

ДИНАМІКА АКТИВНОСТІ РАДІЦЕЗІЮ У ВОДНІЙ
СИСТЕМІ ТАШЛИКСЬКЕ ВОДОСХОВИЩЕ - р. ПІВДЕННИЙ БУГ
(1999-2004 рр.)

У статті описано результати чотирирічних досліджень питомої активності радіоцезію у воді водних об'єктів, пов'язаних із діяльністю Південно-Української АЕС

Для екосистеми р. Південний Буг характерною рисою є наявність різних шляхів надходження до неї штучних радіонуклідів, у тому числі радіоцезію. Це змивання штучних радіонуклідів із забруднених аварійно-чорнобильським викидом територій водозбору річки, виніс «станційних» радіонуклідів із «продувними» водами зі ставка-охолоджувача Південно-Української (ПУ) АЕС та інші [1,4, 5].

Через те, що різноманітні фізико-хімічні, гідрологічні та інші процеси, які відбуваються в водних системах, помітно змінюють шляхи міграції радіонуклідів у водному середовищі, що,

в свою чергу, суттєво впливає на кількісний розподіл радіоактивності між різними харчовими ланцюжками (питний, рибний та інші), дослідження поведінки одного з біологічнозначущих радіонуклідів - радіоцезію - є актуальним і своєчасним.

Матеріали та методи досліджень

Було досліджено проби води, які відібрані зі ставка-охолоджувача ПУ АЕС (Ташликське водоймище) та з р. Південний Буг відповідно до «Регламенту продувки Ташлыкского водоема-охладителя ОП ЮУ АЭС в реку Южный Буг.

0,0024-042 РГ»: 1 проба з Ташликського водоймища біля аварійного шлюза греблі; 5 проб із р. Південний Буг (біля насосної станції підпитки ставка-охолоджувача ПУ АЕС, у місці випуску вод «продувних» вод ставка-охолоджувача АЕС, 500 м та 7 км (у с Бузьке) нижче за течією від місця випуску «продувних» вод [6] (рис. 1).

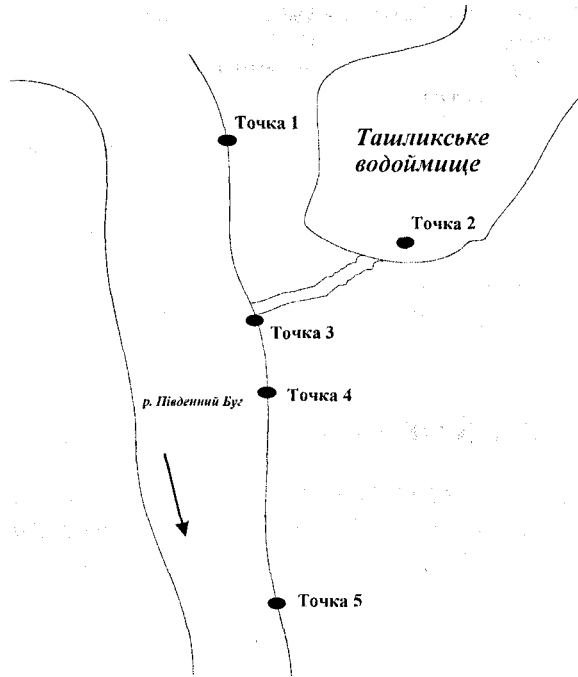


Рис. 1. Схема точок відбору проб

У кожному місці спостережень проби відбиралися щомісячно протягом 1999-2004 років. Відбір та підготовка проб проводилася за офіційними (стандартними) методиками [2, 3].

Вимірювання активності ^{137}Cs проводили гамма-спектрометричним методом на устаткуванні SBS-50 м із детекторною системою ДГДК-175В3 при мінімально-детектованій активності радіоцезію у неконцентрованій пробі 2,5 Бк/л. Похибка вимірювань не перевищувала 10–15 %.

