

Висоцький О.В.,
магістр 2-го курсу спеціальності 101 «Екологія»
Мельник В.В.

асистент кафедри екології
Державний університет «Житомирська політехніка», м. Житомир

ОБСТЕЖЕННЯ ЛІСІВ НА РАДІОАКТИВНЕ ЗАБРУДНЕННЯ (ВИПАДКОВИЙ МЕТОД)

Внаслідок аварії на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС) найбільше постраждали лісові масиви Полісся України, де зосереджено біля 40 % всіх площ лісових насаджень держави. Лісові екосистеми стали своєрідними фільтрами-накопичувачами радіонуклідів. Дослідниками встановлено, що лісові масиви утримали в 2–3 рази більше радіоактивних елементів у порівнянні з відкритою місцевістю. Вже в перші дні після аварії дослідниками, що займалися обстеженням територій, було відмічено мозаїчний, осередковий та високоградієнтний характер радіоактивного забруднення лісових площ. Це стало причиною значної різниці між мінімальними та максимальними величинами щільності радіоактивного забруднення ґрунту в межах одного лісового кварталу або таксаційного виділа, що значно ускладнило обстеження лісів з метою визначення масштабів радіоактивного забруднення лісових екосистем. Питанням рівнів радіоактивного забруднення лісових екосистем займалися провідні вчені. В період з 1986 по 1992 роки було впроваджено декілька методик обстеження лісів на радіоактивне забруднення [1, 3]. У подальшому вивчалися методичні підходи щодо обстеження радіоактивно забруднених лісів з метою їх реабілітації [2]. Проте, в даних методиках не було достовірно встановлено необхідну мінімальну кількість відбору зразків ґрунту для отримання репрезентативних матеріалів щодо визначення величини щільності радіоактивного забруднення ґрунту.

Нами було розроблено методику визначення глибини та достатньої повторюваності відбору зразків ґрунту для отримання достовірних сучасних рівнів щільності радіоактивного забруднення території. Дослідження проводились на пробних площах, територію яких було розбито на рівні прямокутники за допомогою методу трансекти: для 20-ти кратної повторності відбору зразків було закладено 4 вертикальних та 5 горизонтальних ліній. В місцях перетину вертикальних та горизонтальних ліній здійснювався відбір зразків ґрунту за допомогою циліндричного бура діаметром 40 мм, на різну глибину (рис. 1). За матеріалами публікацій провідних вчених у галузі лісової радіоекології [4–6], встановлено, що на даний час основний запас радіонуклідів сконцентрований у 30-см шарі ґрунту, саме тому ми проводили відбір зразків ґрунту у 10, 20 та 30 сантиметровому шарі. Всі відібрані зразки ґрунту висушувалися до повітряно-сухого стану, подрібнювалися та гомогенізувалися. Вимірювання питомої активності ^{137}Cs у зразках здійснювалося на сцинтиляційному гамма-спектрометричному приладі (GDM–20) із багатоканальним аналізатором імпульсів (АІ). Всього було проаналізовано понад 240 зразків ґрунту. Відносна похибка вимірювання питомої активності ^{137}Cs у зразках не перевищувала 5 %. Статистична обробка отриманих даних проводиться за загальноприйнятими методами за допомогою прикладного пакету програм Microsoft Excel та Statistica 10.0. Після вимірювання питомої активності ^{137}Cs у відібраних зразках ґрунту було проведено обрахунки величини щільності радіоактивного забруднення ґрунту відповідно до точок відбору зразків. Надалі методом випадкової вибірки було проведено відбір точок для аналізу при постійному зменшенні точок на дві одиниці (від 20-ти до 2-х) для всіх досліджуваних шарів ґрунту (рис. 2).



Рис. 1. Схема розташування точок для відбору зразків ґрунту при 20-ти кратній повторності

К-ь точок	Точки, що випали при відборі на глибину 10, 20 та 30 см																			
20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
18	7	20	5	4	5	12	15	8	17	12	12	17	11	2	18	8	5	11		
16	6	1	16	8	4	1	15	20	15	17	8	14	1	13	1	15				
14	7	3	9	6	11	13	4	5	10	16	14	8	18	9						
12	5	1	20	11	5	7	18	2	1	12	2	9								
10	11	19	11	15	4	15	5	18	8	20										
8	12	18	5	15	20	3	15	10												
6	20	7	18	12	15	20														
4	16	18	3	15																
2	7	15																		

