

УДК 631.438:504.0287.01.29

П.П. Надточій

д.с.-г.н.

Державний агроекологічний університет

В.А. Трембіцький

к.с.-г.н.

О.М. Мартенюк

Житомирський центр „Облдержродючість”

**РАДІОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ РАДІОАКТИВНО
ЗАБРУДНЕНИХ ВНАСЛІДОК АВАРІЇ НА ЧАЕС ЗЕМЕЛЬ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ
ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

На основі моніторингу 22,4 тис. га сільськогосподарських угідь 12 „критичних” в радіаційному відношенні населених пунктів Житомирської області встановлено, що 6,83% території за щільністю забруднення ^{137}Cs відповідають критерію зони безумовного (обов'язкового) відселення, 14,1% – зони добровільного гарантованого відселення та 73,75% – зони посиленого радіоекологічного контролю. Запропоновані картограми щільності забруднення території ^{137}Cs і ^{90}Sr (М 1: 25 000). Встановлена відсутність тісної кореляційної залежності між щільністю забруднення зазначеними радіонуклідами і питомою активністю їх в рослинній продукції.

Постановка проблеми

Радіаційне забруднення значної території України, зумовлене аварією на ЧАЕС, потребує подальшого дослідження радіаційної обстановки на територіях, що відносяться до зони безумовного (обов'язкового) відселення та зони гарантованого добровільного відселення і, в першу чергу, на землях сільськогосподарського призначення. [2,3,13]. Необхідний також суворий контроль за дотриманням допустимих рівнів вмісту ^{137}Cs та ^{90}Sr у рослинницькій продукції, продуктах харчування та питній воді згідно з вимогами ДГН ДР -2006 [9].

Ще в 1994 році Житомирська обласна Рада народних депутатів XXI скликання на основі даних дозиметричної паспортизації населених пунктів і радіологічного обстеження території області затвердила межі зони безумовного (обов'язкового) відселення та припинила право користування землями з високим рівнем радіаційного забруднення ^{137}Cs понад 15 Кі/км² – на мінеральних та від 5 до 15 Кі/км² – на органогенних ґрунтах. Загальна площа вилучених з користування земель склала 27899,3 га, у т.ч. – 17998,3 га в Народицькому та 883,9 га в Коростенському районах [12].

За оцінками матеріалів дозиметричної паспортизації населених пунктів ще у 1997–2000 рр. МНС України підготувало пропозиції щодо віднесення

населених пунктів до відповідних зон радіоактивного забруднення [6]. Зокрема запропоновано населені пункти за паспортною дозою опромінення віднести до трьох зон: четверта – зона посиленого радіологічного контролю з паспортною дозою опромінення (ПДО) $0,5\text{--}1\text{ мЗв}\cdot\text{рік}^{-1}$; третя – зона гарантованого добровільного відселення з ПДО $1,01\text{--}5\text{ мЗв}\cdot\text{рік}^{-1}$; друга – зона безумовного (обов'язкового) відселення з ПДО понад $5\text{ мЗв}\cdot\text{рік}^{-1}$. Незважаючи на те, що природні процеси розпаду радіонуклідів за постчорнобильський період внесли суттєві корективи у зменшення рівня забрудненості території зон добровільного гарантованого відселення і безумовного (обов'язкового) відселення [1], станом на 1.05.2007 р. перегляд меж зон радіоактивного забруднення в Україні не здійснений і не закріплений відповідними нормативно-правовими документами.

Аналіз основних публікацій і завдання досліджень

Радіаційну ситуацію на сільськогосподарських угіддях Житомирської області, зумовлену наслідками аварії на ЧАЕС, почали вивчати в перші ж дні після її виникнення спеціалісти агрохімслужби Мінсільгосппроду України. У 1986–1987 рр. з використанням гамма-зйомки та пробовідбору ґрунтів із наступним їх гамма-спектрометричним та радіохімічним аналізом були обстежені сільськогосподарські угіддя Народицького і Овруцького районів. Через масштабність радіоактивного забруднення та нестачу вимірювальної апаратури і кваліфікованого персоналу встановлення щільності забруднення у інших районах і в цілому по області вдалося завершити тільки у 1992 р. [3, 10].

