

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження базувалися на радіоекологічних принципах вивчення наявності, розподілу та міграції радіонуклідів у компонентах водних екосистем [Полікарпов Г.Г. та ін., 1988; Кузьменко М.И. и др., 2001; Кутлахмедов та ін., 2003] з використанням класичних методик радіометричних вимірювань та радіохімічних аналізів. Вивчено фактори і шляхи формування радіаційної ситуації у водних екосистемах південного регіону країни.

Визначення вмісту ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^3H проводили у воді ставків-охолоджувачів Південно-Української та Запорізької АЕС, ставків-відстійників каналізаційної системи ПУ АЕС, річок Дніпро, Південний Буг, Арбузинка, Мертвовод, Інгулець, Інгул, озеро Акташ, Казантипської і Арабатської заток Азовського моря, а також магістральних каналів і водоймищ Інгулецької, Південно-Бузької, Білоусівської, Каховської і Краснознаменської зрошувальних систем.

Проби води відбирали 3-5 разів на рік (шоквартально, обов'язково навесні і восени) з річок, водосховищ і магістральних каналів зрошувальних систем регіону протягом 1985-2004 рр. Проби води з низьким вмістом радіонуклідів відбирали в обсязі 100-200 л.

Для визначення розподілу радіонуклідів у компонентах водойм паралельно з пробами води відбирали і аналізували проби донних відкладень, водної рослинності та риби. Крім цього, для визначення коефіцієнтів переходу і накопичення радіонуклідів сільськогосподарськими культурами зі зрошувальної води відбирали та аналізували проби сільськогосподарських культур (озима пшениця, люцерна, буряк, томати, кукурудза, огірки, капуста), які вирощувались на експериментальному полі Інгулецького зрошувального масиву.

Підготовка проб води, мулів, водяних рослин, риби, сільськогосподарських культур для радіохімічного аналізу та гамма-спектрометрії проводилася за затвердженими методиками [Марей А.Н. и др., 1980; Рысьев О.А. и др., 1987]. В процесі виконання робіт деякі радіометричні і радіохімічні методики було модифіковано, а також впроваджено нові лабораторні та інструментальні методи: попереднє концентрування радіонуклідів у пробах води (100-200 л) здійснювалося шляхом випаровування за допомогою аквадистилятора ДЕ-10, концентрування радіонуклідів у пробах рослин і донних відкладень відбувалося шляхом об'єднання проміжних фракцій при радіохімічному аналізі [Томилин Ю.А., 1976, 1986]. Вміст ^{90}Sr у пробах визначали радіохімічним методом: оксалатним, екстракційним (МІОМФК) і комбінованим (разом з визначенням вмісту ^{137}Cs). В період інтенсивного забруднення зовнішнього середовища "аварійно-чорнобильськими" (внаслідок аварії на ЧАЕС) радіонуклідами (^{95}Zr , ^{95}Nb , $^{103,106}\text{Ru}$, ^{144}Ce , $^{134,137}\text{Cs}$) радіохімічний метод визначення вмісту ^{90}Sr у пробах рослин і ґрунту було модифіковано на стадії радіохімічного очищення проб від

“аварійно-чорнобильських” радіонуклідів [Томилин Ю.А., 1976, 1989]. Під час проведення натурного експерименту при визначенні вмісту ^{54}Mn гамма-спектрометричним методом для очищення проб від ^{134}Cs , ^{58}Co , ^{110}Ag застосовували радіохімічне виділення ^{54}Mn на носії MnCl_2 [Винцукевич Н.В. и др., 1984]. В біопробах і у воді стабільні ізотопи Ca, Ba, Sr визначали фотоспектральним методом і розробленим в НДЛ “Ларані” спектрографічним методом. Підготовка проб для вимірювання ^3H проводилася шляхом подвійної відгони проби з KMnO_4 , а проб водяних рослин, сільськогосподарських культур, донних відкладень – шляхом відгони вільної вологи з наступним очищенням від органічних домішок. Дані мінерального складу річкової води, води водоймищ АЕС отримано в хімічних лабораторіях: НДЛ “Ларані”; Південно-Української АЕС; Миколаївської та Запорізької обласних санітарно-епідеміологічних станцій.