Результати та їх обговорення

Результати вимірювання питомої активності ^{137}Cs у кожній точці спостережень упродовж 1999–2004 рр. засвідчили, що у воді р. Південний Буг у місці розташування насосної станції підпитки ставка-охолоджувача ПУ АЕС (точка 1) питома активність ^{137}Cs коливалася у широкому діапазоні ($0,0117 \pm 0,035$ Бк/л) при середньорічному за цей період значенні $0,0175 \pm 0,0021$ Бк/л. Результати статистичної обробки даних досліджень (табл. 1) свідчать про відсутність стабільності рівня активності радіоцезію на ділянці р. Південний Буг вище розташування ПУ АЕС. Так, у 1999 році та у 2003 і 2004 роках коефіцієнти варіації показників активності радіоцезію склали більше 30 %, у 2000–2002 роках ці величини були на рівні 14–26 %. Максимальний показник розмаху варіювання даних упродовж року зафіксовано у 1999 р. (3,8), а мінімальний (1,9) – у 2003–2004 роках.

Аналіз річної динаміки активності радіоцезію в річковій воді в цьому місці спостережень (рис. 2) показав, що у 1999 році (при середньорічному значенні активності ^{137}Cs $0,0164 \pm 0,0065$ Бк/л) у вересні активність ^{137}Cs підвищилася більше, ніж у 2 рази. У 2000–2002 рр. вона підвищувалася на 10–20 % навесні (березень-травень) та восени (жовтень-листопад).

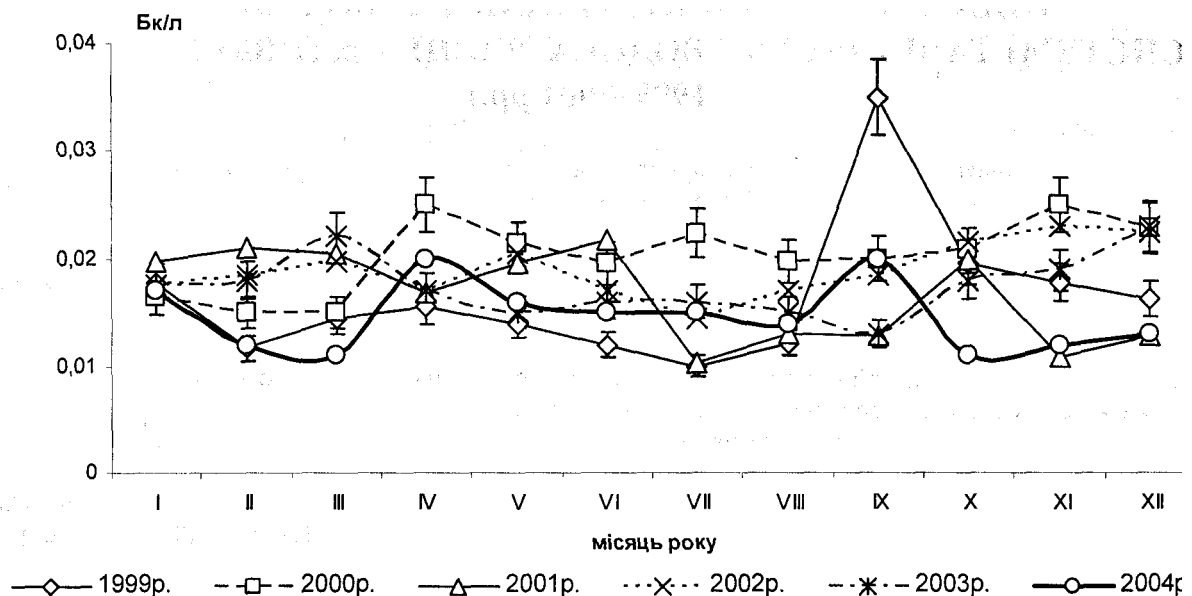


Рис. 2. Щомісячні показники питомої активності ^{137}Cs у воді р. Південний Буг біля насосної станції підпитки водойми-охолоджувача АЕС за період 1999-2004 рр.

