

ОЦІНКА СУЧАСНОЇ РАДІОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ НА ЛУКАХ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

А.О. Мельничук, Ю.А. Нетреба, Г.М. Кочик

Інститут сільського господарства Полісся НААН

За результатами моніторингових досліджень визначено рівень забруднення радіонуклідами продукції рослинництва основних сільськогосподарських культур, що вироблена для власного споживання в приватних господарствах на радіоактивно забрудненій території північних районів Житомирської обл. Перевищень допустимого рівня (100 Бк/кг) ^{137}Cs у молоці за пасовищний період не зафіксовано. Концентрація ^{137}Cs у листовій зелені (95%), овочевій продукції (36%) залежно від виду та місяця відбору, лісовій продукції (Коростенський р-н) навколо деяких населених пунктів досягає 2463–9587 Бк/кг, що більше від ДР-2006 у 5–19 разів. Здійснено радіологічний моніторинг лукопасовищних угідь. Відзначено високу щільність і строкатість забруднення у межах досліджуваних районів та питому активність ^{137}Cs у рослинах кормових культур та лукопасовищній рослинності.

Ключові слова: радіоактивне забруднення, щільність забруднення, ґрунт, молочна продукція, овочева продукція, радіонукліди, питома активність, рівень накопичення.

Радіоактивне забруднення території унаслідок Чорнобильської аварії характеризується значною неоднорідністю та строкатістю, що зумовлено складністю умов його формування. Насамперед, викид радіоактивних речовин відбувався впродовж тривалого часу з різних частин активної зони, що спричинило різний ступінь вигорання палива і, відповідно, різний радіонуклідний склад викиду [1, 2]. Період, упродовж якого радіонукліди викидалися в атмосферу, визначив їх фізико-хімічні властивості, а метеорологічні умови, що формувалися в цей період, призвели до того, що радіоактивне забруднення території виявилось надто складним і неоднорідним як за своїм рівнем, так і за радіонуклідним складом, зумовлюючи труднощі щодо його оцінювання [3, 4].

За інформаційно-аналітичними матеріалами Кабінету Міністрів України з питань подолання наслідків Чорнобильської катастрофи [5] сучасний радіоекологічний стан сільськогосподарських угідь, забруднених унаслідок аварії на ЧАЕС, сформувався під впливом кількох основних чинників, таких як зменшення щільності забруднення ґрунту радіонуклідами завдяки радіоактивному розпаду радіонуклідів; зменшення рухо-

мості радіонуклідів у ланцюзі «ґрунт – рослина – продукція тваринництва» завдяки їх іммобілізації ґрунтово-поглинальним комплексом; зміна соціально-економічних умов на забруднених територіях, серед яких розпаювання землі, ліквідація громадських господарств, зменшення обсягів або повне припинення проведення відповідних заходів, спрямованих на зниження рівнів забруднення продукції та дозових навантажень на населення.

Проблеми, спричинені аварією на ЧАЕС, навіть з плином часу продовжують турбувати суспільство і, по суті, залишаються нерозв'язаними.

Тому радіаційний моніторинг у сфері агропромислового комплексу відіграє важливу роль в оцінюванні впливу радіаційних чинників на людину та є основним джерелом одержання інформації про просторовий розподіл радіоактивних, у т.ч. техногенних, елементів або їх ізотопів і закономірності їх мобілізацій, транзиту, локалізації та фіксації. Велике значення також має аналіз міграції радіонуклідів трофічними ланцюгами, оскільки споживання продуктів харчування, що містять радіоактивні речовини, зумовлює внутрішнє опромінення населення, яке проживає на території Полісся України.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Аналіз стану радіаційної ситуації у віддалений період після аварії на ЧАЕС науковці Інституту сільського господарства Полісся НААН проводили у найбільш забруднених північних районах Житомирської обл. (Коростенський, Лугинський, Овруцький), які згідно із Законом України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» відносяться до II–IV зон радіоактивного забруднення на дерново-підзолистих і торфоболотних ґрунтах. Об'єктом досліджень були багаторічні природні та багато- і однорічні культурні ценози, що відрізняються ботанічними і біологічними особливостями, ступенем радіаційного забруднення, та продукція, вироблена приватними господарствами північних районів Житомирської обл. (молоко та основні види сільськогосподарської продукції).

