

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Лісового господарства та екології

Кафедра екології

Кваліфікаційна робота

на правах рукопису

**Корепанова Катерина Денисівна**

УДК 332.3

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**АНАЛІЗ ПРАКТИКИ ЗБОРУ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ  
ПЕРСОНАЛОМ ЧОРНОБИЛЬСЬКОГО РАДІАЦІЙНО-ЕКОЛОГІЧНОГО  
БІОСФЕРНОГО ЗАПОВІДНИКА**

Спеціальність 101 – Екологія

Подається на здобуття освітнього ступеня Магістр

Науково-професійна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Корепанова К.Д.

Науковий керівник

Зимаросва А.А.

канд. біол. наук, доцент

Житомир-2023

## АНОТАЦІЯ

Корепанова К. Д. Аналіз практики збору геопросторових даних персоналом чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 101 – Екологія. – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню практики збору геопросторових даних на основі сучасних інформаційних технологій. Збір даних про біорізноманіття складає основний зміст роботи наукових підрозділів та державної служби охорони ПЗФ. Особливість Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника є наявність радіоактивного забруднення. Аналізується оперативний контроль радіаційної ситуації сучасними методами із просторовою прив'язкою. Запропонований аналіз спрямований на виявлення переваг та обмежень застосування методів збору геопросторових даних.

Ключові слова: Чорнобильський радіаційно-екологічний біосферний заповідник, геопросторові дані, біологічне різноманіття, потужність еквівалентної дози.

## ANNOTATION

Korepanova K. D. Analysis of geospatial data collection practices by the staff of the Chernobyl Radiation and Ecological Biosphere - Qualification work on the manuscript's status.

Qualification work for the master's degree in specialty 101 - Ecology. - Polissya National University, Zhytomyr, 2023.

The qualification work is devoted to the study of geospatial data collection practices based on modern information technologies. The collection of biodiversity data is the main content of the work of scientific departments and the state service for the protection of protected areas. The peculiarity of the Chernobyl Radiation and Ecological Biosphere Reserve is the presence of radioactive contamination. The author analyzes the operational control of the radiation situation using modern methods with spatial reference. The proposed analysis is aimed at identifying the advantages and limitations of using geospatial data collection methods.

Keywords: Chernobyl Radiation and Ecological Biosphere Reserve, geospatial data, biodiversity, equivalent dose rate.

## Зміст

<b>ВСТУП</b> .....	5
<b>РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	7
<b>РОЗДІЛ 2. ОПИС РАЙОНУ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ</b> .....	11
<b>РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....	14
<b>3.1. Показники потужності еквівалентної дози</b> .....	14
<b>3.2. Емпіричні показники біорізноманіття</b> .....	16
<b>РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....	18
<b>4.1. Показники вимірювання потужності еквівалентної дози</b> .....	18
<b>4.2. Структура даних опитувальника «Фауна»</b> .....	22
<b>4.3. Структура даних платформи «iNaturalist»</b> .....	28
<b>4.4. Порівняння різних методів збору геопросторових даних про біорізноманіття</b> .....	32
<b>РОЗДІЛ 5. ЗАСТОСУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ В ДІЯЛЬНОСТІ ЗАПОВІДНИКА</b> .....	36
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	38
<b>ЛІТЕРАТУРА</b> .....	39

## ВСТУП

**Актуальність теми дослідження.** Згідно закону України Про природно-заповідний фонд України установи ПЗФ рівня природний заповідник, біосферний заповідник та національний природний парк є науково-дослідними установами. Дослідження в установах ПЗФ мають спрямування на підтримку рішень щодо збереження об'єкту ПЗФ і спостережень за станом навколишнього природного середовища. Для чого в їх структурі створюються відповідні штатні підрозділи. Разом із тим результати цих досліджень мають обмежену придатність через індивідуальний характер застосування методів та форми фіксації первинних результатів. Новітні методи збору екологічної інформації побудовані на технологіях GIS та GPS дозволяють подолати ці обмеження. Втім, ефективність цього методичного рішення в системі установ ПЗФ України та потенціал його застосування не мають однозначної оцінки.

**Метою роботи** є оцінка ефективності та меж застосування нових методів збору даних даних про біологічне різноманіття та радіаційний стан. Для досягнення цієї мети планується вирішити такі завдання:

- провести опис структури геопросторових даних біорізноманіття;
- виявити фактори формування структури геопросторових даних біорізноманіття;
- оцінити структуру геопросторових даних потужності еквівалентної дози;
- виявити фактори формування структури геопросторових даних потужності еквівалентної дози;
- оцінити переваги та недоліки методів збору геопросторових даних у порівнянні з іншими методами збору даних про біорізноманіття.

**Об'єктом дослідження** є практика застосування методів збору геопросторових даних підрозділами Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника.

**Предмет дослідження** – структура та фактори формування геопросторових даних, які збираються на території Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника.

Дані для дослідження отримані в ході роботи у Чорнобильському радіаційно-екологічному біосферному заповіднику за період 2018-2023 рр. Були застосовані наступні **методи**:

- аналіз геопросторових даних (програмний пакет QGIS);
- методи статистичного аналізу (програмний пакет Statistica):
  - описова статистика;
  - кластерний аналіз;
  - аналіз відповідності.

**Апробація результатів дослідження.** Результати кваліфікаційної роботи були оприлюднені на Науковій конференції Інституту ядерних досліджень НАНУ за підсумками 2022 року (м. Київ); круглому столі, присвяченого 160-й річниці від дня народження Ф. Фальц-Фейна (Екологічна дослідницька станція «Глибокі Балики»); в журналі Ecology and Evolution.

**Практичне значення одержаних результатів.** Отримані результати роботи можуть бути застосовані у практиці роботи об'єктів ПЗФ, мисливському господарстві та інших сферах управління ресурсами дикої природи.

**Структура та обсяг роботи.** Робота складається з 48 листів, має 5 розділів, містить 13 таблиць та 16 рисунків, використано 74 літературних джерел.

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Головним предметом наукових досліджень у Зоні відчуження та зоні безумовного (обов'язкового) відселення (далі – ЗВіЗБ(О)В) була і є оцінка наслідків аварії на ЧАЕС. На різних етапах розвитку аварії наукова політика мала різні завдання та предметні поля. На ранній стадії аварії головним завданням стало виявлення характеру та масштабу забруднення місцевості та окремих компонентів навколишнього середовища. Первинну просторову структуру радіоактивних випадінь дослідили фахівці Держгідромету СРСР під керівництвом академіка Ю. Ізраєля [1]. Через декілька років були проведені додаткові польові обстеження які ставили собі за мету створити набір карт радіоактивного забруднення території ЗВіЗБ(О)В радіонуклідами цезій-137, стронцій-90, плутоній-238, 239+240, амеріцій-241, а також показників гамма- та бета-випромінювання [2-4]. Після цього не проводилось масштабних польових обстежень території ЗВіЗБ(О)В з метою створення нових або уточнення існуючих мап радіоактивного забруднення. Для цього було декілька причин. Перша – висока затратність таких робіт; друге – відсутність управлінських завдань просторового масштабу рівня всій території ЗВіЗБ(О)В. Крім того, незважаючи на велику кількість факторів міграції та динаміки радіоактивних елементів у навколишньому середовищі ґрунт на протязі всього періоду спостережень після 1986 року залишається головним депо радіонуклідів в екосистемі [5-6]. Там зосереджено 80-90% від всього запасу [7-9]. Вертикальна та горизонтальна міграція радіонуклідів у ґрунті не змінює первинну структуру забруднення територфії. Особливо це стосується радіонукліду цезій-137, якій має порівняно невелику міграційну здатність і на пізній стадії аварії і є головним джерелом гамма-випромінювання, що формує потужність еквівалентної дози у ЗВіЗБ(О)В. Багаторічні ряди спостережень за ПЕД на постах спостережень автоматичної системи контролю радіаційної ситуації (АСКРС) виявили, що її динаміка

описується, в загальному вигляді, лише рівнянням розпаду цезію-137 [10]. В цілому за час після аварії рівень ПЕД у ЗВіЗБ(О)В знизився на два-три порядки [11].

