

УДК (UDC) 502.51(285)+620.179.15-046.55(488.82)

DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2020-22-04>

**О. М. ГРОМИК**, канд. геогр. наук  
Луцький національний технічний університет  
вул. Львівська 75, м. Луцьк, 43000, Україна

E-mail: o.hromyk@lutsk-ntu.com.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1316-8390>

## РАДІОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВОДОЙМ ЗОНИ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Мета.** Визначити вміст радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  та важких металів у водних об'єктах в межах населених пунктів Камінь-Каширського, Любешівського та Маневицького адміністративних районів Волинської області.

**Методи.** Під час експедиційних та лабораторних робіт використовували стандартні способи відбору, підготовки й вимірювання проб згідно з чинними методиками радіохімічного, радіоспектрометричного, іхтіологічного, гідрохімічного, статистичного аналізів тощо.

**Результати.** В основу досліджень покладено власні аналізи, а також фондові матеріали Науково-інформаційного центру водогосподарсько-екологічного моніторингу й оптимізації водокористування. Розглянуто особливості поширення радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  у водоймах (вода, донні відклади, риба, птахи) у межах зони радіоактивного забруднення Волинської області. Визначено максимальну концентрацію умісту  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  на дослідженій території. Означено антропогенний вплив та перевищення гранично допустимих концентрацій і гранично допустимих рівнів токсичних речовин у ланках екосистем визначених водних об'єктів частково забрудненого регіону.

**Висновки.** У результаті проведеного дослідження щодо рівня концентрацій  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  та важких металів у воді (у межах населених пунктів) дослідженої території виявлено, що найбільшій концентрації  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  зазнали водойми с. Прилісне, с. Велика Осниця, с. Череваха Маневицького, с. Нуйно Камінь-Каширського та с. Ветли Любешівського адміністративного району. Значний вміст солей важких металів зафіксовано у водоймах, а саме у с. Серхів – свинець, с. Прилісне Маневицького району – цинк, кадмій; у с. Березна Воля Любешівського району – мідь; у с. Нуйно Камінь-Каширського району – свинець.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** радіонукліди, зона радіоактивного забруднення, донні відклади, водойми, допустимий рівень, радіоактивне забруднення

**Hromyk O. M.**

*Lutsk National Technical University*

### RADIOLOGICAL ASSESSMENT OF RESERVOIRS IN VOLYN REGION THAT IS UNDER RADIOACTIVE CONTAMINATION

**Purpose.** To determine the content of radionuclides  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  and heavy metals in water bodies within the boundaries of settlements of Kamyn-Kashirsky, Lyubeshivsky and Manevychi administrative districts of Volyn region.

**Methods.** During the expedition and laboratory work, standard methods of sampling, preparation and measurement of samples were used according to the current methods of radiochemical, radiospectrometric, ichthyological, hydrochemical, statistical analyses, etc. The determination of the total content of heavy metals was performed in laboratory conditions by conventional methods.

**Results.** The research is based on its own analyses, as well as the stock materials of the Scientific Information Center for Water Management and Ecological Monitoring and Optimization of Water Use. Features of  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  radionuclides distribution in reservoirs (water, sediments, fish, birds) within the zone of radioactive contamination in Volyn Region are considered. The maximum concentration of  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  in the studied area were determined. The anthropogenic impact and excess of the maximum permissible concentrations and maximum permissible levels of toxic substances in the ecosystem links of certain water bodies of the partially contaminated region are identified.

**Conclusions.** As a result of the study on the level of concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$  and heavy metals in water (within the boundaries of settlements) of the investigated area, it was found that reservoirs in village of

© Громик О. М., 2020



This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Prylisne, village of Velyka Osnytsya, village of Cherevakha in Manevitsky District, village of Nuyno in Kamin-Kashirsky District and the village of Vetly in Lyubeshiv Administrative District are affected by the highest concentrations of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$ . The significant content of heavy metal salts is recorded in the reservoirs, namely in the village of Serhiv – lead, village of Prylisne in Manevitsky District – zinc, cadmium; in the village Berezna Volia in Lyubeshiv District – copper; in the village of Nuyno in Kamin-Kashirsky District – lead.

**KEYWORDS:** radionuclides, the zone of radioactive contamination, bottom sediments, water reservoirs, the permissible level, radioactive contamination

**Громик О. Н.**

*Луцкий национальный технический университет*

### **РАДИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДОЕМОВ ЗОНЫ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЛЫНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Цель.** Определить содержание радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и тяжелых металлов в водных объектах в пределах населенных пунктов Камень-Каширского, Любешовского и Маневицкого административных районов Волынской области.

**Методы.** Во время экспедиционных и лабораторных работ использовали стандартные способы отбора, подготовки и измерения проб согласно действующим методикам радиохимического, радиоспектрометрического, ихтиологического, гидрохимического, статистического анализа. Определение общего содержания тяжелых металлов выполняли в лабораторных условиях по общепринятым методикам.

**Результаты.** В основу исследований положены собственные анализы, а также фондовые материалы Научно-информационного центра водохозяйственно-экологического мониторинга и оптимизации водопользования. Рассмотрены особенности распространения радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  в водоемах (вода, донные отложения, рыба, птицы) в пределах зоны радиоактивного загрязнения Волынской области. Определено максимальную концентрацию содержащего  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  на исследованной территории. Отмечено антропогенное воздействие и превышение предельно допустимых концентраций и предельно допустимых уровней токсичных веществ в звеньях экосистем определенных водных объектов частично загрязненного региона.

**Выводы.** В результате проведенного исследования по уровню концентраций  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  и тяжелых металлов в воде (в пределах населенных пунктов) исследованной территории выявлено, что наибольшей концентрации  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  подверглись водоемы с. Прилесное, с. Великая Осница, с. Череваха Маневицкого, с. Нуйно Камень-Каширского и с. Ветлы Любешовского административного района. Значительное содержание солей тяжелых металлов зафиксировано в водоемах, а именно в с. Серхов – свинец, с. Прилесное Маневицкого района – цинк, кадмий; в с. Березная Воля Любешовского района – медь; в с. Нуйно Камень-Каширского района – свинец.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** радионуклиды, зона радиоактивного загрязнения, донные отложения, водоемы, допустимый уровень, радиоактивное загрязнение

### **Вступ**

Внаслідок аварії, що трапилась у 1986 році на Чорнобильській АЕС виникла потреба в оцінці навантаження радіоактивно забрудненої території. Західний слід радіоактивного забруднення охопив північну частину Волинської області, а саме Камінь-Каширський, Любешівський і Маневицький адміністративні райони.