Середньорічне значення активності радіоцезію у воді ставка-охолоджувача становило 0,023-0,025 Бк/л (табл. 2). Розсіювання даних протягом кожного року спостережень становило від 6 до 26 %, при цьому в останні три роки (2002-2004) це коливання було значно нижче порівняно з попередніми роками (1999—2001).

Порівняння динаміки зміни питомої активності ^{137}Cs у воді Ташликського водоймища протягом кожного року спостережень (рис. 3) з відповідними даними для річкової води в районі насосної станції підпитки (див. рис. 2) свідчить про наявність аналогії між цими показниками. Так, максимальні значення активності радіоцезію

у Ташликському водоймищі припадали на березень-квітень (2000 р.) або на жовтень (2001 р.), тобто на весняний і осінній періоди року.

Дані визначення активності радіоцезію у воді р. Південний Буг на ділянці річки від місця скиду «продувних» вод із Ташликського водоймища до с. Бузьке (7 км від нижче) (табл. 3-5) свідчать, що на цій ділянці річки протягом часу спостережень вміст ^{137}Cs у воді також коливався, а також, що зі збільшенням відстані від місця скиду в річку «продувних» вод Ташликського водоймища помітна тенденція до зменшення середньорічної активності ^{137}Cs у річковій воді: від $0,0197 \pm 0,0034$ Бк/л у точці 3 - до $0,0154 \pm 0,0033$ у точці 5 (табл. 3-5, рис. 4-6).

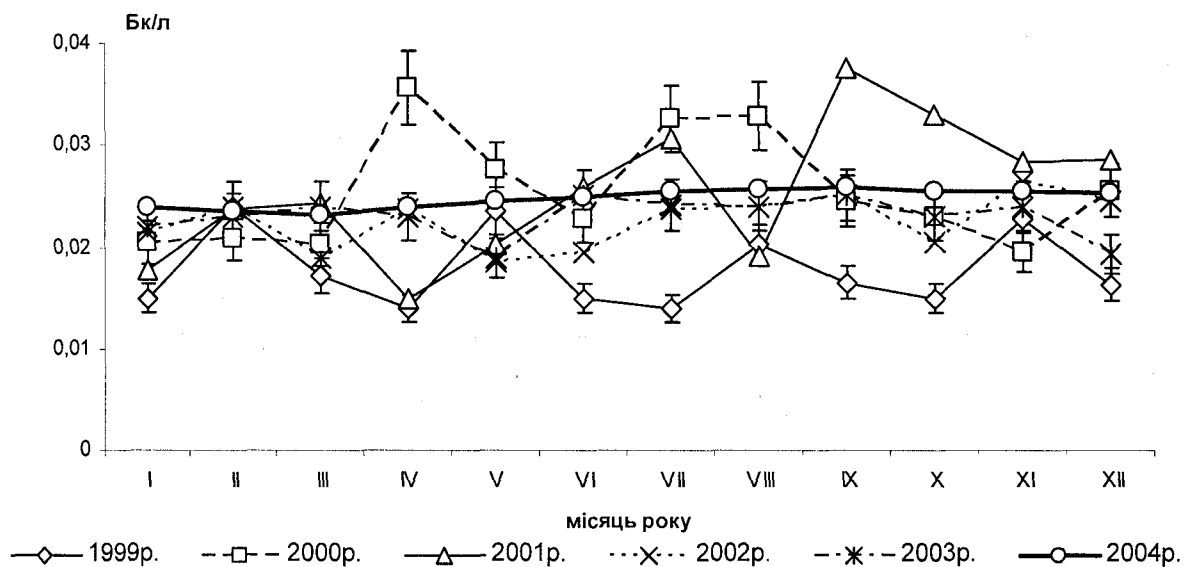


Рис. 3. Щомісячні показники питомої активності ^{137}Cs у воді Ташликського водоймища (ставка-охолоджувача ПУ АЕС за період 1999-2004 рр.