Проведення гамма-спектрометричних вимірювань проходило у два етапи: отримка та ідентифікація спектра; розрахунок активностей радіонуклідів за гамма-лініями і площею піку. Калібрування енергетичної шкали проводили стандартними закритими (ЗСГД) і відкритими (ЗРР) радіоактивними зразками. Гамма-спектрометричні вимірювання ^{137}Cs та інших гамма-випромінюючих радіонуклідів здійснювали за допомогою спектрометрів АМА-03Ф і АІ-1024-95 з напівпровідниковим детектором ДГДК-125В. Мінімально-детектована активність ^{137}Cs складала 1 Бк/кг (1 Бк/100 л) при експозиції 18000 с, інших гамма-випромінюючих радіонуклідів – 1-3 Бк/кг (1-3 Бк/100 л).

Радіометрія дочірнього продукту розпаду $^{90}\text{Sr} - ^{90}\text{Y}$ – здійснювалась на малофоновій установці УМФ-1500, мінімально-детектована активність складала 2 Бк/кг (2 Бк/100 л) при експозиції 1000 с. Для підтримання постійності геометричних параметрів під час вимірювання активності препарату на УМФ-1500 лічильником СБТ-13 застосовано розроблену підложку-фіксатор, а для збільшення пропускної спроможності вимірів – одноканальну установку УМФ-1500 перетворено на трьохканальну [Томилин Ю.А. и др., 1980, 1989].

Радіометрію ^3H виконано на рідинно-сцинтиляційній установці “БЕТА-2” у кюветах “*Optifase*” при використанні рідинного сцинтилятора “*Optifase Hisafe-3*” (мінімально-детектована активність ^3H – 10 Бк/л), а також на установці “*Quantulus-1020*” (фірми *LKB-Wallas*) в лабораторії зовнішньої дозиметрії Південно-Української АЕС (мінімально-детектована активність ^3H – 1-3 Бк/л).

Періодично для перевірки результатів вимірювань ^3H проводилось вибіркове вимірювання ^3H у відібраних пробах в лабораторії зовнішньої дозиметрії ПУ АЕС на радіометричній установці “*Canberra*” (мінімально-детектована активність ^3H – 3 Бк/л) та в Інституті біології південних морів НАН України на сцинтиляційному радіометрі “*Rack Beta Spectr 1219-002*”.

Похибка вимірювань при радіометрії ^{90}Sr , ^3H , ^{137}Cs та інших гамма-випромінюючих радіонуклідів складала 5-15%.

Розрахунок активності ^3H у водяних рослинах та рибі проводили з урахуванням того, що відсоткове співвідношення ^3H у рослинах у вигляді вільної води та інкорпорованого ^3H у складі біологічних структур дорівнює 97% та 3% відповідно, а співвідношення ^3H у вільній волозі тканин риби і у воді водойми складає 0,8-1,0 [Телушкина Е.Л., 1983; Романов Г.И., 1987].

Для порівняння накопичуваної здатності компонентів водойм і можливості встановлення кількісних співвідношень між отриманими даними результати визначення вмісту радіонуклідів виражали у відносних величинах (коефіцієнти накопичення - КН), які відображають кількісні відношення вмісту радіонуклідів у певному компоненті й у воді, тобто: $\text{КН} = C_1/C_2$, де C_1 – вміст радіонукліда у компоненті, Бк/кг, C_2 – вміст радіонукліду у воді, Бк/л [Куликов Н.В., 1988; Кутлахмедов Ю.О. та ін., 2003].

З метою підвищення достовірності отриманих результатів проводилося паралельне вимірювання вмісту радіонуклідів у деяких відібраних пробах в радіологічних підрозділах (лабораторіях) Миколаївської обласної санітарно-епідеміологічної станції, Інституту біології південних морів НАН України, Південно-Української та Запорізької АЕС.