Значна кількість праць присвячена вивченню та оцінці вмісту радіонуклідів у водоймах. На особливу увагу заслуговують праці В. М. Самойленка, який дослідив поведінку радіонуклідів у водному середовищі, запропонував комплексне районування забруднених територій, провів моніторинг радіаційного та хімічного забруднених водойм, озер і річок. Під його керівництвом Науково-інформаційним центром водогосподарсько-екологічного моніторингу й оптимізації водо-

користування (далі – екологічний центр «НІЦ ВЕМОВ»), проведено дослідження концентрації радіонуклідів у водоймах [1, 12–13]. М. М. Паламарчук дослідив потенціал водних ресурсів України [13]. Л. В. Ільїн, Я. О. Мольчак, вивчили водойми Волинської області та здійснили еколого-гідрохімічний аналіз радіоактивно забрудненої території [5, 8–11]. Однак важливі просторово-часові аспекти поширення та акумуляції радіонуклідів у водоймах, особливо поблизу населених пунктів, потребують детального вивчення.

Метою дослідження є визначити вміст радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  та важких металів у водних об'єктах в межах населених пунктів Камінь-Каширського, Любешівського та Маневицького адміністративних районів Волинської області.

### Методика дослідження

Методика досліджень із комплексного радіологічного моніторингу водойм місцевого водокористування та узагальнення їхніх результатів передбачала застосування методів теорії систем (геосистем) й інформації. Під час експедиційних та лабораторних робіт використовували стандартні [1, 12] способи відбору, підготовки й вимірювання проб згідно з чинними методиками радіохімічного, радіоспектрометричного, іхтіологічного, гідрохімічного, статистичного аналізів тощо. Під час обстеження місцевого водного фонду Волинської області остаточний вибір об'єктів здійснено, виходячи з наявності водойм, радіоекологічної вивченості території, морфометричних характеристик і значущості водойм для населення щодо користування їхніми ресурсами. Це водойми, серед яких домі-

нують ставки та копанки й трапляються малі та середні водосховища й озера [12].

Вимірювання проб на вміст  $^{137}\text{Cs}$ , переважно виконували гамма-спектрометром із тривалістю, що дає змогу надійно визначити вміст радіонукліду за концентрацій порядку 0,37 Бк/л (1 пКі/л). Після цього пробу води аналізували на вміст  $^{90}\text{Sr}$ . Мінімум детектована активність радіометра та час експозиції мали забезпечувати надійне визначення радіонукліда у воді з чутливістю, не нижчою за 1 пКі/л. Аналогічно проводили вимірювання вмісту радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у пробах, відфільтрованих із води зависей [1]. Визначення загального вмісту важких металів виконували в лабораторних умовах за загальноприйнятими методиками.

### Результати та обговорення дослідження

У результаті аналізу забруднень водойм у населених пунктах радіонуклідами  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  та важкими металами (свинець, цинк, мідь, кадмій), у 1997 році, виявлено, що забруднення води  $^{137}\text{Cs}$  – <0,037 Бк/л складає 99 % від усіх досліджених озер населених пунктів. Найбільша забрудненість води 0,90 Бк/л зафіксована у озері поблизу с. Прилісне Маневицького району. У донних відкладах максимальний вміст  $^{137}\text{Cs}$  зосередився у водоймах сіл Прилісне (32,57 Бк/л) та Велика Осниця (84,57 Бк/л), мінімальний – у водоймах с. Комарове (1,173 Бк/л) Маневицького та с. Черче (2,43 Бк/л) Камінь-Каширського адміністративних районів. Найбільша щільність забруднення радіоізотопами  $^{137}\text{Cs}$  у рибі виявлена у водоймах с. Нуйно (69,64 Бк/кг) Камінь-Каширського району, с. Прилісне (45,33 Бк/кг) Маневицького району, найменша у с. Черче (3,7 Бк/кг) Камінь-Каширського району, с. Комарове (4,13 Бк/кг) Маневицького району. Значне накопичення  $^{137}\text{Cs}$  у птахах зосереджене у водоймах поблизу с. Ветли (42,53 Бк/кг) Любешівського району, незначна кількість у с. Комарове (3,13 Бк/кг) Маневицького району (табл. 1, рис. 1) [1, 3, 10, 11, 15].

Радіоактивне забруднення води у озерях  $^{90}\text{Sr}$  у 50 % від усіх досліджених водойм становить <0,037 Бк/л, найбільша забрудненість зафіксована у с. Прилісне (0,20 Бк/л) Маневицького району. У донних відкладах середнє значення забруднення  $^{90}\text{Sr}$  становить 2,70 Бк/кг [11].

Максимальний вміст накопичення радіоізоотопу  $^{90}\text{Sr}$  у рибі зафіксований у водоймах с. Нуйно (11,94 Бк/кг) Камінь-Каширського району та с. Комарове (11,07 Бк/кг) Маневицького району, мінімальний вміст  $^{90}\text{Sr}$  у рибі виявлений у водоймі с. Березна Воля 1,27 Бк/кг Любешівського району.