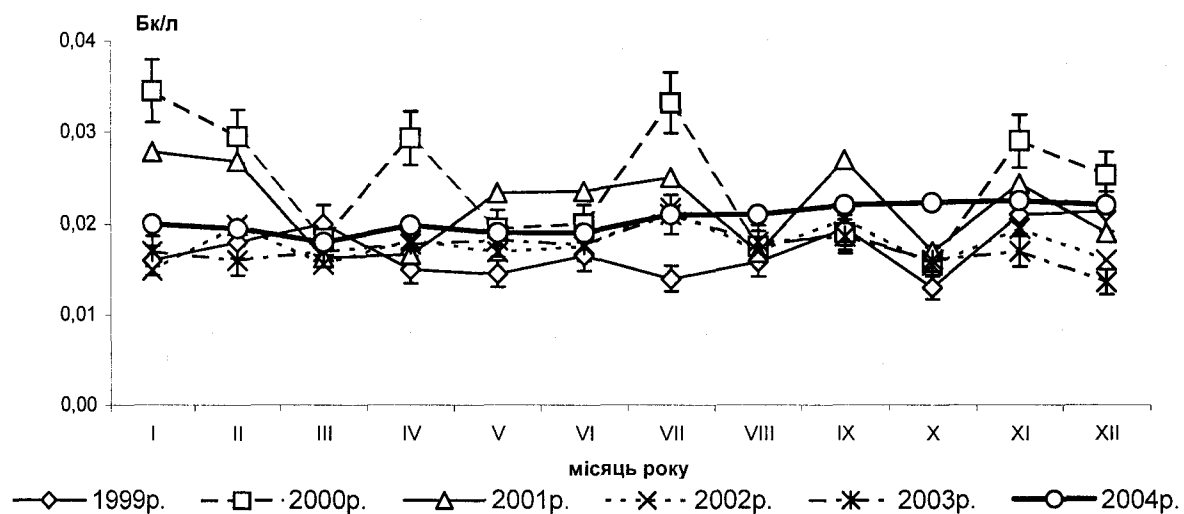


Рис. 4. Щомісячні показники питомої активності ^{137}Cs у воді р. Південний Буг у районі випуску скидних вод за період 1999-2004 рр.

Таблиця 1. Параметри статистичної обробки даних досліджень питомої активності ^{37}Cs у воді р. Південний Буг біля насосної станції підпитки водойми-охолоджувача ПУАЕС

Рік	Середнє за рік, Бк/л	Стандартне відхилення σ , Бк/л	Максимальне значення, Бк/л	Мінімальне значення, Бк/л	Медіанне значення, Бк/л	Модальне значення, Бк/л	Коефіцієнт варіації, %	Розмах варіювання, β
1999 р.	0,0164	0,0065	0,0350	0,0100	0,0150	0,0178	40	3,8
2000 р.	0,0203	0,0034	0,0250	0,0150	0,0204	0,0150	17	2,9
2001 р.	0,0166	0,0043	0,0218	0,0104	0,0182	0,0145	26	2,6
2002 р.	0,0194	0,0026	0,0230	0,0145	0,0192	0,0185	14	3,2
2003 р.	0,0175	0,0058	0,0230	0,0120	0,0175	0,0150	33	1,9
2004 р.	0,0147	0,0047	0,0200	0,0110	0,0130	0,0150	32	1,9

Таблиця 2. Параметри статистичної обробки даних досліджень питомої активності ^{37}Cs у воді Ташликського водоймища

Рік	Середнє за рік, Бк/л	Стандартне відхилення σ , Бк/л	Максимальне значення, Бк/л	Мінімальне значення, Бк/л	Медіанне значення, Бк/л	Модальне значення, Бк/л	Коефіцієнт варіації, %	Розмах варіювання, σ
1999 р.	0,0178	0,0038	0,0240	0,0140	0,0164	0,0150	21	2,6
2000 р.	0,0254	0,0055	0,0356	0,0195	0,0238	0,0238	22	2,9
2001 р.	0,0253	0,0066	0,0375	0,0150	0,0251	0,0251	26	3,4
2002 р.	0,0226	0,0026	0,0265	0,0185	0,0238	0,0240	12	3,0
2003 р.	0,0230	0,0025	0,0250	0,0193	0,0239	0,0239	11	2,3
2004 р.	0,0248	0,0014	0,0258	0,0232	0,0253	0,0253	16	1,9