Парадоксальним чином стабільність щільності поверхневого забруднення поєднується з його неоднорідністю. При цьому неоднорідність проявляється на всіх рівнях – від макромасштабу до мікромасштабу – і має фрактальний характер [12-14]. В цьому полягає причина необхідності проведення у ЗВіЗБ(О)В радіаційно-екологічного моніторингу та радіаційно-дозиметричного контролю [15-16]. Також на частині території ЗВіЗБ(О)В проводяться технологічні роботи в місцях із високим рівнем радіоактивного забруднення та операції поводження із РАВ. Це несе відповідний ризик техногенного переносу радіонуклідів [17]. Головна особливість ЗВіЗБ(О)В полягає у тому, що тут постійно знаходиться та проживає персонал. На інших територіях, які зазнали впливу радіаційних аварій – Східноуральській слід радіоактивних випадіннь та Поліський радіаційно-екологічний заповідник – персонал постійно знаходиться за межами зони відчуження, тому не вимагає такого інтенсивного забезпечення радіаційної безпеки.

Описи біологічного різноманіття ЗВіЗБ(О)В на початковій та проміжній стадії аварії надавалися в контексті загального опису природних умов району ліквідації аварії [8, 18-21]. Ще одним джерелом даних були радіобіологічні та радіоекологічні дослідження диких тварин, які були спрямовані на невелику модельних видів – мисливських тварин, мишоподібних гризунів, риб, птахів та комах [22-37]. Слід відмітити, що кількість джерел про стан біологічного різноманіття за часів до аварії відносно невеликий. Цей район не був об'єктом інтересу дослідників за причини відсутності особо охороняємих природних територій рівня заповідник, дослідних стаціонарів і т.п. Тому дані наводяться в загальних зведеннях та локальних спостереженнях [38-49].



Спеціалізовані фауністичні дослідження у ЗВіЗБ(О)В на початковій та проміжній стадії аварії проводили співробітники Інститут зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України. Їх результати викладені в семі томах звіту за темою "Еколого-фауністичне обстеження території 30-км зони ЧАЕС та вивчення динаміки чисельності, стаціонального та біотопічного перерозподілу індикаторних груп тварин на модельних ділянках" [50]. Була проведена інвентаризація видового складу наземних хребетних, оцінка щільності та біотопічного розподілу видів мисливських тварин, окремих груп безхребетних. Загалом наприкінці 80-х років поступова відбулася зміна предмета дослідження від пошуку негативного впливу радіоактивного забруднення на біоту до процесів відновлення біоценозів в умовах радикального зняття антропогенного пресу [51]. Багаторічні спостереження виявили, що шоківий вплив іонізуючого випромінювання був обмежений в часі і просторі, а процес перебудови екосистем зайняв 4-5 років [52].

Потенціал території ЗВіЗБ(О)В як середовища існування фауни і флори було осмислене феноменологічно на основі окремих показників: наявності видів із Червоної книги України, щільності фонових видів та інші [53-57]. Системних досліджень з початку 90-х років не проводилось через загальну кризу бюджетного забезпечення у державі. В подальшому розуміння привабливості території ЗВіЗБ(О)В для реалізації природоохоронних проектів при дефіциті інформації щодо стану біоценозів призвело до негативних наслідків при реалізації першого такого проекту – програми «Фауна» у 1998 р. [58]. Оцінка наслідків цього управлінського рішення викликала дискусію серед експертної спільноти екологів, яка займалася проблемами ЗВіЗБ(О)В [59-60]. Неузгодженість даних по чисельності такої вивченої групи як великі ссавці призвела до хибних висновків і фактично загальмувала наступні природоохоронні проекти у ЗВіЗБ(О)В [61].

В нульових роках були опубліковані перші інвентаризації видового складу фауни хребетних та судинних рослин [62, 63]. Тоді ж за участі іноземних дослідників і сучасних технічних методів було проведено дослідження груп видів, які є ключовими для оцінки природоохоронного потенціалу території – це рукокрилі та хижаки. Фауну рукокрилих досліджували за допомогою акустичних детекторів та відлову із міченням [64]. Фотопастки дозволили уточнити статус ведмедя, рисі та вовка [65- 67]. Ряд міжнародних проектів було спрямовано на дослідження цінних з природоохоронної позиції груп тварин та ділянок у ЗВіЗБ(О)В [68-69]. На ці оцінки спиралась при створенні проекту організації території Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника [70]. Після створення Заповідника ці дослідження були продовжені на регулярній основі співробітниками наукового підрозділу установи [71, 72]. Застосування фотопасток, систем збору геопросторових даних спостережень за фауною, збір генетичного матеріалу - всі ці сучасні методи використовуються при реалізації досліджень в рамках програми Літопису природи [73].

## РОЗДІЛ 2. ОПИС РАЙОНУ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Територія дослідження включає в себе Чорнобильській радіаційно-екологічний біосферний заповідник та деякі ділянки зони промислового використання. Всі вони знаходяться у межах Зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. ЗВіЗБОВ – це спеціальна адміністративна територія, яку створили на землях, що зазнали найбільший вплив аварії на ЧАЕС у 1986 році і з якої провели евакуацію населення.

У визначенні форми та площі ЗВіЗБОВ був покладений принцип радіаційної безпеки. Урядовою комісією 02.05.1986 р. було прийнято рішення про евакуацію населення з території, обмеженою ізолінією потужності експозиційної дози 5 мр/год, де доза опромінення може досягти аварійний ліміт дози для населення згідно санітарних норм МОЗ СРСР (10 Бер). Створення безпосередньо інженерних бар'єрів на кордонах зони відчуження (огороження із колючого дроту із сигналізацією) проводилось в липні 1986 року силами військовослужбовців ВВ МВС, ПВ КДБ, МО СРСР і за участі фахівців Мінсредмашу. Дані захисні споруди не носили суцільного характеру. Таким чином, в перші часи ця територія не мала явних підстав для географічного виділення із навколишнього географічного середовища. Відмінність з'явиться пізніше, коли внаслідок зняття антропогенного пресу відбудеться поступове відновлення природного середовища та деградація штучних елементів ландшафту.