Уміст ^{137}Cs як основного дозоутворювального радіонукліда у зразках ґрунту і рослин визначали в атестованій вимірювальної аналітичній лабораторії (Свідоцтво про атестацію лабораторії видано Державним підприємством «Житомирський науково-виробничий центр стандартизації метрології та сертифікації» 02.09.2013 р., реєстраційний № 092/13, дійсне до 01.09.2016 р.) на повіреному приладі СЕГ-05. Відбір та підготовку до аналізу зразків здійснювали за загальноприйнятими методиками з урахуванням специфіки науково-дослідних робіт у галузі сільськогосподарської радіології.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Територія північних районів Житомирської обл. за природно-адміністративним поділом відноситься до зони Полісся, де у ґрунтовому покриві переважають радіоактивно забруднені піщані та супіщані дерново-підзолисті ґрунти з низьким умістом гумусу і елементів мінерального живлення, підвищеною кислотністю. Ці ґрунтово-агрохімічні чинники визначають радіологічну критичність агроєкосистем радіоактивно забруднених територій у віддалений період

після аварії на ЧАЕС. Забезпеченість ґрунтів гумусом є одним з основних чинників, що сприяють виробництву безпечної продукції на території з радіоактивним забрудненням. Згідно з результатами агрохімічної паспортизації, виявлено тенденцію до зменшення його вмісту в ґрунтах, особливо в найбільш забруднених районах Полісся. Одним з основних чинників, що зумовили таку тенденцію, є зменшення використання органічних добрив — на сьогодні порівняно з 1990 р. обсяг їх внесення скоротився у понад 25 разів (рис. 1). Також спостерігається тенденція до збільшення площ кислих ґрунтів, значна частина яких відноситься до зони Полісся, що зазнала найбільшого радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи. Одним з дієвих заходів із забезпечення оптимальної реакції ґрунтового розчину є внесення вапнякових матеріалів. Проте на сьогодні цей захід не виправдано призупинено (рис. 2). Подібна ситуація відбувається і з внесенням мінеральних добрив, у т.ч. калію, нестача якого особливо гостро відчувається у північних, найбільш забруднених районах Полісся (рис. 3). Обсяги внесення мінеральних добрив є вкрай недостатніми, спрямованими лише на отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур, без урахування екологічних вимог щодо збереження і відтворення родючості ґрунтів, отримання гарантованої радіологічно безпечної сільськогосподарської продукції. Зокрема, не дотримується науково обґрунтоване співвідношення основних елементів живлення у складі внесених мінеральних добрив, що для зони радіоактивного забруднення становить 1:1,5:2,0 між азотом, фосфором і калієм відповідно.

Це свідчить про те, що сільськогосподарське виробництво як в Україні загалом, так і в Житомирській обл. зокрема ведеться з порушенням законів землеробства. За відсутності підстилкового гною і мінеральних добрив у ґрунт не повертається та кількість елементів живлення, що виноситься врожаєм. Унаслідок цього переривається ланцюг кругообігу органічної речовини. Також недостатньо уваги приділяється