Рис. 2 Схема випадкового відбору зразків ґрунту

Було проаналізовано зміну основних статистичних показників щільності радіоактивного забруднення ґрунту при випадковому зменшенні кількості точок від 20-ти до 2-х при відбирання зразків ґрунту на глибину 10, 20 та 30 см у межах однієї пробної площі (табл. 1). При випадковому зменшенні кількості точок для аналізу, в 10-ти сантиметровому шарі ґрунту з 20-ти до 2-х, було отримано наступні результати. При зменшенні точок для аналізу від 20-ти до 12-ти в даному шарі ґрунту щільність радіоактивного забруднення ґрунту коливається від 135 до 146 кБк/м², відсутність різниці середніх значень досліджуваного показника підтверджується результатами однофакторного дисперсійного аналізу – $F_{\text{факт.}} = 0,2 < F_{(5;88;0,95)} = 2,3$. Проте, при зменшенні точок відбору в досліджуваному шарі ґрунту відмічено варіювання коефіцієнта варіації та значущості. Так, коефіцієнт варіації коливається від 18,5 % до 25,4 %, а коефіцієнт значущості від 4,6 % до 6,5 %. При зменшенні точок для аналізу від 10-ти до 2-х у 10-ти сантиметровому шарі ґрунту не було виявлено достовірної різниці середніх значень рівнів забруднення ґрунту ¹³⁷Cs, отримані результати підтверджуються критерієм Фішера – $F_{\text{факт.}} = 0,2 < F_{(4;28;0,95)} = 2,8$, а щільність радіоактивного забруднення ґрунту коливається від 139 до 154 кБк/м². Коефіцієнт варіації змінюється від 16,3 % до 29,5 %, коефіцієнт значущості варіює в широких межах від 4,6 % до 16,5 %. Найвищу точність отриманих результатів маємо при 16-ти точках спостереження, коефіцієнт значущості дорівнює 4,6 %, а найгірші показники відмічені при 2-х кратному відборі зразків.

Таблиця 1

Статистичні показники визначення середньої щільності радіоактивного забруднення ґрунту при випадковому відборі зразків на глибину 10, 20 та 30 см

Кількість спостережень, шт.	Статистичні показники				
	M	m	δ	V, %	P, %
1	2	3	4	5	6
для 10 сантиметрового шару ґрунту					
20	135,5	7,0	31,5	23,2	5,2
18	139,1	8,3	35,4	25,4	6,0
16	146,0	6,8	27,1	18,5	4,6
14	138,1	8,9	33,3	24,1	6,5
12	139,3	9,1	31,6	22,6	6,5
10	139,5	12,1	38,3	27,5	8,7
8	144,5	11,5	32,4	22,4	7,9
6	138,5	9,2	22,6	16,3	6,7
4	154,3	22,8	45,6	29,5	14,8
2	146,9	24,2	34,2	23,3	16,5
для 20 сантиметрового шару ґрунту					
20	174,7	10,0	44,7	25,6	5,7
18	182,1	9,9	42,0	23,0	5,4
16	177,7	9,0	36,0	20,3	5,1
14	168,1	12,3	45,9	27,3	7,3
12	186,3	14,5	50,3	27,0	7,8
10	167,9	13,4	42,3	25,2	8,0
8	172,5	15,9	45,1	26,1	9,2

6	176,5	22,4	54,8	31,0	12,7
Продовження таблиці 1					
1	2	3	4	5	6
4	175,3	35,6	71,2	40,6	20,3
2	133,6	17,3	24,5	18,3	13,0
для 30 сантиметрового шару ґрунту					
20	186,5	8,4	37,7	20,2	4,5
18	189,9	9,4	40,0	21,1	5,0
16	194,8	9,1	36,2	18,6	4,6
14	176,6	9,0	33,6	19,0	5,1
12	187,2	13,8	47,6	25,4	7,3
10	196,5	13,2	41,9	21,3	6,7
8	202,6	13,1	37,1	18,3	6,5
6	198,1	20,2	49,5	25,0	10,2
4	208,9	15,0	29,9	14,3	7,2
2	184,2	54,3	76,8	41,7	29,5