Радіоактивне забруднення території сформувалось, переважно, внаслідок надходження радіоактивних речовин із пошкодженого четвертого енергоблоку до атмосфери з наступним їх випадінням на ландшафт із атмосфери. Структура забруднення, в загальному масштабі, формується рядом слідів радіоактивних випадінь. На сьогодні радіаційна ситуація формується радіонуклідами цезій-137, стронцій-90, групою ізотопів плутонію та амеріцій-241.

Чорнобильський радіаційно-екологічний біосферний заповідник був створений Указом Президента України № 174 від 26 квітня 2016 року. Управління заповідником здійснює Державна адміністрація зони відчуження України. Функціональне зонування території Заповідника здійснено відповідно до Проекту організації території і складається з таких зон: заповідна, буферна, антропогенних ландшафтів, регульованого заповідного режиму, яка включає об'єкти ПЗФ, що створені до 2016 р. (рис. 1). Заповідник має кільцеподібну форму і розташовується навколо зони спеціального промислового використання, де розташовано ЧАЕС, вахтове місто Чорнобиль, об'єкти поводження з радіоактивними відходами, покинуте місто Прип'ять.

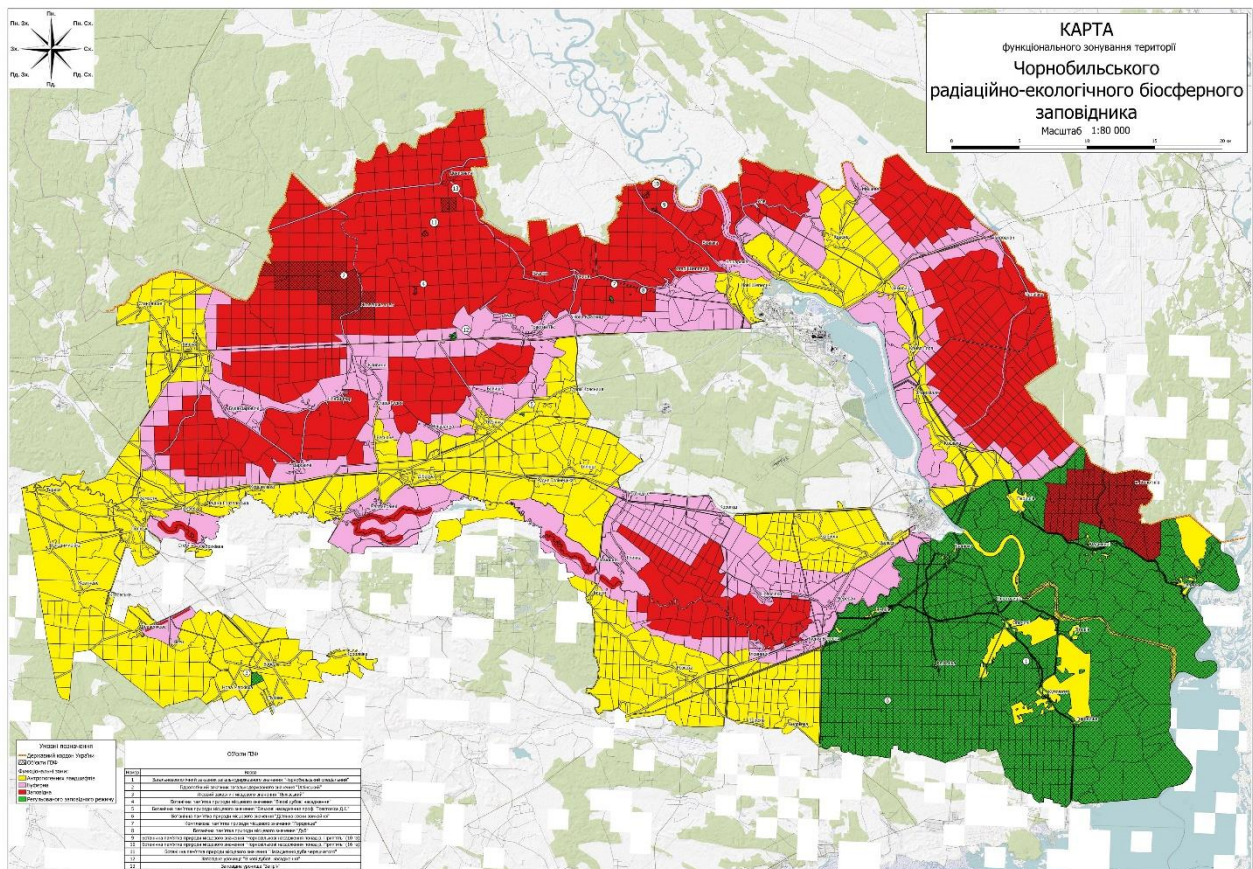


Рис. 1. Карта-схема функціонального зонування Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника

Щільність річкової системи на складає 0,39 км/км<sup>2</sup>. Представлена основною артерією р. Прип'ять та річками другого порядку - Уж, Сахан і Брагінка. Мало озер, їх замінюють штучні утворення – копанки, пожежні водойми, сільські пруди та інше. Розвинута мережа гідромеліоративних каналів у стадії дерегуляції.

Ліси складають 55% рослинного покриву заповідника до їх складу входять соснові ліси (до 40%), дубово-соснові (35%), дубові та грабово-дубові, вільхові та вторинні дрібнолистяні (до 25%). Луки займають 10% рослинного покриву, болота - 5%. Нетиповим для Полісся біотопом є перелоги, які утворилися на місці колишніх сільськогосподарських угідь (30%), які є своєрідним аналогом степових екосистем.

Наразі флора, достовірно зафіксована в природному стані на території заповідника, налічує 164 види (з 1290 видів), які занесені до охоронних списків різного рангу, починаючи від міжнародних (Європейський список видів флори і фауни, що перебувають під загрозою зникнення – 7 видів, Бернська конвенція – 12 видів, CITES – 16 видів), національних (Червона книга України (видання 2021 р.) – 66 видів), занесені до охоронних списків різного рангу: місцевого (Список регіонально рідкісних і таких, що перебувають під загрозою зникнення видів рослин і грибів, які потребують охорони у Київській області від 07.02.2012 р. – 108 видів).

На території Заповідника нараховується 355 видів фауни, занесених до різних природоохоронних списків. Зокрема, до Червоної книги України занесено 101 вид, до Європейського червоного списку 33 види? до Додатку II (види, що підлягають особливій охороні) та III (види, що підлягають охороні, їх регулюванню) Бернської конвенції занесено 194 види, CITES – 70 видів, до Боннської конвенції – 105 видів.



## РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1. Показники потужності еквівалентної дози

Радіаційно-екологічний моніторинг навколишнього середовища на території зони відчуження здійснює ДСП «Екоцентр». Моніторинг вмісту радіонуклідів проводиться у повітрі, поверхневих і підземних водах, стічних водах, технічній воді, ґрунті, компонентах наземних і водних екосистем, продуктах харчування та несанкціонованих поселеннях " самопоселенців". Мережа спостережень складається з 146 пунктів моніторингу. Автоматизована система радіаційного контролю (АСКР) безперервно контролює потужність еквівалентної дози гамма-випромінювання (ПЕД) на 39 пунктах спостереження, розташованих в межах зони відчуження, включаючи промислову зону ЧАЕС і місто Славутич (рис. 2).