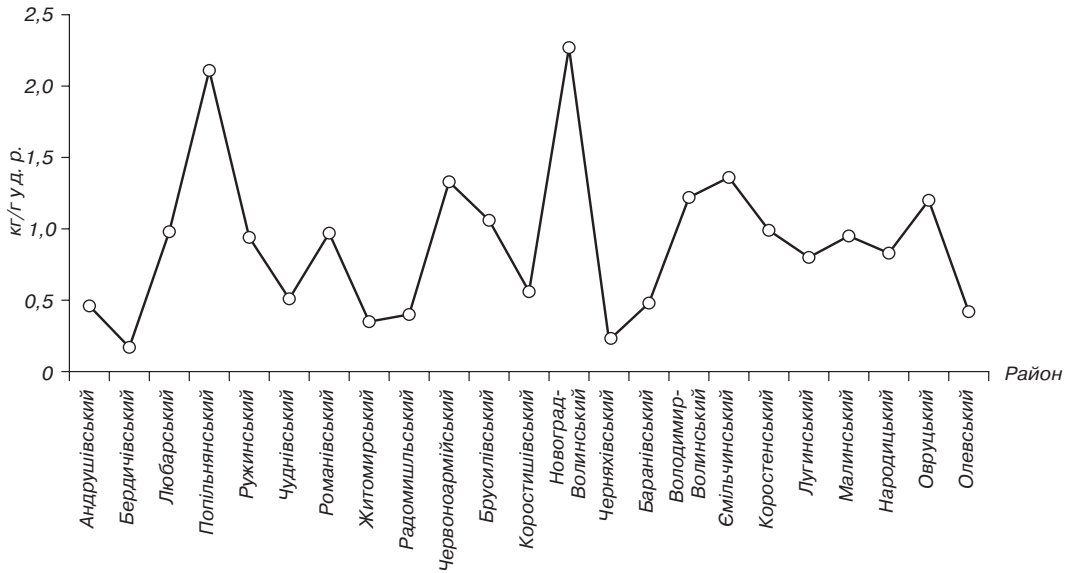


Рис. 1. Динаміка внесення органічних добрив господарствами різних форм власності у розрізі районів Житомирської обл. (за даними Житомирської філії ДУ «Держгрунтохорона», середнє за 2007–2013 рр.)

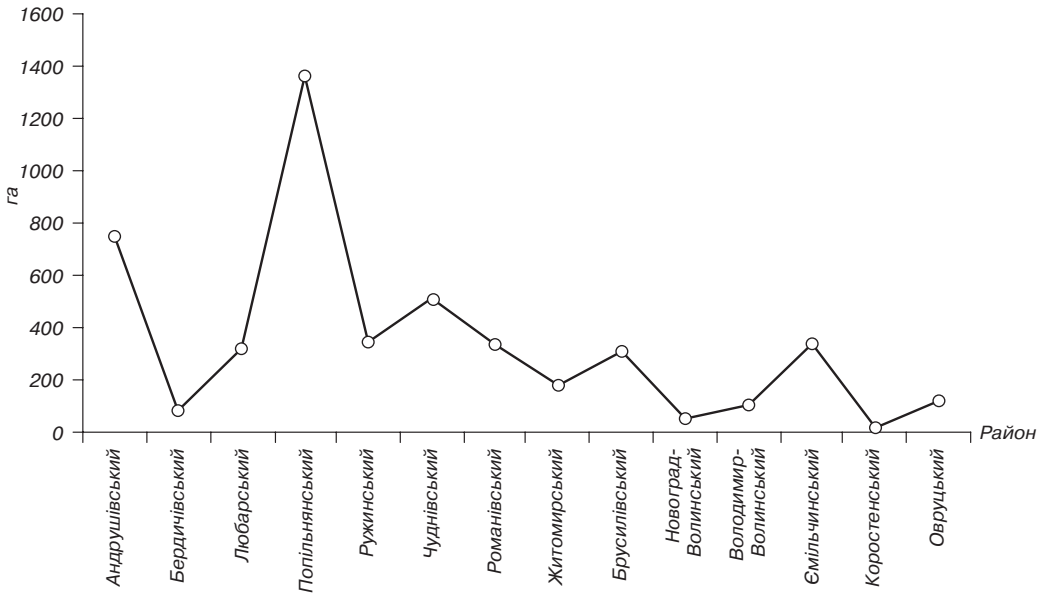


Рис. 2. Проведення хімічної меліорації кислих ґрунтів у розрізі районів Житомирської обл. (за даними Житомирської філії ДУ «Держгрунтохорона», середнє за 2010–2013 рр.)