Таблиця 3. Параметри статистичної обробки даних досліджень питомої активності ^{137}Cs у воді р. Південний Буг в районі скиду «продувних» вод із Ташликського водоймища

Рік	Середнє за рік, Бк/л	Стандартне відхилення σ , Бк/л	Максимальне значення, Бк/л	Мінімальне значення, Бк/л	Медіанне значення, Бк/л	Модальне значення, Бк/л	Коефіцієнт варіації, %	Розмах варіювання, σ
1999 р.	0,0171	0,0028	0,0213	0,0130	0,0163	0,0163	17	2,9
2000 р.	0,0243	0,0066	0,0345	0,0158	0,0227	0,0227	27	2,8
2001 р.	0,0219	0,0045	0,0278	0,0163	0,0234	0,0234	20	2,6
2002 р.	0,0178	0,0022	0,0217	0,0149	0,0173	0,0173	12	3,1
2003 р.	0,0167	0,0022	0,0186	0,0136	0,0174	0,0174	13	2,3
2004 р.	0,0206	0,0022	0,0219	0,0180	0,0218	0,0218	18	1,8

Таблиця 4. Параметри статистичної обробки даних досліджень питомої активності ^{67}Cs у воді р. Південний Буг в 500 м нижче скиду «продувних» вод із Ташликського водоймища (контрольний створ)

Рік	Середнє за рік, Бк/л	Стандартне відхилення σ , Бк/л	Максимальне значення, Бк/л	Мінімальне значення, Бк/л	Медіанне значення, Бк/л	Модальне значення, Бк/л	Коефіцієнт варіації, %	Розмах варіювання
1999 р.	0,0162	0,0035	0,0238	0,0115	0,0150	0,0148	22	3,5
2000 р.	0,0193	0,0031	0,0233	0,0143	0,0186	0,0186	16	2,9
2001 р.	0,0154	0,0033	0,0184	0,0092	0,0173	0,0178	22	2,7
2002 р.	0,0148	0,0021	0,0173	0,0110	0,0144	0,0140	14	3,0
2003 р.	0,0144	0,0026	0,0163	0,0106	0,0153	0,0153	18	2,2
2004 р.	0,0194	0,0025	0,0214	0,0166	0,0202	0,0202	11	1,9

Таблиця 5. Параметри статистичної обробки даних досліджень питомої активності ^{137}Cs у воді р. Південний Буг у 7 км нижче контрольного створу скиду «продувних» вод із Ташликського водоймища

Рік	Середнє за рік, Бк/л	Стандартне відхилення σ , Бк/л	Максимальне значення, Бк/л	Мінімальне значення, Бк/л	Медіанне значення, Бк/л	Модальне значення, Бк/л	Коефіцієнт варіації, %	Розмах варіювання, β
1999 р.	0,0153	0,0030	0,0208	0,0110	0,0152	0,0140	19	3,3
2000 р.	0,0207	0,0049	0,0300	0,0145	0,0187	0,0187	24	3,2
2001 р.	0,0155	0,0043	0,0240	0,0102	0,0138	0,0138	28	3,2
2002 р.	0,0133	0,0026	0,0200	0,0101	0,0126	0,0145	20	3,8
2003 р.	0,0111	0,0022	0,0128	0,0080	0,0118	0,0118	20	2,1
2004 р.	0,0168	0,0020	0,0182	0,0146	0,0177	0,0177	16	1,8

Вищенаведене свідчить, що на цій ділянці річки відбуваються достатній процес розбавлення річковою водою активності радіоцезію, який надходить з «продувними» водами, а також процес депонування ^{137}Cs водними компонентами (річковими мулами, водоростями). Останнє підтверджується також такими показниками. Так, за даними таблиць 1-5, середньорічний коефіцієнт варіації активності ^{137}Cs у річковій воді в контрольному створі (точка 4) дорівнював $\sim 17\%$, тоді як в інших точках спостережень по р. Південний Буг, становив $19-27\%$. Тенденцію зниження коливань середньорічного коефіцієнта варіації активності радіоцезію на відрізку річки - 500 м від місця надходження «продувних» вод відображено на

графіках динаміки щомісячних показників (рис. 2, 4-6).