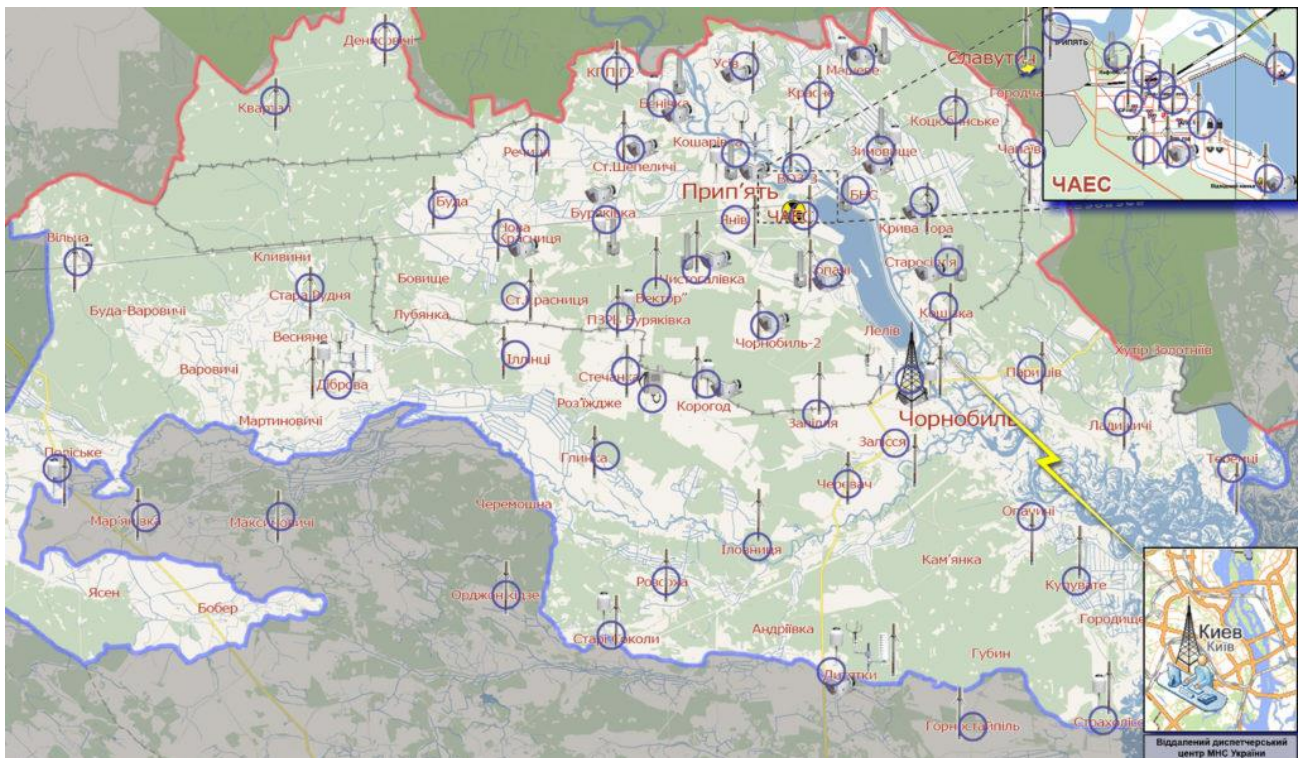


Рис. 2. Розташування постів АСКРС у ЗВіЗБ(О)В

На території Заповідника розташовані такі елементи мережі спостереження: пункти АСКРС – 16 од.; пункти моніторингу поверхневих вод – 7 од.; пункти моніторингу приземного шару атмосфери – 5 од. Інформація про радіаційний стан на території Заповідника надається ДСП «Екоцентр» у форматі щоденної та щомісячної довідки.

У 2022 році започатковано збір інформації про радіаційний стан з використанням трекерів-дозиметрів bGeigie Nano в рамках співпраці із міжнародним НГО Safecast (рис.3). З червня місяця 2022 року виконано близько 33600 вимірів потужності експозиційної дози (мкЗв/год).



Рис. 3. Трекер-дозиметр bGeigie Nano на службовому транспорті

### 3.2. Емпіричні показники біорізноманіття

Для збору геопросторових даних про біорізноманіття співробітниками Заповідника використовується мобільний додаток ArcGIS Survey123 в якому створили опитувальник «Фауна» (табл.1). Опитувальник включає тільки види наземних хребетних тварин. Для фіксації даних щодо рослин та безхребетних тварин застосовується додаток INaturalist добровільно.

Об'єм даних, які зібрані опитувальником «Фауна» в період 2020 – 2023 рр. становить 1978 записів. Опитувальник має закритий характер – вибирати можна тільки варіанти відповіді. Нотатки вносяться в категорію «Опис».

**Таблиця 1.** Структура опитувальника «Фауна»

№	Категорія	Зміст
1	Підрозділ	Керівництво
2		Відділ державної охорони ПЗФ
3		Науковий відділ
4		Відділ збереження та відтворення тваринного світу
5		Відділ режиму
6	Клас тварин	Риби
7		Амфібії
8		Рептилії
9		Птахи
10		Ссавці
11	Об'єкт	Тварина
12		Труп, залишки
13		Слід
14		Погризи, задіри
15		Нора
16		Гніздо
17		Дамба
18		Хатка
19		Здобич
20		Інше
21	Опис	Нотатки у вільній формі



За допомогою мобільної платформи для збору даних про біорізноманіття iNaturalist на території ЗВіЗБ(О)В за період із 2004 по 2023 зібрано 3117 записів. На відміну від опитувальника «Фауна» він орієнтований на всі систематичні категорії біорізноманіття. Також, що важливо, процес визначення вимагає мінімальної втручання користувача платформи – процес ідентифікації виду відбувається майже автоматично, але за наявності фото- або аудіоматеріалу. В деяких установах ПЗФ платформа iNaturalist використовують як інструмент фіксації даних під час польових досліджень.

## РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 4.1. Показники вимірювання потужності еквівалентної дози

Оперативний контроль ПЕД не носить суцільний характер і відображає активність співробітників ЧРЕБЗ. Кількість вимірів звели до розподілу щільності по території. Для цього територію ЗВіЗБ(О)В поділили на комірки розміром 5 на 5 км. Для кожної комірки обрахували кількість вимірів (рис. 4). Найбільша кількість припадає на місто Чорнобиль. Це пов'язано із тим, що тут розташовані головні підрозділи ЧРЕБЗ і тут починаються і закінчуються всі маршрути. Відповідно, це центральна логістична точка.