внесенню у ґрунт побічної продукції. Це значною мірою підвищує ризик отримання забрудненої радіонуклідами продукції рослинництва.

За результатами проведеного моніторингу встановлено, що незважаючи на тривалий період з моменту аварії на ЧАЕС, екологічна ситуація не покращується через

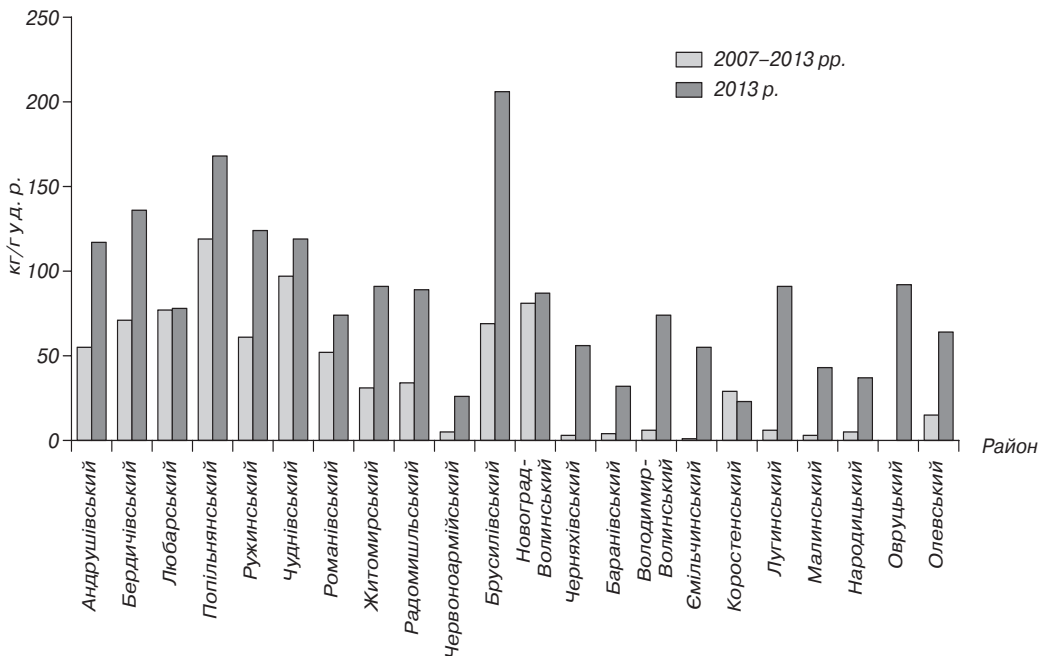


Рис. 3. Динаміка внесення мінеральних добрив у розрізі районів Житомирської обл. (за даними Житомирської філії ДУ «Держґрунтохорона», середнє за 2007–2013 рр.)

наявність у орному шарі ґрунту значного вмісту радіонуклідів. Встановлено, що у зразках ґрунту, відібраних у с. Немирівка Коростенського р-ну, територія якого відноситься до другої категорії радіоактивного забруднення, вміст радіонуклідів у орному шарі в період 1998–2002 рр. варіював у межах 458–552 Бк/кг, тоді як у 2014 р. цей показник становив 378 Бк/кг.

Отже, внаслідок вертикальної міграції поверхневий шар ґрунтів очищається повільно. Про це свідчать результати досліджень з вивчення вертикального розподілу радіонуклідів у профілю ґрунту, згідно з яким у шарі 0–20 см їх налічується 60–93%, а у шарі 20–30 см – 4–21%, решта радіонуклідів концентрується у нижніх горизонтах. Повільне очищення ґрунту від радіонуклідів спричинено призупиненням фінансування державної програми «Радіологічного захисту населення та екологічного оздоровлення території, що зазнала радіоактивного забруднення», відсутністю комплексної системи відповідних заходів.