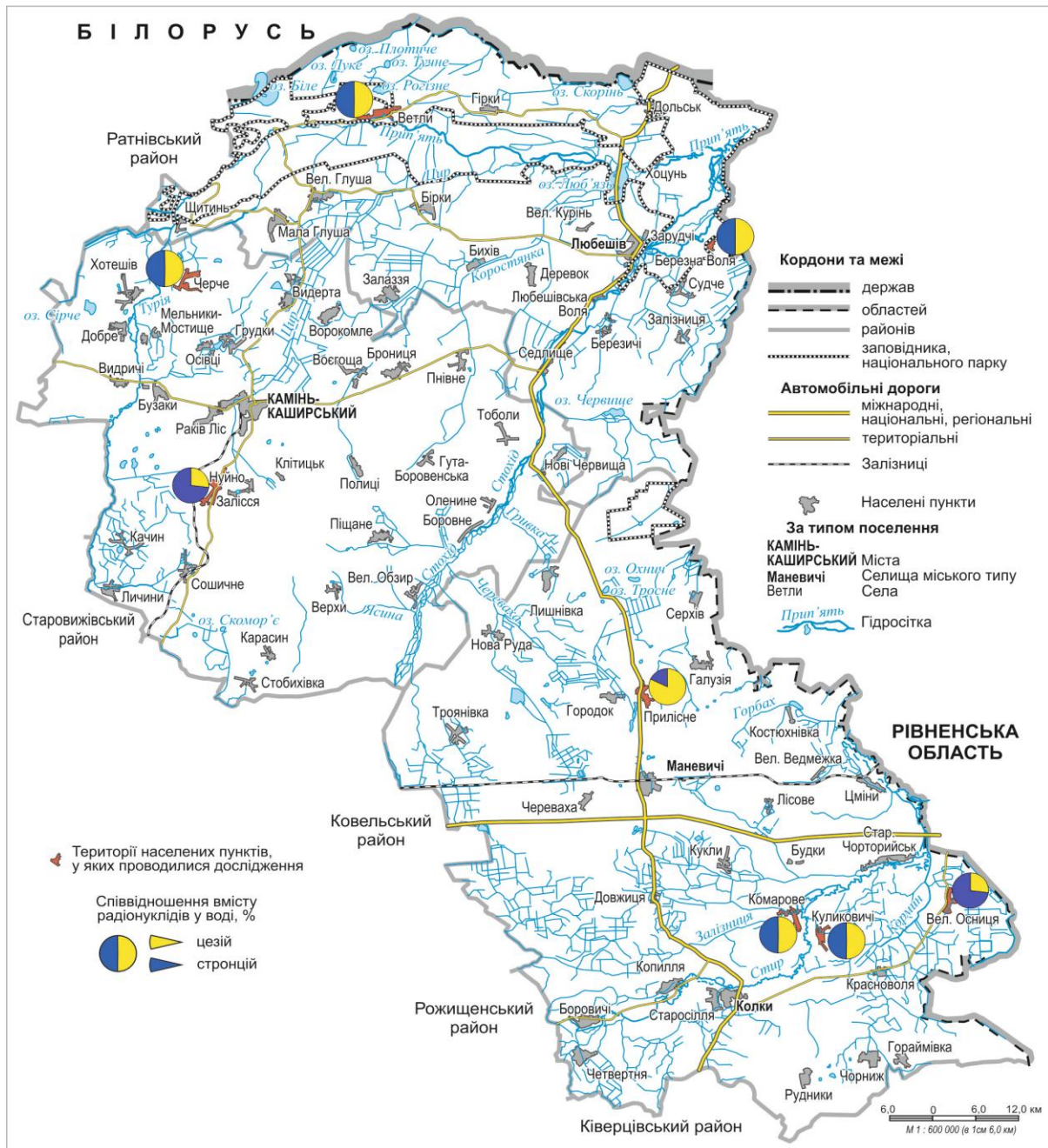
У птахах значна кількість  $^{90}\text{Sr}$  (9,73 Бк/кг) зосередилась поблизу водойми с. Березна Воля Любешівського району. Незначна кількість радіоізоотопу у птахах (2,43 Бк/кг) відзначена у с. Черче Камінь-Каширського району (див. табл. 1).

Найвища концентрація солей важких металів свинцю (0,559 мг/кг) у рибі, кадмію (0,042 мг/кг) у птахах зафіксована у водоймі с. Нуйно Камінь-Каширського району. Встановлено, що у птахах поблизу водойми с. Березна Воля Любешівського району зосереджена максимальна кількість свинцю (0,297 мг/кг) та міді (4,31 мг/кг). Значну кількість цинку виявлено в рибі (37,59 мг/кг) водойми с. Велика Осниця та птахах (48,31 мг/кг) с. Прилісне Маневицькому району [2]. Вміст солей важких металів у рибі, птиці досліджуваних водойм не перевищує встановлених нормативів [6–7]. У донних відкладах перевищення гранично допустимих концентрацій (далі – ГДК) кадмію (0,675 мг/кг) у 1,3 раза зафіксовано у с. Нуйно Камінь-Каширського району та в 1,2 раза свинцю (0,0362 мг/л) у воді с. Черче Камінь-Каширського адміністративного району (рис. 2) [2].

Таблиця 1

Радіоекологічне обстеження водойм  
(узагальнено за фондовими матеріалами екологічного центру «НЦ ВЕМОВ»)