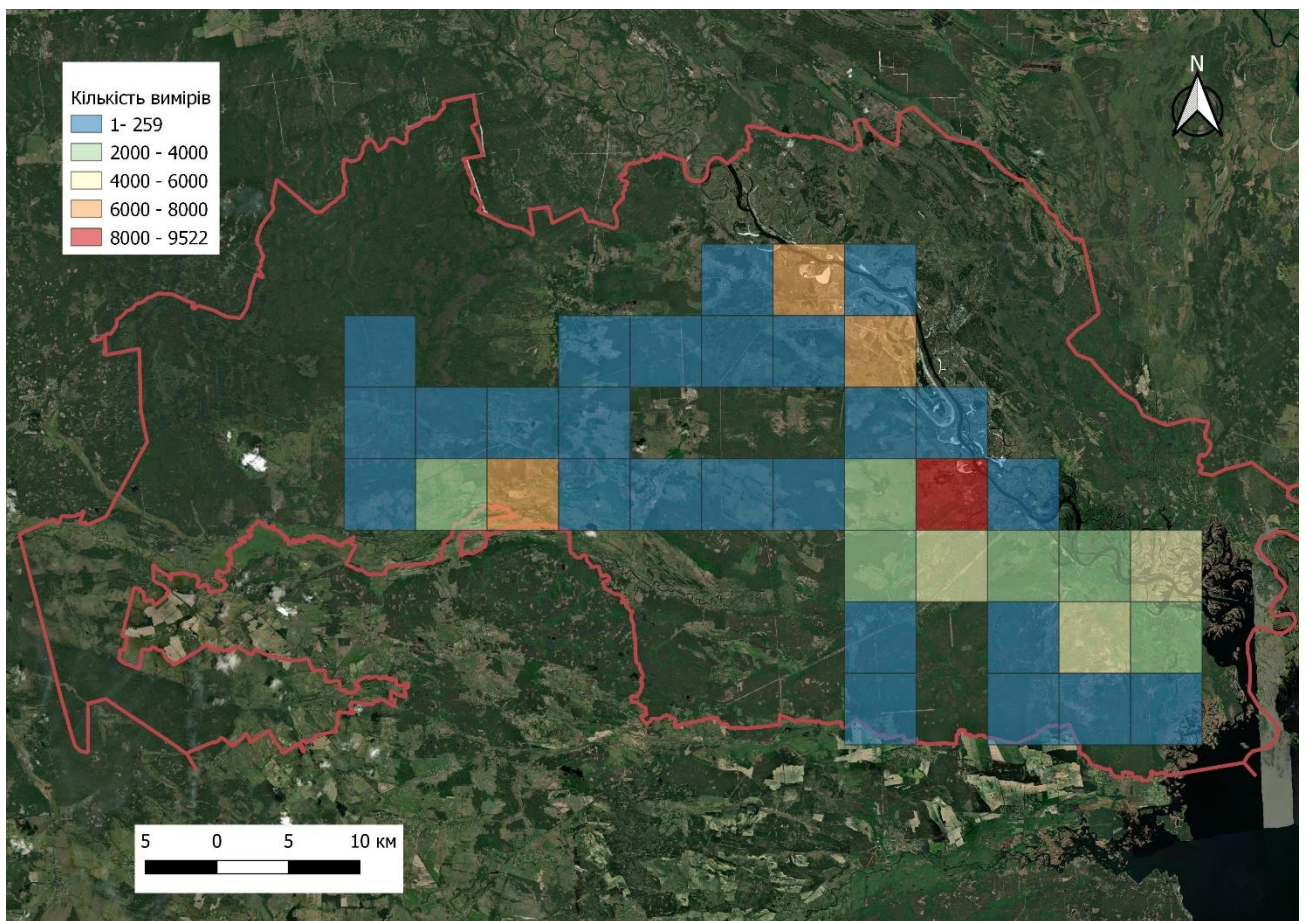


Рис.4. Просторовий розподіл кількості вимірів ПЕД

Дві точки концентрації в центрі ЗВіЗБ(О)В – м. Прип'ять та водойма-охолоджувач ЧАЕС - пов'язані із науковими проектами, які виконуються науковим відділом. На водоймі-охолоджувачі ЧАЕС проводяться регулярні радіобіологічні дослідження та спостереження за мігруючими птахами. У м. Прип'ять проводились обліки птахів та збір зразків для дослідження комарів. Ділянка на заході – меліоративна система «Уж» - де проводяться регулярні обстеження водно-болотних угідь. Ділянка у південно-східній частині Заповідника пов'язана із об'єктами інфраструктури – два ПНДВ та одна ділянка служби охорони. Крім того цей район має найбільший ступень доступності та безпеки після деокупації у квітні 2022 р.