Поряд із тим критична ситуація посилюється соціально-економічними та психологічними чинниками якості життя на радіоактивно постраждалих територіях.

У ході моніторингу, проведеному на лукопасовищних угіддях у межах закріплених реперних точок (табл. 1), було виявлено, що питома масова активність ^{137}Cs у лукопасовищній рослинності змінюється у межах 77–660 Бк/кг повітряно-сухої маси на дерново-підзолистому та 612–1280 Бк/кг – на торфоболотному ґрунті.

Рівень забруднення радіонуклідами у 0–5-см шарі ґрунту лукопасовищних угідь досліджуваних районів має значну строкатість і варіює у межах 1,0–15,1 Ki/km^2 , а їх розподіл за профілем ґрунту характеризується своєю нерівномірністю (табл. 2).

Отже, внаслідок вертикальної міграції поверхневий шар ґрунтів очищається повільно, про що свідчать результати моніторингових досліджень з вивчення вертикального розподілу радіонуклідів у профілі ґрунту, згідно з якими у шарі ґрунту

Таблиця 1

Забруднення продукції рослинництва на лукопасовищних угіддях за реперними точками у Коростенському р-ні Житомирської обл., середньозважені показники, Бк/кг (2006–2015 рр.)

Населений пункт, № реперної точки	Питома активність ¹³⁷ Cs у рослинах, Бк/кг										
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Середнє
с. Бехи (РТ-4)	132	121	150	207	158	195	182	291	211	382	203
с. Вороневе (РТ-5)	452	507	314	720	740	433	308	208	409	404	450
урочище Ігорівка (РТ-9)	708	973	875	823	642	588	526	512	660	623,4	701
с. Зубівщина (РТ-10)*	588	566	574	752	972	1280	840	738	612	713	764
с. Червона Волока (урочище Клітки) (РТ-6)	117	110	78	155	98	89	79	94	109	99	103
с. Волошине (РТ-7)	502	900	574	547	376	354	333	401	330	346	480
урочище Ігнатпільське (РТ-1)	84	76	87	83	57	115	104	86	77	101	87
урочище Ігнатпільське (РТ-2)	86	201	123	262	282	230	181	177	176	161	188

Примітка: * торфоболотний ґрунт.

Таблиця 2

Динаміка питомої активності ¹³⁷Cs у профілю ґрунту реперних точок, середньозважений показник, Бк/кг (2006–2014 рр.)

№ реперної точки	Населений пункт	Питома активність ¹³⁷ Cs у шарах ґрунту, см									
		0–10	10–20	20–30	30–40	40–50	50–60	60–70	70–80	80–90	90–100
<i>Коростенський р-н</i>											
3	урочище Ігорівка		1215	792	231	67	48	29	29	17	8
4	с. Бехи		596	832	441	102	15	9	8	4	8
5	с. Вороневе		1411	485	92	39	17	12	8	5	6
10	с. Зубівщина		873	616	251	118	40	24	16	9	14

0–20 см міститься 60–93% радіонуклідів, у 20–30 см – 4–21%, решта радіонуклідів накопичується у нижніх горизонтах.

Така сама тенденція щодо вертикального розподілу радіонуклідів (¹³⁷Cs) спостерігається у торфоболотному ґрунті. Концентрація ¹³⁷Cs в орному шарі 0–20 см становила 83%, решта радіонуклідів міститься у нижніх горизонтах. Із збільшенням глибини профілю ґрунту питома активність ¹³⁷Cs зменшується.