Ця тенденція пояснюється особливостями гідрологічних умов, що існують на цьому відрізьку р. Південний Буг. У районі контрольного створу (точка 4) річка тече поміж валунів, русло є більш звуженим, ніж на інших ділянках спостережень. Через такі особливості підвищується швидкість течії, від чого кількість мулу і обсяг водної рослинності на цій ділянці річки є значно меншими. Це, своєю чергою, різко знижує процес сорбції-десорбції ^{137}Cs через водні компоненти, від чого рівень коливань активності радіоцезію в річковій воді значно знижується.

Аналіз параметрів статистичної обробки даних питомої активності ^{137}Cs у точках спостере-

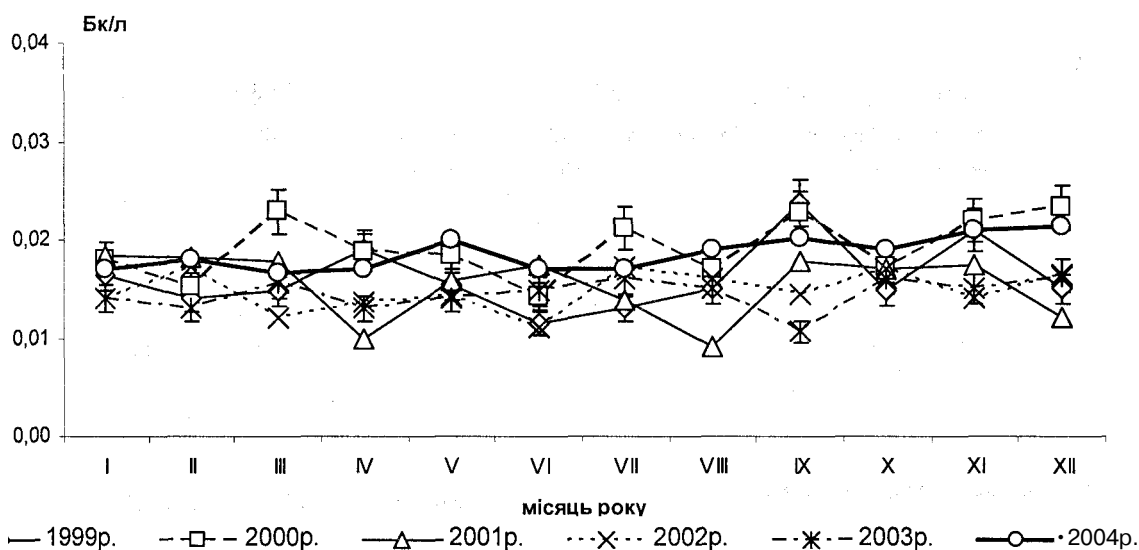


Рис. 5. Щомісячні показники питомої активності ^{137}Cs у воді р. Південний Буг у районі контрольного створу (500 м нижче випуску скидних вод) за період 1999-2004 рр.