При аналізі 20 сантиметрового шару ґрунту було відмічено зростання щільності радіоактивного забруднення ґрунту, у порівнянні з 10 сантиметровим шаром ґрунту. Вона була в межах від 134 до 186 кБк/м². Провівши однофакторний дисперсійний аналіз, було встановлено, що при зменшенні точок для аналізу від 20 до 2-х відсутня суттєва різниця середніх величин рівнів радіоактивного забруднення ґрунту – $F_{\text{факт.}} = 0,4 < F_{(9;108;0,95)} = 2,0$. При аналізі статистичних параметрів при зменшенні точок відбору з 20-ти до 12-ти коефіцієнт варіації коливався у межах від 20,3 % до 27,3 %, а коефіцієнт значущості змінювався від 5,1 % до 7,8 %. При подальшому зменшенні точок для аналізу від 10-ти до 2-х коефіцієнт варіації характеризується широкою амплітудою коливання – від 18,3 до 40,6 %, а показник значущості коливається від 8 % до 20,3 %. Найвищу точність отриманих результатів маємо при 16-ти точках відбору, коефіцієнт значущості становить 5,1 %, а найменш точні результати отримано при відборі 4-х точок.

При аналізі 30 сантиметрового шару ґрунту величини щільності радіоактивного забруднення ґрунту, мали амплітуду коливання від 176 до 209 кБк/м². Проаналізувавши отримані матеріали для досліджуваного шару ґрунту при зменшенні кількості точок відбору зразків від 20-ти до 2-х, було встановлено, що середні величини рівнів радіоактивного забруднення ґрунту суттєво не відрізняються, про що свідчать результати однофакторного дисперсійного аналізу – $F_{\text{факт.}} = 0,5 < F_{(9;108;0,95)} = 2,0$. При зменшенні точок відбору зразків від 20-ти до 12-ти простежується коливання коефіцієнта варіації від 18,6 % до 25,4 %, коефіцієнт значущості змінюється в межах від 4,5 % до 7,3 %. При подальшому зменшенні числа точок відбору (від 10-ти до 2-х) спостерігається значне коливання коефіцієнту варіації від 18,3 % до 41,7 % та коефіцієнту значущості від 6,5 % до 29,5 %. Найвищу точність отриманих результатів маємо при 20-ти точках відбору, коефіцієнт значущості становить 4,5 %, а найменш точні результати отримано при аналізі 2-х точок.

Проаналізувавши отримані матеріали можна зробити висновок, що для отримання репрезентативних результатів при встановленні щільності радіоактивного забруднення ґрунту у досліджуваних шарах вистачить 12-ти кратного відбору зразків ґрунту (коефіцієнт значущості не перевищуватиме – 8 %). Враховуючи той факт, що основна маса радіонуклідів мігрувала у глибші шари лісових ґрунтів, відбір зразків ґрунту необхідно проводити на глибину 20 та 30 см. Встановивши, що досліджуваний показник несуттєво відрізняється у 20 та 30 сантиметровому шарі, для полегшення трудомісткості виконання польових робіт та отримання достовірних матеріалів буде достатньо здійснювати відбір зразків ґрунту на глибину 20 см, а кількість відбору зразків буде залежати від мети досліджень.

Список використаної літератури

1. Краснов В.П. Радіоекологія лісів Полісся України. Житомир: Волинь, 1998. 112 с.
2. Краснов В.П., Орлов О.О., Курбет Т. В. Методика обстеження радіаційно забруднених лісів з метою їх реабілітації (на період 2010-2015 рр.). Житомир, 2010. 16 с.
3. Переволоцкий А.Н. Распределение ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в лесных биогеоценозах. Гомель РНИУП «Институт радиозкологии». 2006. 256 с.
4. Краснов В.П., Курбет Т.В., Корбут М.Б., Бойко О.Л. Розподіл ¹³⁷Cs у лісових екосистемах Полісся України. Агроекологічний журнал. 2016. №1. С.82–87.
5. Булавик И.М., Переволоцкий А.Н. Миграция ¹³⁷Cs в лесных экосистемах. Лес и Чернобыль. Минск: МНПП «Стенер». 1994. С. 7–42.
6. Булко Н.И., Машков И.А., Толкачева Н.В., Москаленко Н.В., Козлов А.К. О состоянии лесов и лесных земель зон отселения в контексте возможностей их реабилитации. Проблемы лесоведения и лесоводства: сборник научных трудов ИЛ НАН Беларуси. Гомель: Институт леса НАН Беларуси. 2016. Вып. 76. С. 363–370.