Опубліковані в літературних джерелах матеріали про щільність забруднення території України ^{137}Cs і ^{90}Sr відображають ситуацію 9-річної давності станом на 01.01.1998 р. [1]. Наявні карти забруднення відповідними радіонуклідами дрібномасштабні (М 1:2 500 000, 1:500 000) і не можуть об'єктивно відображати сучасну радіаційну ситуацію на території конкретного населеного пункту.

Дані про розподіл земельних угідь Житомирської області за щільністю радіонуклідного забруднення [12] також застаріли і потребують суттєвого оновлення. Крім того, в населених пунктах зони безумовного (обов'язкового) відселення, де мешкають жителі, відсутні дозиметричні пости радіологічного контролю, а також не здійснюється державне фінансування проведення контрзаходів у сільському господарстві [3].

Радіологічна ситуація, що склалася на забруднених радіонуклідами територіях, радикально змінила умови проживання сільського населення та особливості формування доз його опромінення. Рівень забруднення багатьох харчових продуктів навіть через 20 років після аварії перевищує допустимі рівні. Особливо це стосується більшості продуктів лісу (перш за

все грибів та ягід), а також деяких продуктів харчування, що виробляються у власних підсобних господарствах громадян. За таких умов аналіз шляхів надходження радіонуклідів в організм людини з харчовими продуктами місцевого виробництва стає надзвичайно важливим елементом забезпечення відносно безпечного проживання населення в радіоактивно забруднених регіонах [2, 10].

Основним наслідком Чорнобильської катастрофи є перевищення індивідуальної дози опромінення населення, яке проживає на радіоактивно забруднених територіях, за рахунок високого вмісту радіонуклідів у сільськогосподарській продукції і продуктах харчування місцевого виробництва.

Наявність на радіоактивно забруднених територіях критичних у радіаційному відношенні агроландшафтних зон, особливості яких зумовлюють високі коефіцієнти переходу радіонуклідів, насамперед ^{137}Cs і ^{90}Sr в системі „грунт-рослина”, потребують проведення їх постійного радіоекологічного моніторингу [15]. Крім того, впродовж останнього десятиліття рекомендовані нові підходи щодо планування контрзаходів з реабілітації забруднених територій і захисту населення [13, 16, 17].

Об'єкти і методика досліджень

Об'єктом досліджень слугував сучасний радіоекологічний стан ґрунтового покриву земель сільськогосподарського призначення зон безумовного (обов'язкового) та гарантованого добровільного відселення Житомирської області. Ставилося завдання: на основі аналізу наявної інформації і проведених власних досліджень зробити науково обґрунтоване заключення щодо можливості ведення сільськогосподарського виробництва і проживання населення на території „критичних” населених пунктів та прилеглий до них території.

Для досягнення вказаної мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- ✓ здійснити аналіз та узагальнення наявної інформації щодо забруднення ^{137}Cs та ^{90}Sr території зон безумовного (обов'язкового) відселення та добровільного гарантованого відселення Народицького і Коростенського районів;
- ✓ провести обстеження найбільш „критичних” по відношенню до радіонуклідного забруднення населених пунктів Житомирської області (смт. Народиці, с. Селець, с. Базар, с. Рудня-Базарська, с. Межиліска, с. Голубієвичі, с. Христинівка, с. Лозниця, с. Розсохівське, с. Ганнівка – Народицького і с. Обиходи та с. Обиходівка Коростенського районів);

- ✓ створити цифрові картограми забруднення радіонуклідами земельних угідь зазначених населених пунктів.

Під час радіологічного обстеження ґрунтового покриву присадибних ділянок та сільгоспугідь колишніх сільськогосподарських підприємств і прилеглої до них території використовували наявні плани землекористувань на паперових носіях (М 1:10000). Розміри елементарних ділянок варіювали від 10 до 50 га. Відбір зразків проводили в місцях, що визначалися як умовні центри елементарних ділянок. Таким чином на планах відмічено кожну точку пробовідбору та номер проби.