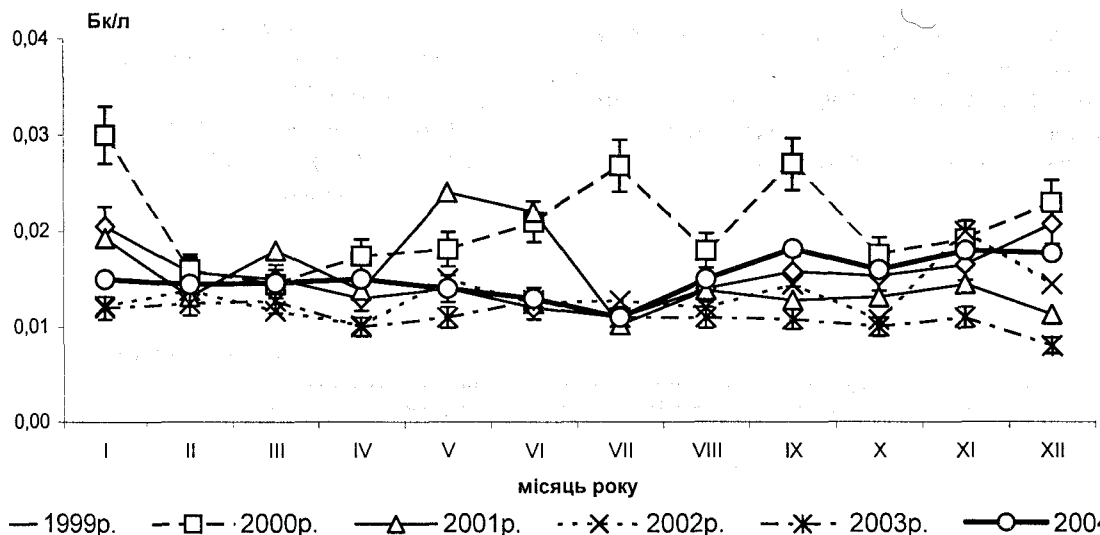


Рис. 6. Щомісячні показники питомої активності ^{137}Cs у воді р. Південний Буг у районі с. Бузьке (7 км нижче контрольного створу) за період 1999-2004 рр.