№ з/п	Населений пункт, ланка екосистеми	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	Вміст солей важких металів (мг/л, мг/кг)			
				Свинець Pb	Цинк Zn	Мідь Cu	Кадмій Cd
Камінь-Каширський район							
Озеро Добре с. Нуйно							
1	Вода (Бк/л)	<0,037	0,100	0,00156	0,0195	0,0069	0,000214
	Донні відклади (Бк/кг)	14,02	2,71	0,452	3,360	1,36	0,675
	Риба (Бк/кг)	69,64	11,94	0,559	18,151	1,16	0,015
	Птахи (Бк/кг)	18,24	7,24	0,243	19,313	2,08	0,042
Ставок с. Черче							
2	Вода (Бк/л)	<0,037	<0,037	0,0362	0,126	0,0035	0,000135
	Донні відклади (Бк/кг)	2,43	0,67	0,398	2,27	1,37	0,0548
	Риба (Бк/кг)	3,7	1,6	0,25	15,23	1,26	0,0133
	Птахи (Бк/кг)	4,87	2,43	0,127	15,41	1,73	0,0148
Любешівський район							
Озеро Бережновільське с. Березна Воля							
3	Вода (Бк/л)	<0,037	<0,037	0,00779	0,0621	0,0122	0,000242
	Донні відклади (Бк/кг)	41,2	1,08	0,721	2,07	1,80	0,1058
	Риба (Бк/кг)	4,23	1,27	0,272	22,42	1,46	0,029
	Птахи (Бк/кг)	15,00	9,37	0,297	27,41	4,31	0,0307
Озеро Луке с. Вегли							
4	Вода (Бк/л)	<0,037	<0,037	0,00466	0,0629	0,0081	0,00021
	Донні відклади (Бк/кг)	21,52	2,56	0,328	3,46	1,06	0,058
	Риба (Бк/кг)	31,43	8,00	0,111	29,338	1,33	0,017
	Птахи (Бк/кг)	42,53	8,7	0,224	20,130	2,24	0,013
Маневицький район							
Водойма с. Велика Осниця							
5	Вода (Бк/л)	<0,037	0,100	0,00256	0,0771	0,0093	0,00016
	Донні відклади (Бк/кг)	84,57	3,78	0,662	4,867	1,133	0,0383
	Риба (Бк/кг)	32,17	9,6	0,187	37,597	3,253	0,0060
	Птахи (Бк/кг)	10,93	6,23	0,173	26,40	2,82	0,0388
Ставок с. Комарове							
6	Вода (Бк/л)	<0,037	<0,037	0,00219	0,137	0,0036	0,00027
	Донні відклади (Бк/кг)	1,173	3,21	1,309	1,500	1,733	0,054
	Риба (Бк/кг)	4,13	11,07	0,3190	16,279	1,240	0,0088
	Птахи (Бк/кг)	3,13	2,67	0,153	31,94	1,78	0,0250
Ставок с. Куликовичі							
7	Вода (Бк/л)	<0,037	<0,037	0,00450	0,0475	0,119	0,000139
	Донні відклади (Бк/кг)	30,47	4,93	1,373	3,43	2,80	0,0956
	Риба (Бк/кг)	6,37	4,13	0,365	31,38	2,42	0,0237
	Птахи (Бк/кг)	10,9	3,1	0,249	22,35	3,41	0,0195
Озеро Глибоке с. Прилісне							
8	Вода (Бк/л)	0,90	0,20	0,00283	0,0384	0,0129	0,000329
	Донні відклади (Бк/кг)	32,57	2,63	0,459	3,83	2,67	0,0563
	Риба (Бк/кг)	45,33	3,13	0,130	12,45	1,90	0,157
	Птахи (Бк/кг)	9,37	5,43	0,089	48,31	3,75	0,0142



**Рис. 1** – Вміст радіонуклідів у воді (в межах населених пунктів зони радіоактивного забруднення Волинської області) [3]

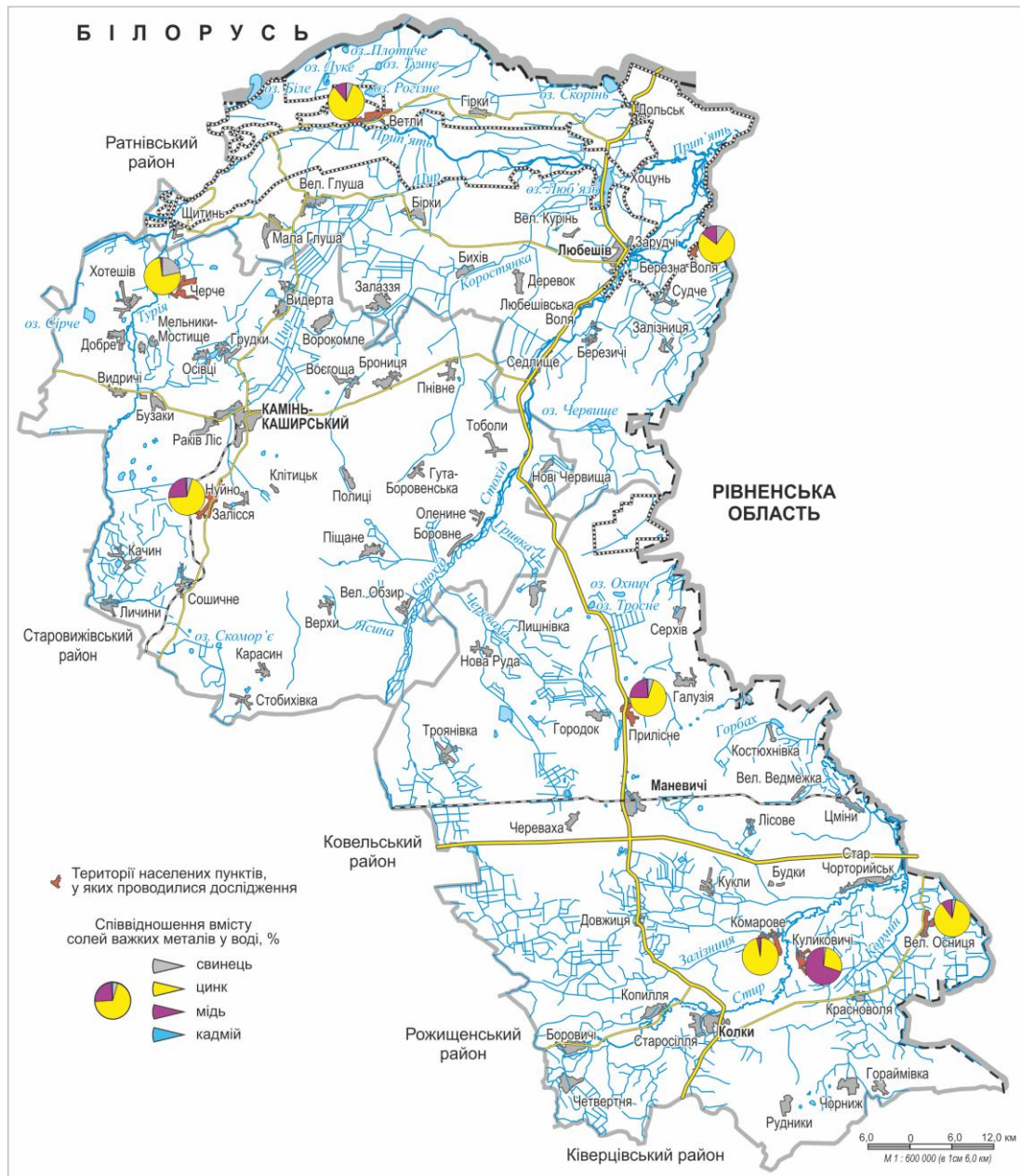
Уміст  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  у воді досліджених озер не перевищує допустимих рівнів вмісту радіонуклідів (2 Бк/л), відповідно до Державних гігієнічних нормативів «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  у продуктах харчування та питній воді» (наказ МОЗ України 03.05.2006 №256).