Роботи щодо гамма зйомки території, визначення активності ^{137}Cs та ^{90}Sr у ґрунтових зразках і рослинній продукції були проведені у відповідності до методичних рекомендацій [8] та методики [7]. При цьому активність ^{137}Cs визначали спектрометричним методом на приладах АМА-03Ф, СЕГ-05Н, а ^{90}Sr – радіохімічним методом з кінцевим визначенням на УМФ-1500 (в ґрунті) та спектрометричним методом з використанням СЕБ-01 (в рослинницькій продукції).

Побудову контурів щільності забруднення на картограмах здійснювали, використовуючи програмні пакети MapInfo та Vertical Mapper. При цьому для інтерполяції даних вимірювань було застосовано метод „Natural Neighbour”, який ґрунтується на побудові навколо точкових спостережень багатокутників (діаграм) Вороного, сукупність яких і складає поверхню території досліджень. При цьому параметри окремих багатокутників визначалися значеннями сусідніх спостережень [11, 14].

Результати досліджень

Згідно даних Головного управління земельних ресурсів в Житомирській області землі сільськогосподарського призначення в Народицькому і Коростенському районах становлять 41,28% і 59,92%, або 128,4 і 174,4 тис. га відповідно від загальної їх площі [5].

Обстеження, проведені в період 1987–1993 рр. засвідчили, що в цих районах 52 тис. га сільськогосподарських угідь і міжгосподарських лісів мали щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs більше 185 кБк/м², а 11,6 тис. га - понад 555 кБк/м². В період 1986–1994 рр. із сільськогосподарського використання в цих районах було вилучено 18,9 тис. га земельних угідь [12].

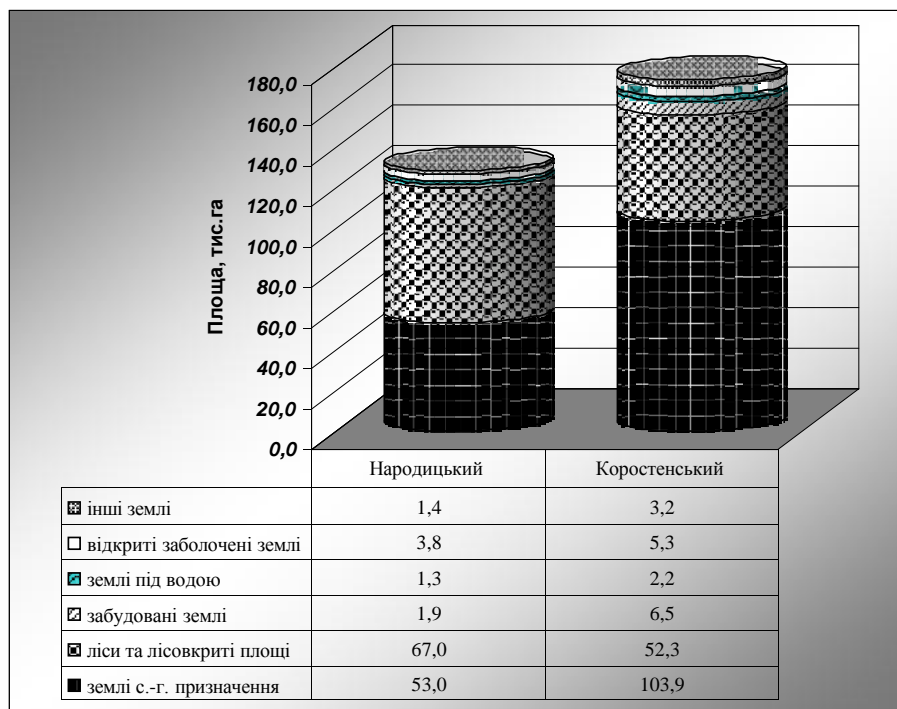


Рис. 1. Структура земельного фонду Народицького та Коростенського районів Житомирської області на 1.01.2007 року

Специфічна радіоекологічна ситуація, що склалася в „критичних” населених пунктах, та припинення повноцінного ведення на їх території агропромислового виробництва потребує ретельного вивчення, в першу чергу проведення детальної оцінки щільності забруднення ґрунтового покриву та можливості отримання сільськогосподарської продукції, яка б за якістю відповідала державним гігієнічним нормативам.