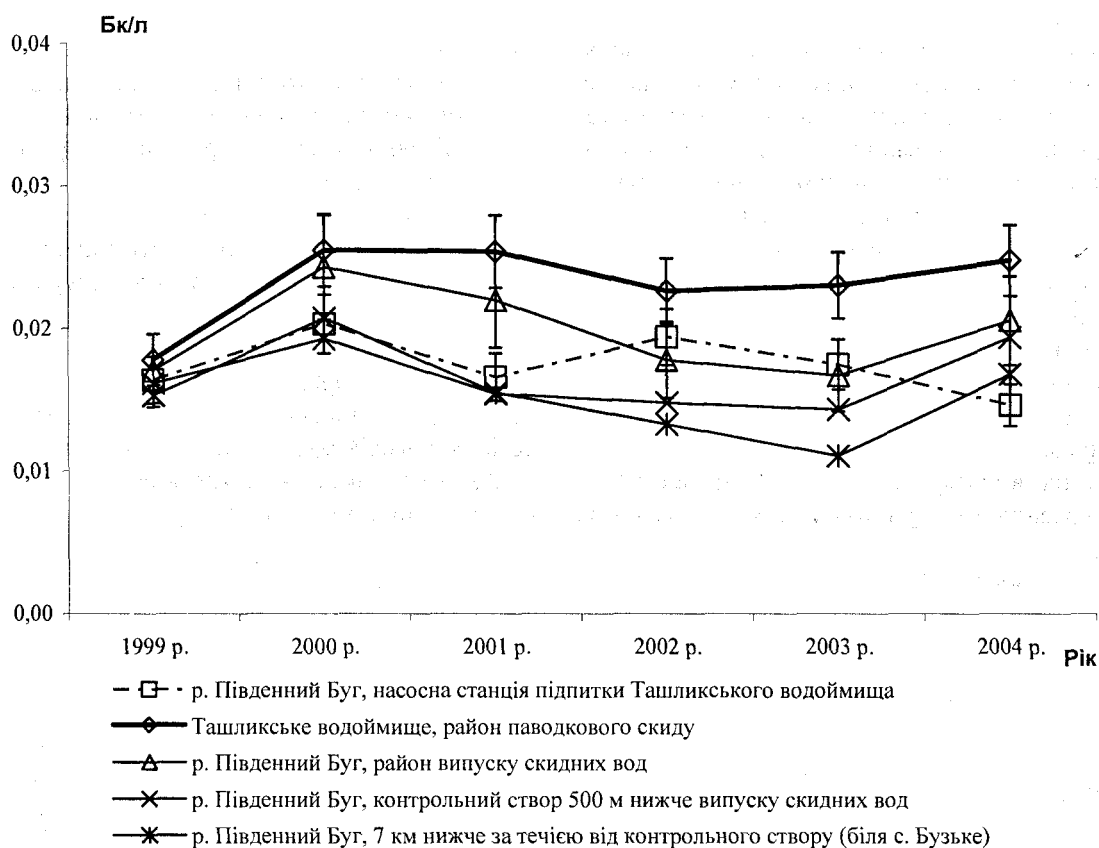


Рис. 7. Динаміка питомої активності ^{137}Cs у воді р. Південний Буг та Ташликського водоймища протягом 1999-2004 рр.

жень (табл. 1-5) свідчить про тотожну динаміку змін активності радіонукліду у воді р. Південний Буг і Ташликського водоймища.

З рис. 7 видно, що активність радіоцезію в р. Південний Буг (точки 3-5) тісно пов'язана з вмістом ^{137}Cs в Ташликському водоймищі. Особливо це помітно за даними 1999 та 2004 років. Низький рівень активності радіоцезію в ставку-охолоджувачі ПУ АЕС у 1999 р. зумовив зведення усіх цих графіків в одну точку і, навпаки, коли у 2004 р. активність радіоцезію в ставку-охолоджувачі підвищилася, графіки динаміки питомої активності ^{137}Cs по всіх точках спостережень розмежувалися між собою, чітко вказуючи на вплив розміру вмісту радіонукліду у Ташликському водоймищі на рівень активності ^{137}Cs у воді р. Південний Буг.

Григор'єва Л. І. Оцінка динаміки радіоекологічної обстановки та дозового навантаження на населення в районах функціонування головних зрошувальних систем Миколаївського регіону: Автореферат дисертації / КНУ імені Тараса Шевченка, 2004 р. - 20 с

Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды / Под ред. П. Н. Мареза и А. С. Зыковой, - М., 1980. - 336 с.

Методы анализа объектов окружающей среды / АН СССР / Отв. ред. В. В. Малахов. - Новосибирск: Наук. сиб. отд.-ние, 1988. - 144 с.

Висновки

1. Динаміка активності радіоцезію у водній системі: Ташликське водоймище - р. Південний Буг залежить в основному від рівня ^{137}Cs у ставку-охолоджувачі ПУАЕС.
2. Станційні радіонукліди, що надходять зі ставка-охолоджувача АЕС до прилеглих водоймищ, під впливом фізико-хімічних, гідрологічних та інших процесів помітно змінюють як свої міграційні властивості, так і радіоекологічну ситуацію в цих водоймищах.
3. Визначені під час спостережень рівні концентрацій ^{137}Cs у воді ставка-охолоджувача ПУ АЕС і р. Південний Буг не перевищували встановлених контрольних рівнів концентрації радіоцезію у воді цих водоймищ.
4. Томілін Ю. А., Григор'єва Л. І. Накопичення ^{137}Cs водними компонентами р. Південний Буг // Матеріали науково-практичної конференції «Парадигми сучасної радіобіології: Радіаційний захист персоналу об'єктів атомної енергетики». - Київ, Чорнобиль, 2004. - С 10-11
5. Томілін Ю. А., Григор'єва Л. І. Радіоемність водоймищ, пов'язаних з роботою Ташликської АЕС // Матеріали ІХ наук.-мет. конф. «Людина та навколишнє середовище». - Одеса: ОДАХ, 2004. - с 131
6. Звіти лабораторії зовнішньої дозиметрії ПУ АЕС за 1999-2004 рр.

Y. Tomilin, L. Grigoryeva, N. Yaroshenko, O. Blokhin

**DYNAMICS OF RADIOCEZIUM IN WATER SYSTEM
TASHLYC RESERVOIR - SOUTH BUG RIVER (1999-2004 YEARS)**

We have done mark of radioceziium conduct in water system Tashlyc reservoir — South bug river (1999-2004 years) in our work. The dynamics of radioceziium in this water system dependent from activity radioceziium in Tashlyc reservoir.