При обробці результатів досліджень були використані методи статистичної обробки даних (оцінка вірогідності статистичних показників, використання t -критерію Стьюдента) [Мостеллер Ф. и др., 1982; Тейлор Дж., 1985]. Порівняння середніх значень проводилося з урахуванням інтервалу розкиду даних (2σ). При аналізі за допомогою тесту χ^2 вірогідними показниками вважали ті, що характеризувалися рівнем імовірності $P \leq 0,05$, прийнятим для більшості біологічних показників [Бабаев Н.С. и др., 1984]. Визначення тісноти зв'язку між вмістом і розподілом радіонуклідів в окремих компонентах і об'єктах водних екосистем проводилося шляхом проведення кореляційно-регресійного аналізу даних [Ферстер Э., 1983; Кутлахмедов Ю.О. та ін., 2003] за допомогою програмного забезпечення Excel-2000 для Windows (ліцензія 87130-OFFICE PRO 2000 W3Z ENAEOLPA).

Усі радіоекологічні дослідження виконано в Миколаївській науково-дослідній лабораторії з проблем радіаційної безпеки населення (НДЛ "Ларані") МОЗ України. Аналіз, обробка та узагальнення результатів досліджень здійснено в науково-методичному центрі екологічної безпеки Миколаївського державного гуманітарного університету імені Петра Могили.

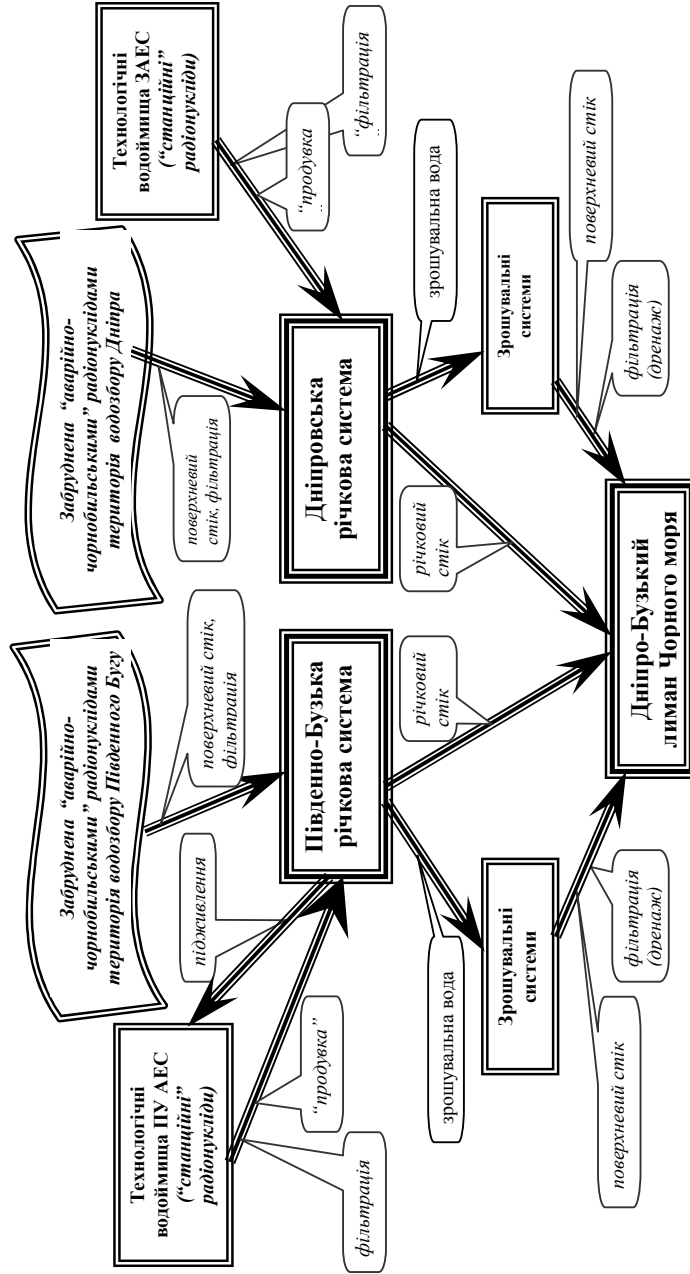


Рис. 1. Блок-схема надходження і розподілу радіонуклідів у водних екосистемах південного регіону України