В табл. 1 представлені дані про розподіл площ ґрунтового покриву сільськогосподарських угідь за щільністю забруднення ^{137}Cs . Вони свідчать про те, що в цілому із обстежених 22,4 тис. га 6,83% площі мають щільність забруднення понад 555 kBк/м^2 , в свою чергу до зони добровільного гарантованого відселення можна віднести лише 14,1% обстежених площ (3,44 тис. га), а 73,75% території (16,52 тис. га) відповідають умовам зони посиленого радіологічного контролю.

Таблиця 1. Розподіл сільськогосподарських угідь за щільністю забруднення ¹³⁷Cs, га

Населений пункт	Структура сільськогосподарських угідь		Щільність забруднення, кБк/м ²					
			<20	20–40	41–100	101–185	186–555	>555
1	2	3	4	5	6	7	8	9
смт. Народичі, с.Гута Ксаверівська	рілля	3296,5	-	-	2199,6	1069,0	27,9	-
	пасовища	2282,0	-	-	83,5	22,7	2009,1	166,7
	всього с.-г. угідь	5578,5	-	-	2283,1	1091,7	2037,0	166,7
с. Селець	рілля	1298,6	-	-	966,7	331,9	-	-
	сіножаті	812,7	-	-	180,0	585,2	47,5	-
	всього с.-г. угідь	2111,3	-	-	1146,7	917,1	47,5	-
с. Христинівка	рілля	2847,0	-	-	-	1397,7	503,1	946,2
	всього с.-г. угідь	2847,0	-	-	-	1397,7	503,1	946,2
с. Межиліска	рілля	1313,6	-	107,4	489,1	631,8	85,3	-
	пасовища	288,6	-	106,2	182,4	-	-	-
	всього с.-г. угідь	1602,2	-	213,6	671,5	631,8	85,3	-
с. Базар	рілля	2397,5	35,3	426,4	765,9	853,5	316,4	-
	пасовища	939,7	-	34,6	405,3	336,2	163,6	-
	багаторічні насадження	15,1	-	-	-	9,4	5,7	-
	всього с.-г. угідь	3352,3	35,3	461,0	1171,2	1199,1	485,7	-
с. Голубієвичі	рілля	1338,6	-	-	-	355,3	566,5	416,8
	сіножаті	135,5	-	-	-	-	135,5	-
	всього с.-г. угідь	1474,1	-	-	-	355,3	702,0	416,8
с. Лозниця, с Ганнівка, с. Розсохівське	рілля	1822,1	-	-	1323,9	141,9	356,3	-
	сіножаті	930,5	-	-	676,6	72,4	181,5	-
	всього с.-г. угідь	2752,6	-	-	2000,5	214,2	537,8	-

Продовження таблиці 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
По району	рілля	14313,9	35,3	533,8	5745,2	4781,1	1855,5	1363,0
	пасовища	3510,3	-	140,8	671,2	358,9	2172,7	166,7
	сінокоси	1878,7	-	-	856,6	657,6	364,5	-
	багаторічні насадження	15,1	-	-	-	9,4	5,7	-
	всього с.-г. угідь	19718,0	35,3	674,6	7273,0	5807,0	4398,4	1529,7
с.Обіходи, с. Обиходівка	рілля	2161,4			1919,6	241,8		-
	пасовища	345,0	27,7	33,1	284,2	-	-	-
	сіножаті	146,1	-	-	146,1	-	-	-
	багаторічні насадження	20,0	-	-	20,0	-	-	-
	всього с.-г. угідь	2672,5	27,7	33,1	2369,9	241,8	-	-
По району	рілля	2161,4			1919,6	241,8	-	-
	пасовища	345,0	27,7	33,1	284,2	-	-	-
	сіножаті	146,1	-	-	146,1	-	-	-
	багаторічні насадження	20,0	-	-	20,0	-	-	-
	всього с.-г. угідь	2672,5	27,7	33,1	2369,9	241,8	-	-

На основі проведених досліджень були складені картограми щільності забруднення обстеженої території ^{137}Cs та ^{90}Sr в масштабі 1:25 000. Фрагмент картограми щільності забруднення ^{137}Cs показаний на рис. 2., а картограма щільності забруднення обстеженої території ^{90}Sr в масштабі 1 : 292 000 представлена рис. 3.