Коефіцієнт переходу ¹³⁷Cs із ґрунту в лукопасовищну рослинність варіює у ме-

жах 0,7–5,0 залежно від типу ґрунту, умов зволоження й окультуреності угідь. На торфоболотних ґрунтах цей показник був вищим у 2,9 раза (1,8) порівняно з показником на мінеральних ґрунтах.

У віддалений період після аварії на ЧАЕС отримання нормативно чистої продукції рослинництва на постраждалих унаслідок радіоактивного викиду територіях не є можливим без проведення відповідних заходів, оскільки неякісна в цьому аспекті продукція за потрапляння до організму людини спричиняє збільшення внутрішньої дози опромінення.

Таблиця 3

Перевищення питомої активності ^{137}Cs у «зелених» культурах та овочах на території критичних радіоактивно забруднених сіл Житомирської обл., 2014 р.

Район	Населений пункт (село)	Питома активність ^{137}Cs у продукції, Бк/кг					
		часник	кріп	цибуля	морква	петрушка	бурак столовий
Лугинський	Червона Волока	52,1	43,5	–	–	–	–
	Волошине	95,2; 89,1	50,8; 152	48,1	45,6	179	–
Коростенський	Беги	53,9; 58,6; 130	80,3; 117	83,7		58,3; 152	–
	Воронево	113	121	80	61,2	141	–
	Немирівка	–	–	–	84,8	–	44,2

Як відомо, Житомирська обл. входить до північного регіону України, де переважає розвиток аграрної галузі виробництва, однак значна частка сільськогосподарської продукції виробляється на забруднених радіонуклідами землях. Тому науковцями Інституту сільського господарства Полісся проводився моніторинг за деякими видами сільськогосподарської продукції приватного сектора, що переважно використовується для власного споживання. Перевищення допустимого рівня (100 Бк/кг) ^{137}Cs у молоті за пасовищний період не спостерігалося, але вміст радіонуклідів у цій продукції спричиняє збільшення внутрішньої дози опромінення організму людини внаслідок своєї доволі високої питомої активності (59–79 Бк/кг). Уміст ^{137}Cs у листовій зелені змінювався залежно від виду овочевої продукції та місця відбору (табл. 3) і варіював у межах 43–179 Бк/кг при допустимому рівні 40 Бк/кг (ДР-2006). Високу питому активність радіонуклідів зафіксовано у лісовій продукції. Забрудненість лісових грибів у деяких лісових масивах поблизу населених пунктів Коростенського р-ну сягає 2463–9587 Бк/кг, що перевищує ДР-2006 у 5–19 разів.

Перевищення ДР-2006 у сільськогосподарській продукції на радіоактивно забруднених територіях підтверджується даними, отриманими від санітарних епідеміологічних станцій (СЕС), зокрема: у Коростенському р-ні – 5,5%, Овруцькому – 1,2, Лугинському – 2,1% зразків. За даними

СЕС проаналізовано 199; 110 та 65 зразків збору грибів з Коростенського, Овруцького і Лугинського районів відповідно. Так, у Лугинському р-ні перевищення вмісту ^{137}Cs мали 52% зразків, Овруцькому – 48, Коростенському – 84%. Середнє значення питомої активності радіонукліда становило (Бк/кг): у Коростенському – 8698, Овруцькому – 5245, Лугинському – 3466, що перевищує ДР-2006 у 17; 10 та 7 разів відповідно.

Продукція, що виробляється та використовується населенням для власних потреб, потребує постійного контролю за рівнем питомої активності радіонуклідів. У деяких населених пунктах це може спричинити збільшення внутрішнього опромінення. Діапазон значень питомої активності у продукції, виробленій у приватному секторі, свідчить про повну відсутність необхідних заходів, різну щільність забруднення ґрунтів, що використовуються для вирощування культур, та залежить від строкатості первинних випаднів.

