного загрязнения водоема происходило за счет поступления с речным стоком, естественных процессов самоочищения водосборных территорий и седиментации частичек речной взвеси.

Следует отметить, что в поверхностных водах Киевской обл. содержание ^{90}Sr в 2—5 раз выше, чем ^{137}Cs (рис. 2). Это обусловлено существенными различиями физико-химических свойств данных радионуклидов, их различной способностью сорбироваться с частицами наносов и донными отложениями. Средняя продолжительность периода полураспада днепровских водохранилищ для ^{90}Sr составляет 17 лет, для ^{137}Cs — 3—4 года [2].

Доля техногенных радионуклидов «чернобыльского» происхождения в суммарной бета-активности воды Киевского водохранилища составляет более 40%, Каневского — 30, р. Десны — 10%. Данная закономерность подтверждает, что именно Киевское водохранилище является потенциальным источником вторичного радионуклидного загрязнения на территории Киевской обл., относящейся к зоне усиленного радиозэкологического контроля.

Заключение

Проведен радиационный мониторинг состояния поверхностных вод Киевской обл. Вклад техногенных радионуклидов «чернобыльского» происхождения составляет 10—45% суммарной бета-активности. Доля ^{90}Sr в 2—5 раз превышает долю ^{137}Cs .

Уровень загрязнения поверхностных вод Киевской обл. радионуклидами ^{137}Cs и ^{90}Sr не превышает гигиенических требований к качеству воды источников питьевого, хозяйственно-бытового и оросительного водоснабжения [1, 4, 7]. Концентрация ^{90}Sr в 50—200 раз ниже максимально допустимой, а ^{137}Cs — в 70—1000 раз.

**

Досліджено якість поверхневих вод Київської обл. за трьома показниками радіаційної безпеки: сумарної бета-активності, питомої активності ^{137}Cs та ^{90}Sr . Визначено частку ^{137}Cs та ^{90}Sr у сумарній бета-активності води р. Десни, Київського водосховища та річкової частини Канівського водосховища. Підтверджено висновки попередніх досліджень щодо того, що поверхневі води Дніпровського басейну на

території зони посиленого радіоекологічного контролю Київської обл., відповідно до вимог чинних санітарно-гігієнічних нормативів, можна використовувати як джерело питної та зрошувальної води.

**

Quality of surface water of Kyiv region has been investigated by 3 radiation safety indices: total beta activity, the specific activity of ^{137}Cs and ^{90}Sr . Content of ^{137}Cs and ^{90}Sr in the value of total beta activity of water of the river Desna, Kiev reservoir and river section of Kanev reservoir have been determined. The data of previous studies have been confirmed: surface water of the Dnieper basin occurring in the territory of enhanced radioecological control areas of the Kiev region, can be used as a source of drinking and irrigation water according to current sanitation regulations has been established.

**

1. ВНД 33.5.5-02-97. Якість води для зрошення. Екологічні критерії. Введений 1998—04—01.
2. Войцехович О.В., Шестопалов В.М., Скальський А.С., Канивец В.В. Мониторинг радиоактивного загрязнения поверхностных и подземных вод после Чернобыльской аварии: Монография. Серия «Радиация и вода». — Киев: УНИГМИ, 2001. — 148 с.
3. Гірій В.А. Загорчевний В.О., Косовець О.О., Лєбо Ю.Г. Динаміка радіоактивного забруднення вод Дніпровського каскаду // Наук. праці УкрНДГМІ. — 2003. — Вип. 252. — С. 123-130.
4. ГН 6.6.1.1-130-2006. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів цезію-137 та стронцію-90 у продуктах харчування та питній воді.
5. ГОСТ 18913-73. Вода питьевая. Метод определения содержания стронция-90 // Вода питьевая. Методы анализа. — М.: Изд-во стандартов, 1984. — С. 87—92.
6. Двадцять п'ять років Чорнобильської катастрофи: Безпека майбутнього / Нац. доповідь України. — К.: КІМ, 2011. — 346 с.
7. ДСТУ 4808:2007. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила відбирання. — К.: Держспоживстандарт України, 2007. — 36 с.
8. ДСТУ ISO 5667-4-2001. Якість води. Відбирання проб. Ч. 4. Настанови щодо відбирання проб із озер, штучних і природних водойм. — К.: Держспоживстандарт України, 2004. — 10 с.
9. ДСТУ ISO 5667-6-2001. Якість води. Відбирання проб. Ч. 6. Настанови щодо відбирання проб води із річок та інших водотоків. — К.: Держспоживстандарт України, 2004. — 12 с.
10. ДСТУ ISO 10703-2001. Захист від радіації. Визначення об'ємної активності радіонуклідів методом гамма-спектрометрії з високою роздільною здатністю. — К.: Держспоживстандарт України, 2003. — 15 с.
11. Закон України № 796-ХІІ від 28.02.1991 р. «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи».
12. МВВ № 081/12-0078-03. Методика виконання вимірювань питомої бета-активності питної води та вод джерел водопостачання. — К., 2003. — 14 с.

13. *Настанова* гідрометеорологічним станціям і постам. Вип. 12. Ч. 2. Спостереження за радіоактивним забрудненням поверхневих вод суші і морських вод. — К.: Держгідромет України, 2010. — 144 с.
14. *Средняя* численность населения районов Киевской области на ноябрь 2012 г. Электронный ресурс / режим доступа: <http://oblstat.kiev.ukrstat.gov.ua>.
15. *Техногенні* радіонукліди у прісноводних екосистемах: Монографія / За ред. В. Д. Романенка. — К.: Наук. думка, 2010. — 262 с.

Институт агроэкологии и
природопользования НААН Украины, Киев

Поступила 12.06.13