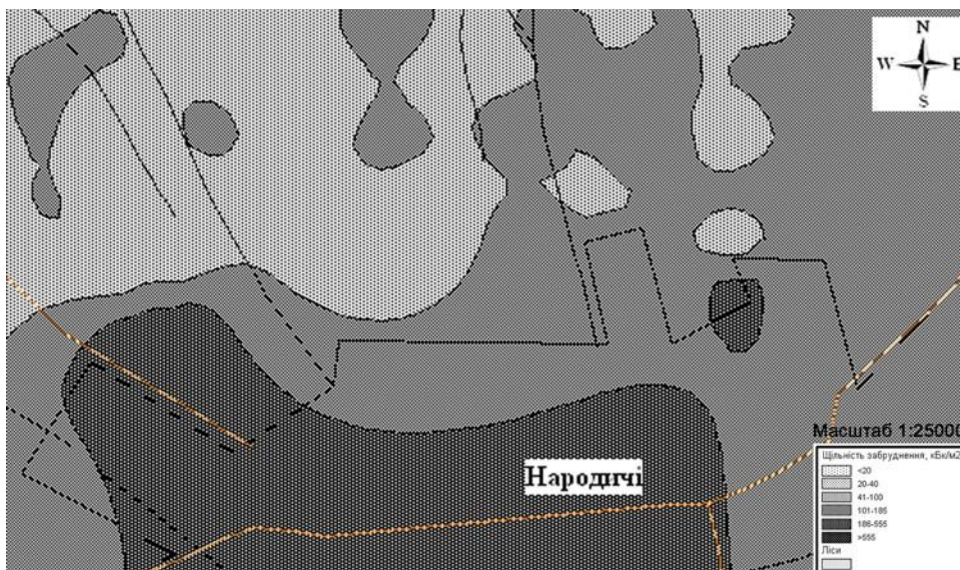


Рис. 2. Фрагмент картограми щільності забруднення сільськогосподарських угідь ^{137}Cs (М 1:25000)

Строкатість забруднення ґрунту в межах окремих полів, на наш погляд, спричинена впливом мікронеоднорідності випадань радіонуклідів, їх локальним осадженням, місцевими флуктуаціями атмосфери, особливостями мікро- і мезорельєфу, рослинності, а також подальшим перерозподілом радіонуклідів як латерально, так і вниз по профілю.

В табл. 2 наведені деякі статистичні показники питомої активності ^{137}Cs та ^{90}Sr в рослинній продукції, відібраній на сільськогосподарських угіддях 11 населених пунктів Народицького району. Встановлено, що варіювання активності ^{137}Cs знаходилось від 40 кБк/кг (с. Базар) до 2894 кБк/кг (с. Селець), в той час як найбільше середньозважене значення цього показника – 533 кБк/кг – мало місце в смт. Народичі, а найменше – 141 кБк/кг – в с. Рудня Базарська. У свою чергу питома активність ^{90}Sr коливалась від 9,8 кБк/кг (с. Межиліска) до 21 кБк/кг (смт. Народичі).

Спорідненість відбору проб ґрунту і рослинної маси дала можливість здійснити кореляційний аналіз для встановлення залежності між щільністю забруднення ^{137}Cs та ^{90}Sr ґрунтових зразках і питомою активністю цих радіонуклідів у рослинній продукції.

Таблиця 2. Статистичні показники питомої активності рослинної продукції (Народицький район, 2006 р.)