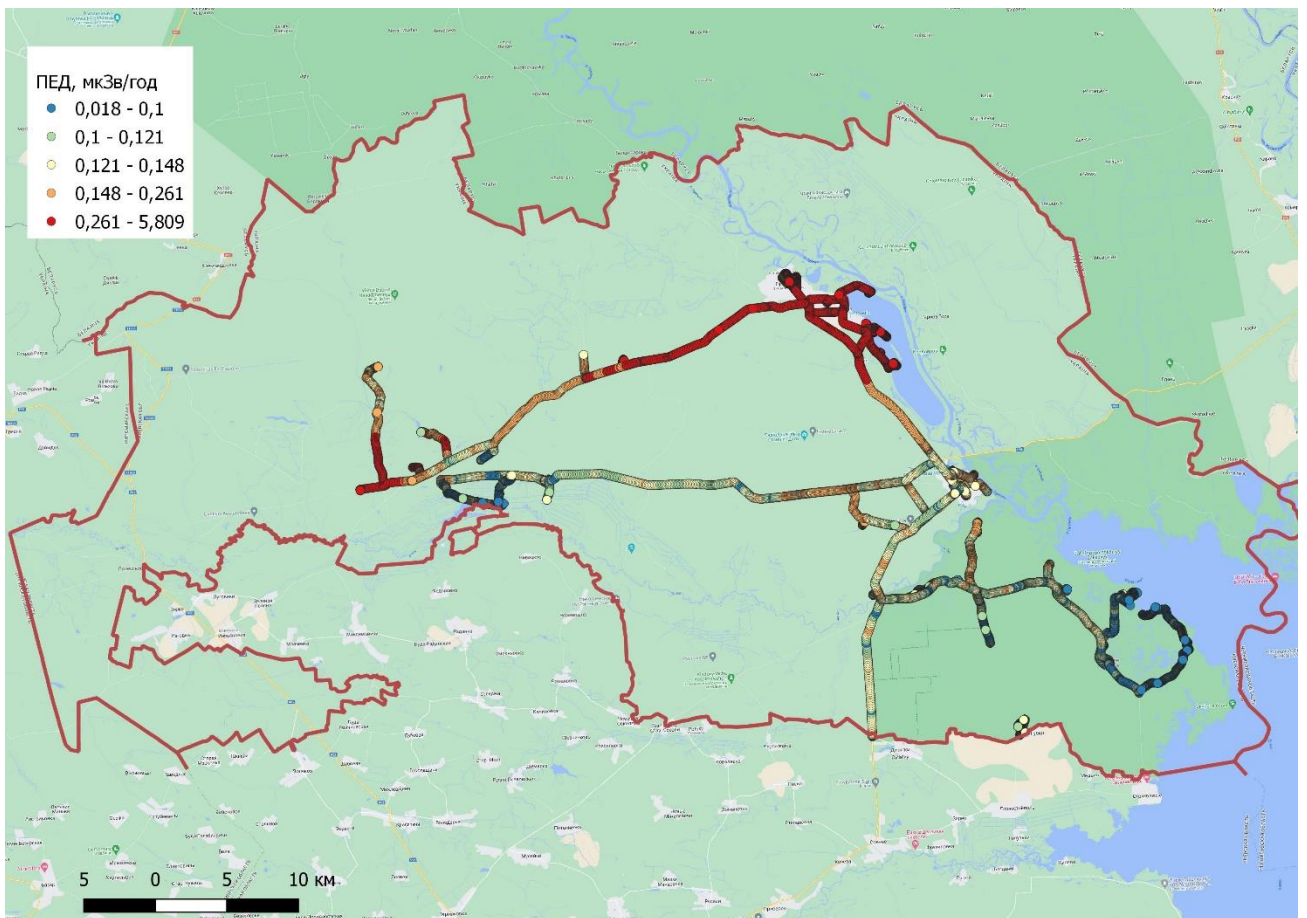


Рис.5. Показники вимірів ПЕД за допомогою трекер-дозиметра bGeigie Nano



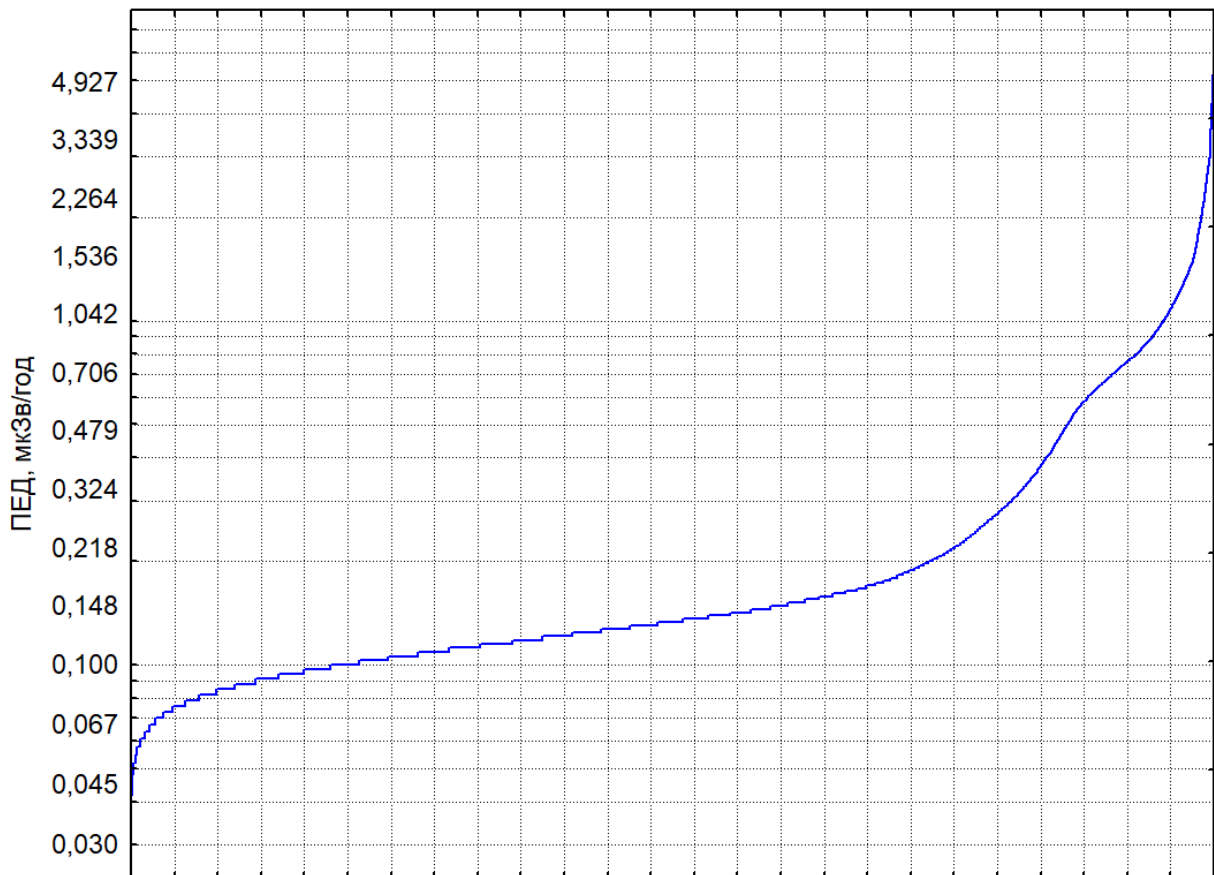
За час спостережень зібрано 65 535 вимірювань. Показники ПЕД займають доволі широкий діапазон у два порядки – від 0.03 до 5.81 мкЗв/год (табл.2, рис.7). В цілому ці показники відповідають структурі радіоактивних випадіннь і відображають неоднорідність забруднення території ЗВіЗБ(О)В (рис.5). При цьому на територіях ПНДВ Заповідника та у м. Чорнобиль відмічаються відносно низькі та доволі однорідні показники ПЕД. Високі та варіативні показники ПЕД характерні для ближній зони ЧАЕС – м. Прип'ять та водойми-охолоджувачу ЧАЕС (рис.6).



Рис.6. Показники вимірів ПЕД за допомогою трекер-дозиметра bGeigie Nano на території водойми-охолоджувача ЧАЕС

**Таблиця 2.** Результати вимірювання Safecast

Локація	N	Середнє	Мін.	Макс.	Стандартне відхилення	Коефіцієнт варіації, %
<b>ПНДВ</b>						
Купуватське	4221	0.10	0.04	0.17	0.02	21
Опачичське	20660	0.12	0.03	0.57	0.04	35
Корогодське	1807	0.17	0.06	0.28	0.04	24
Луб'янське	4703	0.12	0.04	0.31	0.04	29
<b>Інші локації</b>						
Водойма-охолоджувач ЧАЕС	6594	0.91	0.10	4.62	0.63	70
м. Прип'ять	5769	0.46	0.07	1.43	0.23	50
м. Чорнобиль	7117	0.14	0.04	0.33	0.03	25
Загалом	65535	0.27	0.03	5.81	0.41	151



**Рис.7.** Ранжирований розподіл показників ПЕД

З позиції радіаційної безпеки результати вимірювання ПЕД не досягають показників, які необхідні для застосування наряду-допуску згідно ОСПУ-2005 та Правил радіаційної безпеки при проведенні робіт у зоні відчуження і зоні безумовного (обов'язкового) відселення.

#### 4.2. Структура даних опитувальника «Фауна»

Просторовий розподіл даних, які були зібрані опитувальником «Фауна» не є рівномірним (рис. 8). Точки найбільшої концентрації спостережень – м. Чорнобиль, с. Черевач та с. Оташів. Крім того кількість спостережень росте у напрямку із заходу на схід.