Аналіз забруднення водних об'єктів  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  у 1998 році, свідчить про те, що вміст  $^{137}\text{Cs}$  у воді коливається в межах від 0 (с. Воєгоща Камінь-Каширського району) до 1,14 Бк/л (с. Прилісне Маневичького району). Максимальний вміст  $^{90}\text{Sr}$  становить 0,23

Бк/л у воді с. Прилісне Маневичького району (табл. 2, рис. 3) [2].

Як видно з табл. 2, вміст  $^{137}\text{Cs}$  у донних відкладах досліджуваних озер коливається від 2,7 Бк/кг (с. Воєгоща Камінь-Каширського району) до 91,7 Бк/кг (с. Галузія Маневичького району). Максимальна кількість вмісту  $^{90}\text{Sr}$  зосереджена у донних відкладах в озері с. Полиці Камінь-Каширського району – 10,96 Бк/кг.

Допустимий вміст радіонукліда  $^{137}\text{Cs}$  у рибі – 150 Бк/кг досліджуваної водойми с. Червахи Маневичького району (становить



**Рис. 2** – Вміст солей важких металів у воді (в межах населених пунктів зони радіоактивного забруднення Волинської області)

267,47 Бк/кг) перевищений у 1,8 раза. Максимальний вміст накопичення радіоізоотопу у птахів зафіксований у водоймі неподалік с. Полиці Камінь-Каширського району – 11,83 Бк/кг.

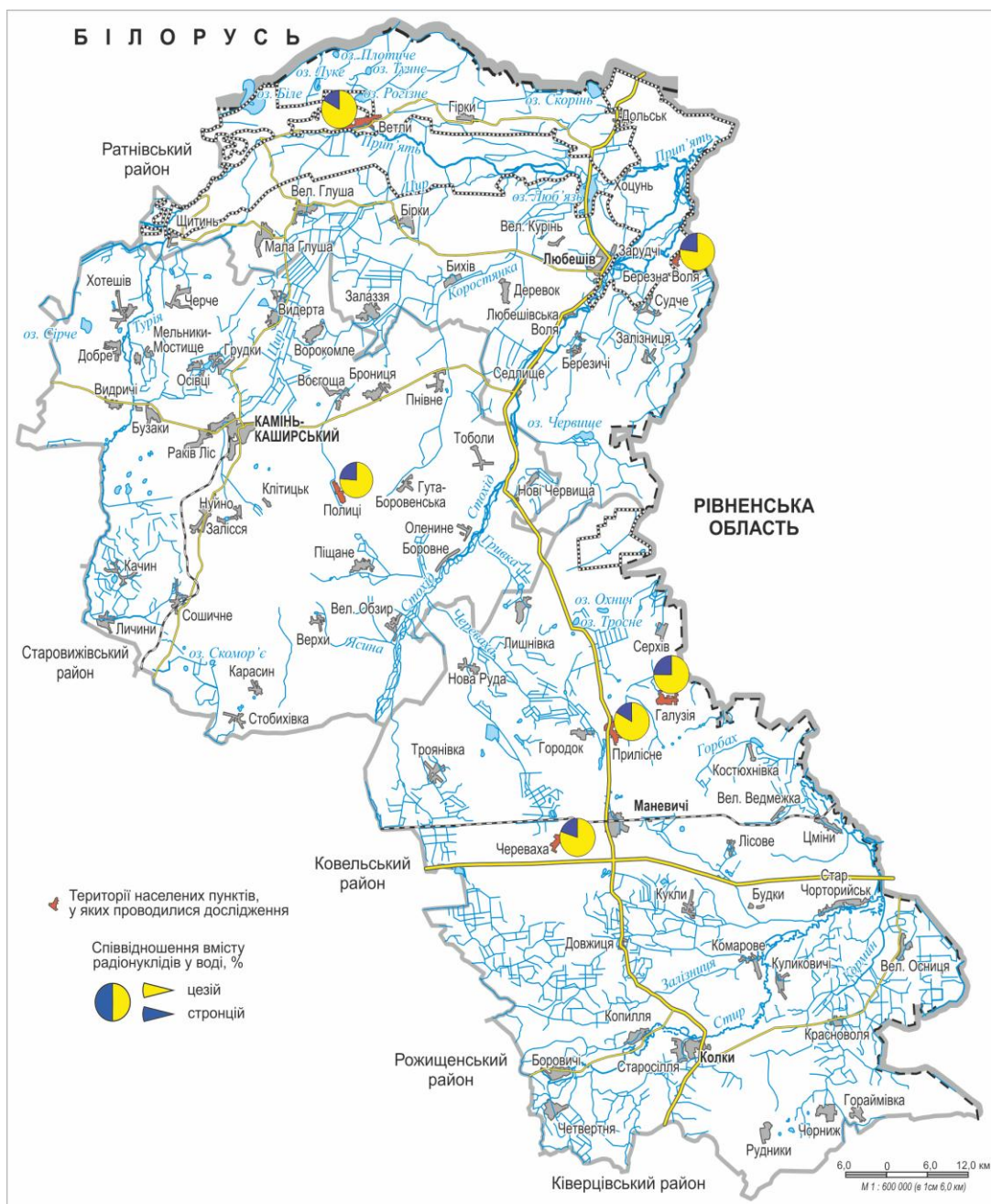
Перевищення значення допустимого рівня питомої активності радіонукліда  $^{90}\text{Sr}$  – 35 Бк/кг, у 1,1 раза зафіксовано у рибі водойми с. Черваха Маневецького району (39,77 Бк/кг). Значне накопичення  $^{90}\text{Sr}$  у птахів зосереджене у водоймах поблизу с. Березна Воля Любешівського району – 4,13 Бк/кг.