Населений пункт	Кількість зразків	¹³⁷ Cs/ ⁹⁰ Sr						
		lim V	X	σ_{n-1}	Координатна прив'язка (проекція Гауса-Крюгера, зона 4)			
		Бк/кг			X	X	Y	Y
стм. Народичі	50	<u>59-2589</u>	<u>533,1</u>	<u>707,4</u>	<u>29,0431</u>	<u>29,0772</u>	<u>51,2318</u>	<u>51,1811</u>
		8-49	21,3	11,0	29,0431	29,1330	51,2318	51,1860
с. Межиліска	22	<u>41-678</u>	<u>198,9</u>	<u>142,4</u>	<u>29,3580</u>	<u>29,4050</u>	<u>51,0732</u>	<u>51,0421</u>
		5-16	9,8	2,9	29,3604	29,4050	51,0603	51,0421
с. Рудня Базарська	18	<u>56-418</u>	<u>140,6</u>	<u>84,5</u>	<u>29,2743</u>	<u>29,2882</u>	<u>51,0661</u>	<u>51,0809</u>
		6-16	10,4	3,1	29,2890	29,2882	51,0728	51,0809
с. Базар	33	<u>40-988</u>	<u>245,6</u>	<u>195,3</u>	<u>29,3160</u>	<u>29,3034</u>	<u>51,0315</u>	<u>51,0636</u>
		5-20	11,8	3,3	29,3160	29,3034	51,0315	51,0636
с. Селець	29	<u>107-2894</u>	<u>355,8</u>	<u>508,7</u>	<u>29,0002</u>	<u>29,0332</u>	<u>51,2146</u>	<u>51,1587</u>
		8-18	12,8	2,8	29,0002	29,0332	51,2146	51,1587
с. Лозниця	13	<u>128-993</u>	<u>385,3</u>	<u>253,4</u>	<u>29,1053</u>	<u>29,1029</u>	<u>51,1167</u>	<u>51,1225</u>
		9-32	17	6,9	29,0913	29,1029	51,1254	51,1225
с. Розсохівське	10	<u>70-750</u>	<u>293,1</u>	<u>231,3</u>	<u>29,0519</u>	<u>29,0067</u>	<u>51,1028</u>	<u>51,1137</u>
		8-25	14,5	5,1	29,0181	29,0067	51,1482	51,1137
с. Ганнівка	3	<u>203-887</u>	<u>450,3</u>	<u>379,3</u>	<u>29,0358</u>	<u>29,0503</u>	<u>51,1301</u>	<u>51,1554</u>
		11-23	15,3	6,7	29,0450	29,0503	51,1417	51,1554
с. Гута Ксаверівська	8	<u>94-628</u>	<u>248,3</u>	<u>172,6</u>	<u>28,9777</u>	<u>28,9900</u>	<u>51,0844</u>	<u>51,0650</u>
		11-25	19,0	4,4	28,9777	28,9900	51,0844	51,0650
с. Христинівка	4	<u>179-307</u>	<u>243,5</u>	<u>53,7</u>	<u>29,2118</u>	<u>29,1948</u>	<u>51,2449</u>	<u>51,2494</u>
		14-27	19,8	5,4	29,2118	29,2256	51,2449	51,2428
с. Голубівсичі	12	<u>142-687</u>	<u>351,7</u>	<u>186,6</u>	<u>29,4065</u>	<u>29,4228</u>	<u>51,0908</u>	<u>51,0744</u>
		8-27	16,8	6,5	29,4065	29,3907	51,0908	51,0792