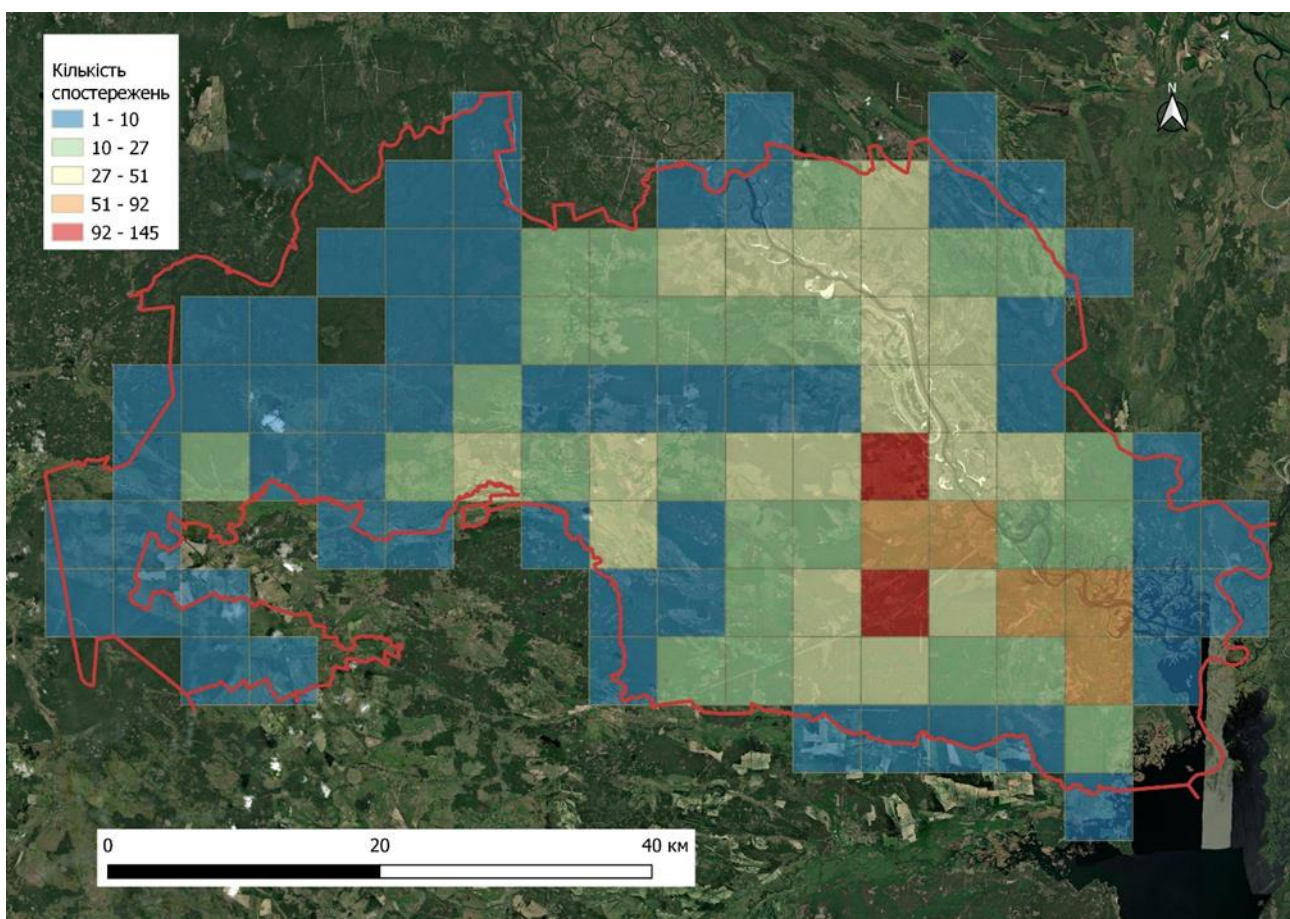


Рис. 8. Просторовий розподіл записів опитувальника «Фауна»



На макрорівні найбільша концентрація спостережень лежить біля доріг, так 74% відсотки спостережень зафіксовано в 100-м полосі вздовж автодоріг. Приріст спостережень далі досить невеликий: лише декілька відсотків на кожні наступні 100 м.