Перевищення встановлених нормативів у воді Pb, Zn, Cu, Cd у досліджених водоймах Камінь-Каширського, Любешівського та Маневецького адміністративних районів не виявлено (рис. 4) [2]. Результати аналізу вмісту солей важких металів у донних відкладах, рибі та птиці показали перевищення ГДК (див. табл. 2). Кадмію у донних відкладах (0,60 мг/кг) у 1,2 раза зафіксовано у с. Серхів Маневецького адміністративного району, цинку у рибі (41,02 мг/кг) та кадмію у птахів (0,32 мг/кг)

Таблиця 2

## Радіоекологічне обстеження водойм (узагальнено за фондovими матеріалами екологічного центру «НІЦ ВЕМОВ»)

№ з/п	Населений пункт, ланка екосистеми	$^{137}\text{Cs}$ (Бк/л)	$^{90}\text{Sr}$ (Бк/л)	Уміст солей важких металів (мг/л, мг/кг)			
				Свинець Pb	Цинк Zn	Мідь Cu	Кадмій Cd
Любешівський район							
Озеро Луке с. Ветли							
1	Вода (Бк/л)	0,8	0,16	0,008	0,0301	0,0132	0,00017
	Донні відклади (Бк/кг)	4,24	0,84	2,99	32,64	2,66	0,29
	Риба (Бк/кг)	15,3	2,33	0,127	39,49	1,35	0,118
	Птахи (Бк/кг)	5,3	1,83	0,428	9,74	1,12	0,084
Озеро Бережновільське с. Березна Воля							
2	Вода (Бк/л)	0,33	0,1	0,01145	0,03502	0,0162	0,000419
	Донні відклади (Бк/кг)	5,4	0,93	1,13	32,82	2,5	0,27
	Риба (Бк/кг)	3,7	0,6	0,089	41,02	1,44	0,092
	Птахи (Бк/кг)	11,53	4,13	0,130	16,..13	2,34	0,040
Камінь-Каширський район							
Водойма с. Возгоща							
3	Вода (Бк/л)	–	–	0,00818	0,04492	0,0363	0,00013
	Донні відклади (Бк/кг)	2,7	0,3	0,68	4,15	3,34	0,17
	Риба (Бк/кг)	0,83	0,23	0,223	21,83	2,29	0,073
	Птахи (Бк/кг)	4,76	2,23	0,072	13,83	3,25	0,32
Водойма «Велика вапнярня» с. Полиці							
4	Вода (Бк/л)	0,32	0,1	0,00658	0,02628	0,00978	0,000143
	Донні відклади (Бк/кг)	34,00	10,96	2,4	18,36	3,01	0,15
	Риба (Бк/кг)	66,53	12,33	0,095	30,98	1,15	0,090
	Птахи (Бк/кг)	11,83	2,8	0,26	23,08	1,19	0,021
Маневицький район							
Озеро Глибоке с. Прилісне							
5	Вода (Бк/л)	1,14	0,23	0,00976	0,0357	0,00894	0,000242
	Донні відклади (Бк/кг)	48,7	4,1	0,89	2,78	1,1	0,10
	Риба (Бк/кг)	61,66	3,33	0,064	11,57	0,81	0,019
	Птахи (Бк/кг)	6,4	1,77	0,188	28,17	1,20	0,036
Ставок «Паничівка» с. Галузія							
6	Вода (Бк/л)	0,3	0,1	0,00942	0,04224	0,00798	0,000233
	Донні відклади (Бк/кг)	91,7	6,6	2,388	6,13	2,8	0,15
	Риба (Бк/кг)	51,27	7,3	0,088	10,78	0,81	0,025
	Птахи (Бк/кг)	8,4	1,47	0,263	17,79	0,88	0,046
Озеро Засвіття с. Серхів							
7	Вода (Бк/л)	0,23	–	0,00942	0,0318	0,1316	0,000190
	Донні відклади (Бк/кг)	12,1	1,5	2,16	4,8	2,62	0,60
	Риба (Бк/кг)	8,67	1,27	0,13	25,43	0,98	0,126
	Птахи (Бк/кг)	4,4	1,3	0,672	25,44	1,51	0,020
Водойма с. Череваха				Озеро Лісове с. Лісове			
	Вода (Бк/л)	0,4	0,1	0,00380	0,1819	0,0710	0,000535
	Донні відклади (Бк/кг)	75,2	1,9	1,69	20,27	2,95	0,19
	Риба (Бк/кг)	267,47	39,77	0,08	31,82	1,53	0,049
	Птахи (Бк/кг)	8,27	2,43	0,224	31,40	2,29	0,026



**Рис. 3** – Вміст радіонуклідів у воді (в межах населених пунктів зони радіоактивного забруднення Волинської області)

виявлено у водоймі с. Березна Воля Любешівського району та с. Воєгоща Камінь-Каширського району, зокрема цинку в 1,03 раз а кадмію в 6,4 раза. Перевищення вста-