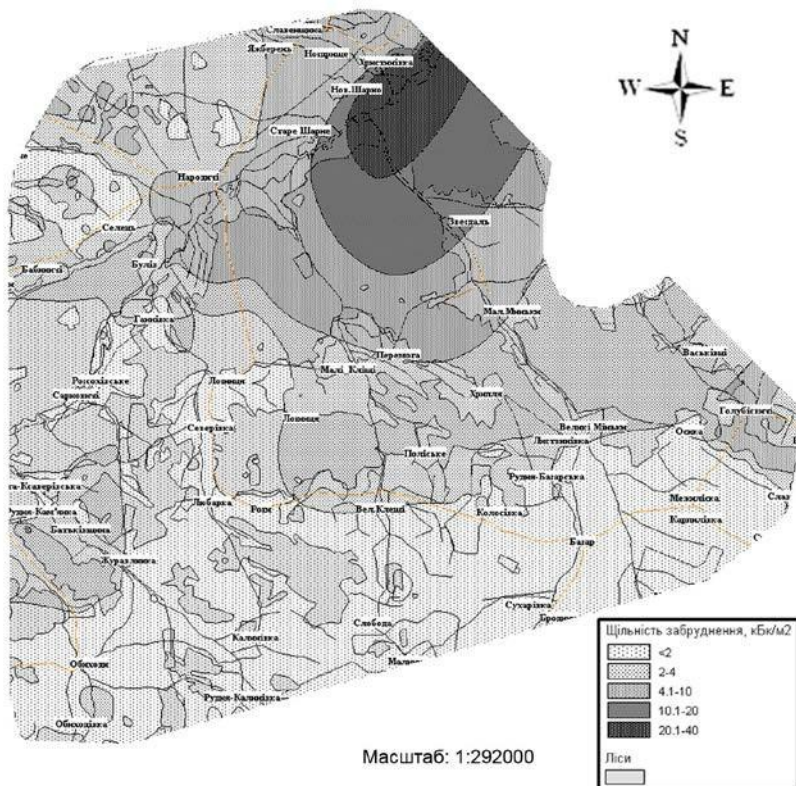


Рис.3. Картограма забруднення ^{90}Sr частини території Народицького та Коростенського районів на 1.01.2007 р.

Встановлена відсутність тісного кореляційного зв'язку між зазначеними показниками. Так, на території сільськогосподарських угідь смт. Народичі в проаналізованих 50 зразках ґрунту і такій же кількості споріднених зразків рослинної продукції варіювання щільності забруднення ^{137}Cs ґрунту виявлено в межах $59\text{--}703 \text{кБк/м}^2$, а питомої активності ^{137}Cs в рослинній продукції – в межах $60\text{--}2589 \text{Бк/кг}$ (коефіцієнт кореляції становив 0,47). Судячи з величини коефіцієнта детермінації ($d_{\text{дyx}} = r^2$), для зазначених результатів лише 22% змін питомої активності ^{137}Cs в рослинній продукції викликано варіюванням щільності забруднення ґрунту. Дещо вищий коефіцієнт кореляції при аналогічних умовах встановлений між щільністю забруднення ґрунту ^{90}Sr і його питомою активністю в рослинній продукції ($r = 0,69$). Однак і за цим ізотопом лише 48% змін питомої активності викликано варіюванням щільності забруднення ґрунту ^{90}Sr . Набагато нижчі значення коефіцієнта кореляції між зазначеними показниками були виявлені при аналізі зразків ґрунту і рослин, відібраних на

сільськогосподарських угіддях с. Межиліска. Коефіцієнти кореляції між щільністю забруднення ґрунту ^{137}Cs та ^{90}Sr і питомою активністю рослинної продукції становили 0,25 та 0,05 відповідно.

Відсутність тісної кореляційної залежності між зазначеними показниками викликана неоднорідністю ґрунтового покриву, фізико- і агрохімічними властивостями ґрунтових відмін, а також різним ботанічним складом рослинності.

Висновки

1. На основі даних моніторингу 22,4 тис га сільськогосподарських угідь 12 „критичних” в радіаційному відношенні населених пунктів Житомирської області встановлено, що 6,83% території за щільністю забруднення ^{137}Cs відповідають критерію зони безумовного (обов’язкового) відселення, 14,1% – зони добровільного гарантованого відселення, а 73,75% – зони посиленого радіологічного контролю.

2. Складені картограми щільності забруднення досліджуваної території ^{137}Cs і ^{90}Sr (М 1: 25 000).

3. Найбільш питома активність ^{137}Cs і ^{90}Sr в рослинній продукції виявлена в стм. Народичі та с. Селець.