ВИСНОВКИ

Незважаючи на тривалий період з моменту аварії на ЧАЕС, значна частина постраждалих територій ще й дотепер зазнає радіоактивного навантаження, що зумовлено значною строкатістю первинних випаднів, високою щільністю забруднення територій та накопиченням в орному шарі ґрунту близько 80% радіонуклідів.

Сільськогосподарська продукція, вироблена в третій зоні радіоактивного забруднення ($5\text{--}15\text{ Ки/км}^2$) приватними господарствами для власного споживання, має перевищення ДР-2006, зокрема «зелена» продукція — 95%, овочі — 36, лісова продукція — 60%, та потребує постійного моніторингу з метою контролю за рівнем питомої активності радіонуклідів. Недотримання цих правил може спричинити

збільшення внутрішнього опромінення населення у цьому регіоні.

Значний діапазон значень питомої активності ^{137}Cs у продукції, виробленій приватним сектором, вказує на повну відсутність відповідних заходів та спричиняє збільшення внутрішньої дози опромінення населення, яке проживає на радіоактивно забруднених територіях, унаслідок використання цієї продукції.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Бондаренко Г.Н.* Геохимические аспекты естественной деконтаминации наземных экосистем / Г.Н. Бондаренко // Наука — Чернобыль — 96: Сб. докл. науч.-практ. конф. — К., 1997. — С. 84–87.
2. 15 років Чорнобильської катастрофи: Досвід подолання // Національна доповідь України. — К., 2001. — 144 с.
3. Дозиметрическая паспортизация населенных пунктов Украины, подвергшихся радиоактивному загрязнению после Чернобыльской аварии (сводные данные, июнь 1991 — февраль 1994 г.). — К., 1994. — 241 с.
4. A fast method for the determination of strontium-89 and strontium-90 in environmental samples and its application to the analysis of strontium-90 in Ukrainian soils / W. Botsch, M. Filss, J. Handl, R. Michel // *Radiochim Acta.* — 1998. — Vol. 83. — P. 81–92.
5. Інформаційно-аналітичні матеріали з питань подолання наслідків Чорнобильської катастрофи [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://komekolog.rada.gov.ua/komekolog/control/uk/doccatalog/list curr Dir-47064>

REFERENCES

1. Bondarenko G.N. (1997). *Geokhimicheskie aspekty estestvennoy dekontaminatsii nazemnykh ekosistem* [Geochemical aspects of natural terrestrial ecosystems decontamination]. *Proceedings of the Nauka — Chernobyl — 96: sbornik primerov nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Proceedings of Science — Chernobyl — 96: compilation of scientific-practical conference]. Kiev, pp. 84–87 (in Russian).
2. *15 rokov Chornobylskoi katastrofy: Dosvid podolannia* [15 years after the Chernobyl disaster: Lessons Learned]. *Natsionalna dopovid Ukrainy* [National Report of Ukraine]. Kiev, 2001, 144 p. (in Ukrainian).
3. *Dozimetricheskaya pasportizatsiya naseleennykh punktov Ukrainy, podvergshikhsya radioaktivnomu zagryazneniyu posle Chernobylskoy avarii (svodnye dannye, iyun 1991 — fevral 1994)* [Dosimetry certification of settlements of Ukraine subjected to radioactive contamination after the Chernobyl accident (summary data, June 1991 — February 1994.)]. Kiev, 1994, 241 p. (in Russian).
4. Botsch W., Filss M., Handl J., Michel R. (1998). A fast method for the determination of strontium-89 and strontium-90 in environmental samples and its application to the analysis of strontium-90 in Ukrainian soils. *Radiochim Acta.* Vol. 83, pp. 81–92 (in English).
5. *Informatsiino-analitychni materialy z pytan podolannia naslidkiv Chornobylskoi katastrofy* [Information-analytical materials on the Chernobyl disaster], [Electronic resource], available at: <http://komekolog.rada.gov.ua/komekolog/control/uk/doccatalog/list curr Dir-47064> (in Ukrainian).