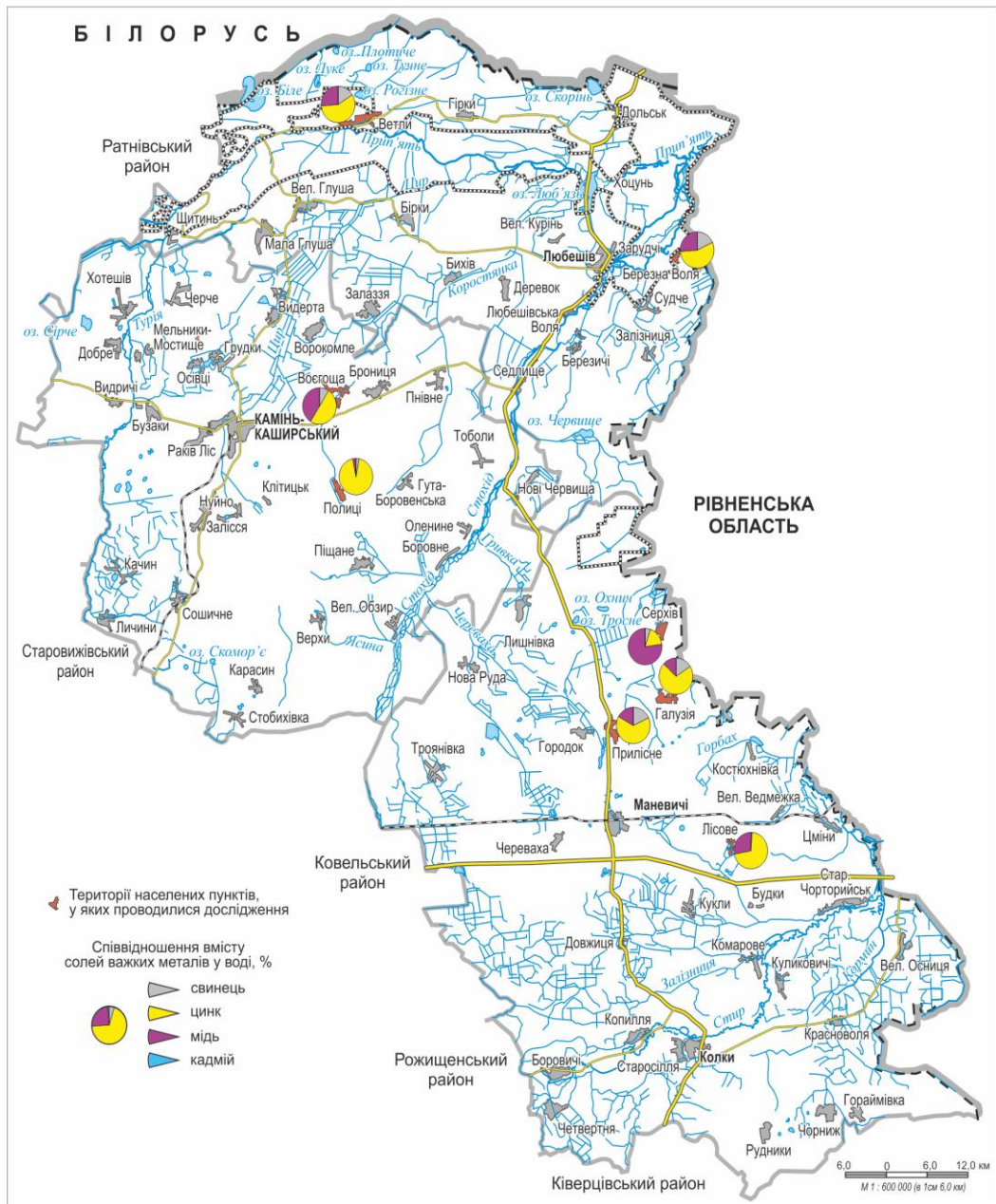
новлених рівнів за вмістом солей свинцю (0,672 мг/кг) у 1,3 раза відзначене у птахах поблизу водойми с. Серхів Маневицького адміністративного району [4].

### Висновки

У результаті проведеного радіологічного дослідження рівня концентрацій  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  та важких металів у воді (у межах населених пунктів) означеної території виявлено, що

найбільшої вмісту  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  зазнали водойми с. Прилісне, с. Велика Осниця, с. Череваха Маневицького, с. Нуйно Камінь-Каширського та с. Ветли Любешівського адміністра-





**Рис. 4** – Вміст солей важких металів у воді (в межах населених пунктів зони радіоактивного забруднення Волинської області)

важких металів зафіксовано у водоймах, а саме у с. Серхів – свинець (птахи – 0,672 мг/кг), с. Прилісне Маневицького району – цинк (птахи – 48,31 мг/кг), кадмій (риба – 0,157 мг/кг); у с. Березна Воля Любешівського району – мідь (птахи – 4,31 мг/кг); у с. Нуйно Камінь-Каширського району – свинець (риба – 0,559 мг/кг).

Зафіксовано таке перевищення гранично допустимих концентрацій у донних відкладах: кадмію – в 1,3 раза в с. Нуйно та свинцю в 1,2 – у воді с. Черче Камінь-Каширського адміністративного району.

Виконані дослідження дають підставу стверджувати, що значне збільшення встановлених нормативів, небезпечних для людини,  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  простежено в рибі водойми с. Черехахи Маневицького району:  $^{137}\text{Cs}$  – в 1,8 раза,  $^{90}\text{Sr}$  – в 1,1. Виявлено перевищення гранично допустимих концентрацій солей важких металів: кадмію в донних відкладах – в 1,2 раза, а саме у водоймі поблизу с. Серхів Маневицького району; цинку – у рибі у водоймі с. Ветли та кадмію – у птахів поблизу озера у с. Березна Воля Любешівського району. Зокрема, цинку ви-

явлено – в 1,03 раза, а кадмію в 1,7. Збільшення встановлених рівнів за вмістом солей свинцю в 1,3 раза відзначено в птахах поблизу штучної водойми с. Серхів Маневицького району. Перспективи подальших досліджень полягають у розробленні заходів із

ліквідації наслідків радіоактивного забруднення. Оцінювання території за ландшафтно-геохімічними умовами міграції радіонуклідів, їх нагромадження та вивчення закономірностей міграції.

### Конфлікт інтересів

Автор заявляє, що конфлікту інтересів щодо публікації цього рукопису немає. Крім того, автор повністю дотримувався етичних норм, включаючи плагиат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію.