4. Відсутня тісна кореляційна залежність між щільністю забруднення ^{137}Cs і ^{90}Sr ґрунту і питомою активністю їх в рослинній продукції.

Перспективи подальших досліджень слід зосередити в напрямку радіоекологічного моніторингу сільськогосподарських угідь Житомирської області, територія яких відноситься до зон безумовного обов’язкового відселення і добровільного (гарантованого) відселення.

Література

1. Атлас Україна. Радіоактивне забруднення. – Київ. МНС України, 2002. – 46 с.
2. 20 років Чорнобильської катастрофи. Погляд у майбутнє: Національна доповідь України. – К.: Атака, 2006. – 224 с.
3. Досвід подолання наслідків Чорнобильської катастрофи / *Надточій П.П., Малиновський А.С., Можар А.О.* і ін. Київ: Світ, 2003. – 372 с.
4. Звіт по НДР „Радіологічне обстеження земель зони безумовного (обов’язкового) відселення Народицького та Коростенського районів Житомирської області” (Рукопис). – Житомир: Центр „Облдержродючість”, 2006. – 82 с.
5. Звіт про наявність земель, розподіл їх по землекористувачам, власникам землі та угіддях станом на 1 січня 2006 року по Житомирській області (Рукопис). Головне управління земельних ресурсів Житомирської області. Житомир, 2007. – С. 1–8.
6. Лист МНС України від 04.05.2001 № 01-4561/05 Прем’єр Міністру України *В.А. Ющенку*. – К., 2001. – 15 с.

7. Методика радиологических подразделений по осуществлению контроля за загрязнением окружающей среды, продуктов питания и сельскохозяйственной продукции радиоактивными веществами в пределах зон радиоактивного загрязнения. К., 1992. – 9 с.
8. Методические рекомендации по оценке радиационной обстановки в населенных пунктах в зоне радиоактивного загрязнения по средней плотности до 5 Ки/кв.км, цезия-137. – К., 1991. – 37 с.
9. Наказ Міністерства охорони здоров'я від 3 травня 2006 року № 256. Про затвердження Державних гігієнічних нормативів „Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді”. Державні гігієнічні нормативи (ДГН ДР – 2006).
10. Радиційна ситуація в Україні та проблеми життєдіяльності громадян на забруднених територіях. – Київ, МНС України, 2001. – 30 с.
11. *Препарта Ф., Шеймос М.* Вычислительная геометрия: Введение. – М.: Изд-во Мир, 1989. – 478 с.
12. Радіоекологічна оцінка території зони безумовного (обов'язкового) відселення Житомирської області (20 років після аварії на ЧАЕС) / *Малиновський А.С., Дідух М.І., Романчук Л.Д., Можар Я.А.* та ін. – Житомир: ДАУ, 2006. – 75 с.
13. Система поддержки принятия решений по реабилитации радиоактивно загрязненных территорий (ReSCA) – Вена, Австрия, 2006. – 61 с.
14. *Скворцов А.В.* Комплексное исследование и разработка эффективных вычислительно устойчивых алгоритмов вычислительной геометрии и их реализация в геоинформационной системе. Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора технических наук. – Томск, 2002. – 40 с.
15. *Хомутинін Ю.В., Каушаров В.О., Жебровська К.І.* Оптимізація відбору проб при радіоекологічному моніторингу: Монографія. – К.: УНДІСГР, 2002. – 160 с.
16. *Ivanov Yu. A., Los I. P., Arkhipov A.N., Proskura N. I.* (2003) Conceptual and Practical Aspects on the Rehabilitation of Chernobyl NPP Exclusion Zone. // Proc. of ICEM ' 03 : The 9th Intern. Conf. on Radioactive Wast management and Environmental Remediation / September 21–25. 2003 / Examination School. Oxford, England.
17. *Jacob P, Fesenko S, Firsakova SK, Likhtarev IA, Schotola C, Alexakhin RM, Zhuchenko YM, Kovgan L, Sanzharova NI, Ageyets V* (2001) Remediation strategies for rural territories contaminated by the Chernobyl accident. J. Environ. Radioactivity 56: 51–76.