### Література

1. Самойленко В. М., Тавров Ю. С., Буянов М. І., Максимчук В. Л. Відбір, підготовка до аналізу, визначення вмісту радіонуклідів, мікроелементів та токсичних речовин у водних об'єктах, обробка та аналіз результатів : звіт про НДР за договором 50/96 (проміжн.). Екоцентр «НІЦ ВЕМОВ», МНС України. № держреєстр. 0196U12455. Київ, 1998. 147 с.
2. Громик О. М. Важкі метали у лімносистемах Західного Полісся (на прикладі зони радіоактивного забруднення Волинської області). *Географія та туризм*. 2011. Вип. 15. С. 268–277.
3. Громик О. М. Еколого-географічне обґрунтування оптимізації агроландшафтів у зоні радіоактивного забруднення : автореф. дис. ... канд. географ. наук : 11.00.11; Харків. Нац. Ун-т ім. В. Н. Каразіна. Харків, 2018. 20 с.
4. Громик О. М., Ільїн Л. В. Просторова диференціація радіонуклідів та важких металів Волинської області. *Молодь: освіта, наука, духовність* : тези доп. XIII Всеукр. наук. конф. студентів і молодих вчених (м. Київ, 12–14 квіт. 2016 р.) : у 2 ч. Київ : Ун-т «Україна», 2016. Ч. 2. С. 389–391.
5. Громик О. М., Ільїна О. В. Радіонукліди та важкі метали в ґрунтах і водах території радіоактивного забруднення Волинської області. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Географічні науки*. 2016. № 15. С. 30–38.
6. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  у продуктах харчування та питній воді (ДР–97). Державні гігієнічні нормативи. Київ : Чорнобильінтерінформ, 1997. 10 с.
7. ДСТУ ГОСТ 27384-2005. Вода. Нормы погрешностей измерений показателей состава и свойств. [Чинний від 2004-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2004. 5 с.
8. Ільїн Л. В. Лімнокомплекси Українського Полісся : монографія : у 2-х т. Т. 1 : Природничо-географічні основи дослідження та регіональні закономірності. Луцьк : РВВ «Вежа» Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2008. 316 с.
9. Ільїн Л. В., Мольчак Я. О. Озера Волині: лімно-географічна характеристика. Луцьк : Надстир'я, 2000. 140 с.
10. Ільїн Л. В., Громик О. М. Радіаційне дослідження озерних комплексів Волинської області. *Сучасні екологічні проблеми Українського Полісся та суміжних територій (до 30-ї річниці аварії на ЧАЕС)* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (Ніжин, 20–22 квіт. 2016 р.). Ніжин : 2016. С. 180–182.
11. Ільїн Л. В., Громик О. М. Уміст радіонуклідів у лімносистемах Західного Полісся (на прикладі водойм зони радіоактивного забруднення Волинської області). *Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки. Географічні науки*. 2012. № 18. С. 4–10.
12. Самойленко В. М. Кадастр радіоактивного забруднення водних об'єктів України місцевого водокористування. Т. 1. Радіогідроекологічний стан і використання водойм та загальнометодологічні проблеми. Київ : Ніка-Центр, 1998. 192 с.
13. Створення бази даних гідрологічних характеристик річок та водойм України: звіт про НДР за договором № 12/3.14нс–97 (заклучн.) В. М. Самойленко, Ю. С. Тавров, М. М. Паламарчук та ін. // Екоцентр «НІЦ ВЕМОВ», МНС України. – № держреєстр. 0197U019389. Київ, 1998. 58 с.
14. СанПиН №4630–88. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. Москва : Минздрав СССР, 1988. 69 с.
15. Hromyk O., Ilyina O. Radionuclides and heavy metals in soils and waters on the territory of radioactive contamination in Volyn region. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences*. 2017. Vol. 14, No 132. P. 17–19.

### References

1. Samoilenko, V. M., Tavrov, Yu. S., Buyanov, M. I. & Maksymchuk, V. L. (1998). Selection, preparation for analysis, determination of content of radionuclides, trace elements and toxic substances in water bodies,

- processing and analysis of results: report on research on contract 50/96 (interim). *Ecocenter "NIC VEMOV", Ministry of Emergencies of Ukraine*. - State registry number. 0196U12455 (in Ukrainian).
2. Hromyk, O. M. (2011). Heavy metals in limestone systems of West Polissya (on the example of the zone of radioactive contamination of Volyn region). *Geography and Tourism: Collection of research papers*, (15), 268–277 (in Ukrainian).
  3. Hromyk, O. M. (2018). *Ecological and geographical justification of optimization of agricultural landscapes in the area of radioactive contamination*: (Master's thesis). Kharkiv: V. N. Karazin Kharkiv National University (in Ukrainian).
  4. Hromyk, O. M. & Ilyin, L. V. (2016). Spatial differentiation of radionuclides and heavy metals of the Volyn region. *Proceedings of the 13th All-Ukrainian Scientific Conference of students and young scientists: Youth: education, science, spirituality*, 2, 389–391 (in Ukrainian).
  5. Hromyk, O. M. & Ilyina, O. V. (2016). Radionuclides and heavy metals in soils and waters of the territory of radioactive contamination of Volyn region. *Scientific Bulletin of Lesya Ukrainka Eastern European National University. Geographical Sciences*, (15), 30–38 (in Ukrainian).
  6. Permissible levels of  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  radionuclides in food and drinking water (DR-97). State sanitary standards. (1997). Kyiv: Chornobylinterinform (in Ukrainian).
  7. Water. Measurement accuracy standards for indicators of structure and properties. (2004). *DSTU ISO 27384-2005 from January 01, 2004*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukraine (in Ukrainian).
  8. Ilyin, L.V (2008). Limnologic complexes of Ukrainian Polissya. *Natural-geographical bases of research and regional patterns, 1*. Lutsk: RVV "Vezha" (in Ukrainian).
  9. Ilyin, L.V. & Molchak Y. A. (2000). *Volyn Lakes: Limno-geographical characteristics*. Lutsk: Nadstyria (in Ukrainian).
  10. Ilyin, L. V. & Hromyk, O. M. (2016). Radiation study of lake complexes in Volyn region. *Proceedings of International Scientific and Practical Conference: Modern ecological problems of the Ukrainian Polissya and adjacent territories (before the 30th anniversary of the Chernobyl accident)*, Nizhyn, 180–182 (in Ukrainian).
  11. Ilyin, L. V. & Hromyk, O. M. (2012). Content of radionuclides in limestone systems of Western Polissya (on the example of reservoirs in the zone of radioactive contamination of Volyn region). *Scientific Bulletin of Lesya Ukrainka Eastern European National University. Geographical Sciences*, (18), 4–10 (in Ukrainian).
  12. Samoilenko, V. M. (1998). Inventory of Radioactive Contamination of Water Resources of Ukraine for Local Water Use. *Radio-hydroecological status and use of reservoirs and general methodological problems, 1*. Kyiv: Nika-Center (in Ukrainian).
  13. Samoilenko, V. M., Tavrov, Yu. S., Palamarchuk, M. M. & others. (1998). Creation of a database of hydrological characteristics of rivers and reservoirs of Ukraine: a report under contract № 12 / 3.14ns-97 (final). Ecocenter "NIC VEMOV", Ministry of Emergencies of Ukraine. - State registry number. 0197U019389 (in Ukrainian).
  14. Sanitary rules and standards for protection of surface water from pollution. (1988). SanPiN No. 4630–88. Moscow: Ministry of Health of the USSR (in Russian).
  15. Hromyk, O. & Ilyina, O. (2017). Radionuclides and heavy metals in soils and waters on the territory of radioactive contamination in Volyn region. *Science and Education: a New Dimension. Natural and Technical Sciences*, 14 (132), 17–19.

Надійшла до редколегії 1.11.2019

Прийнята 15.02.2020