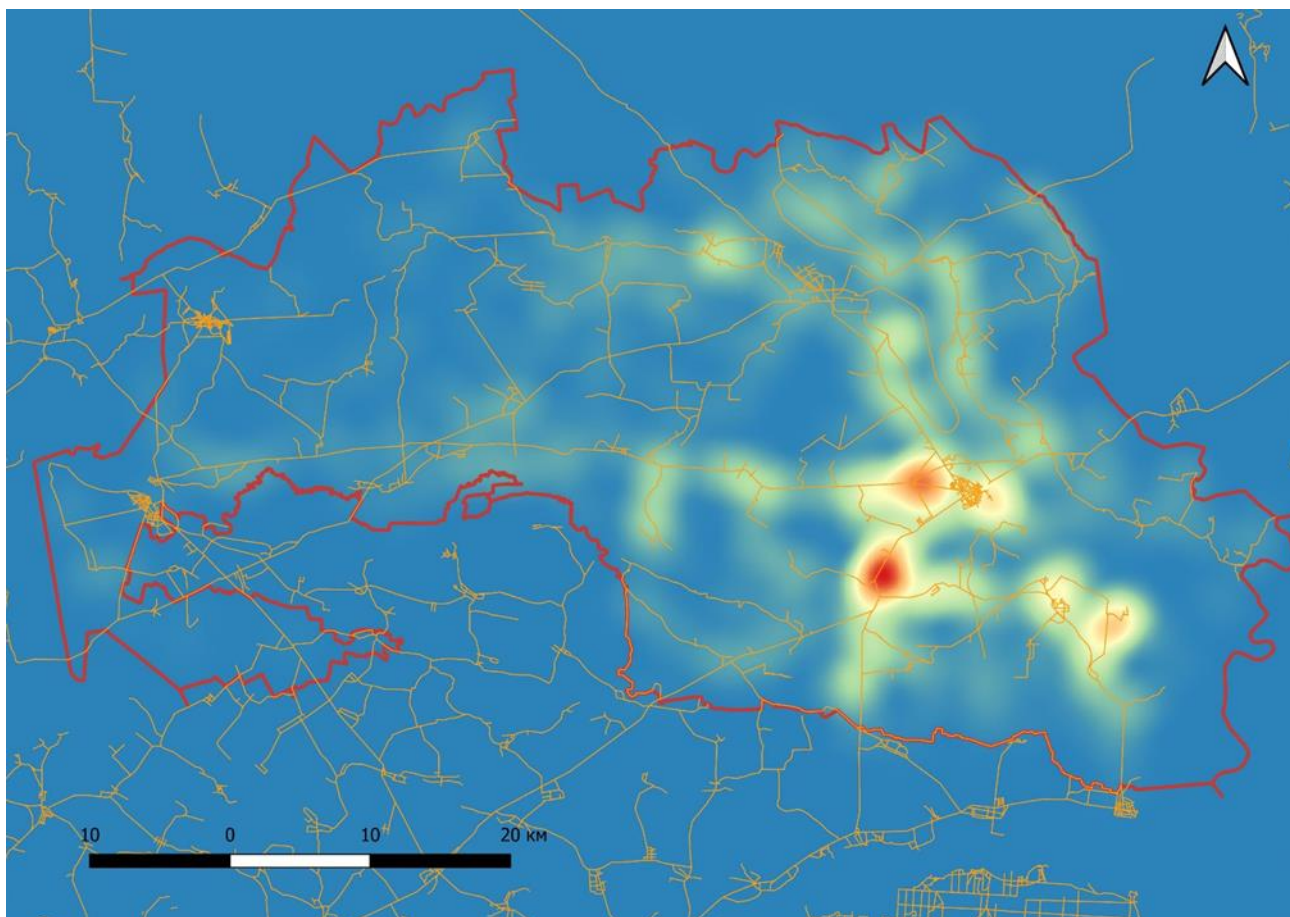


Рис. 9. Просторовий розподіл записів опитувальника «Фауна», метод термокарт

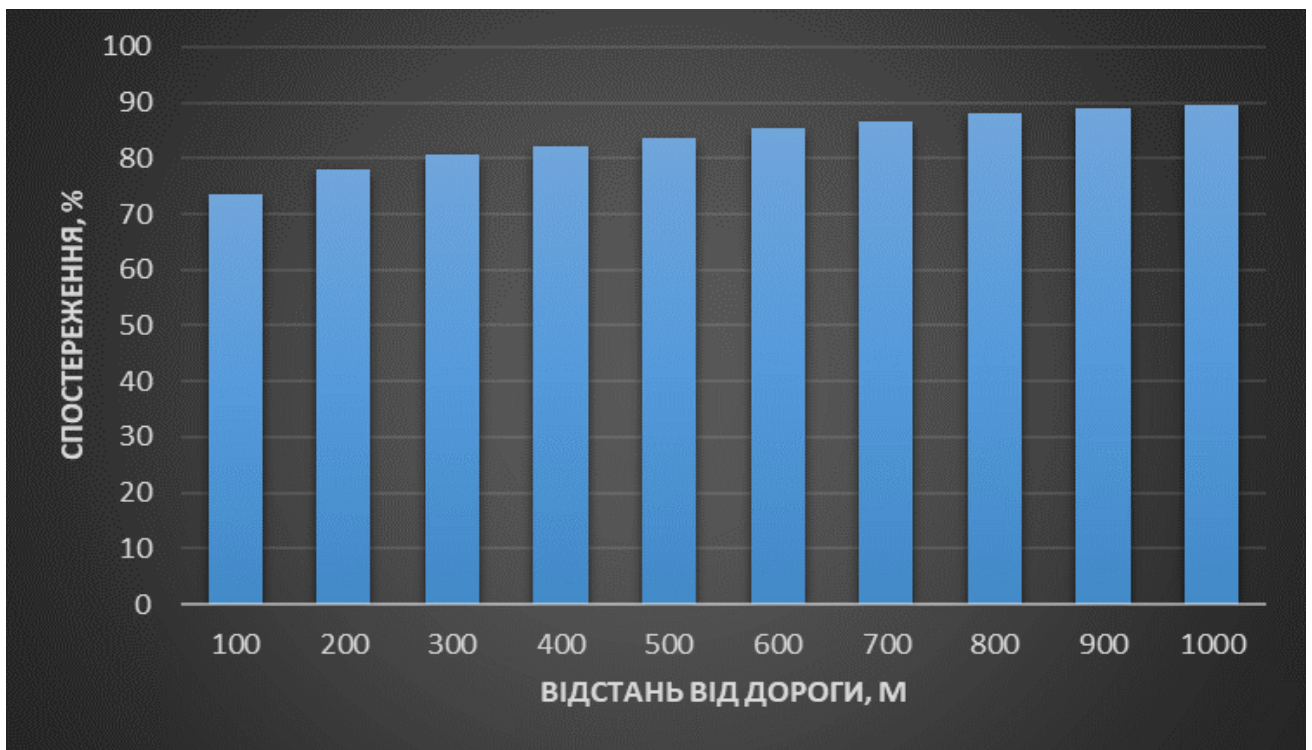


Рис. 10. Залежність кількості спостережень від відстані від автодоріг

Структура даних має свої особливості, які полягають у нерівномірній презентації різних груп тварин. На рівні класу тварин дві третини спостережень відносяться до ссавців, ще третина до птахів (табл.3).

**Таблиця 3.** Результати застосування опитувальника «Фауна»

№	Клас тварин	Спостереження	
		Кількість	%
1	Амфібії	2	0,09
2	Плазуни	46	1,97
3	Птахи	740	31,73
4	Ссавці	1 520	65,18

Герпетофауна має мінімальну представленість в опитувальнику. Клас амфібій представлений двома видами із зафіксованих у фауні Заповідника 11 видів (табл. 4). На відміну від них рептилій представлені 7ма з 8ми видів. Представленість видів нерівномірна – чотири види: вуж звичайний, гадюка звичайна, мідянка, черепаха болотна – склали 90 % фіксацій.



**Таблиця 4.** Результати застосування опитувальника «Фауна», герпетофауна

№	Вид	Спостереження	
		Кількість	%
1	Ропуха звичайна	1	2
2	Жаба гостроморда	1	2
3	Черепаша болотна	21	44
4	Веретільниця	2	4
5	Ящірка прудка	1	2
6	Вуж звичайний	5	10
7	Гадюка звичайна	7	15
8	Мідянка	10	21

Клас птахів налічує 245 видів із них 78 зафіксовано в опитувальнику «Фауна». Розподіл має порівняно рівномірний розподіл – доміанти не мають велику вагу у вибірці (табл.5).

**Таблиця 5.** Результати застосування опитувальника «Фауна», птахи

№	Вид	Спостереження	
		Кількість	%
1	Тетерук	110	15
2	Куріпка сіра	59	8
3	Орябок	53	7
4	Орлан-білохвіст	48	7
5	Канюк звичайний	47	6
6	Крижень	36	5
7	Лелека чорний	28	4
8	Сичик-горобець	28	4
9	Підсоколик великий	25	3
10	Осоїд	24	3
11	Сорокопуд сірий	19	3
12	Лéбідь-кликун	18	2
13	Боривітер звичайний	15	2
14	Чепура велика	13	2
15	Лунь очеретяний	13	2
16	Підорлик малий	13	2
17	Журавель сірий	13	2
18	Зміїд	11	1

Клас ссавців налічує 60 видів із них 23 зафіксовано в опитувальнику «Фауна». Розподіл має нерівномірний характер – 50% спостережень припадають на два види: олень шляхетний, лось європейський. Більша частина спостережень припадає на тварин середнього та великого розмірного класу. Крім того це види, які мають високий рівень ідентифікації. Слід зазначити, що для безпосереднього спостереження недоступні кажани та мишоподібні гризуни. Їх дослідження вимагають спеціального обладнання. Ссавці водно-болотного комплексу мають обмежену доступність для безпосереднього спостереження. Не менш важливим фактором є часова активність тварин та спостерігачів. Дані з фотопасток показують максимуми активності тварин в темний час доби [73]. Втім, активність співробітників Заповідника вкладається у світлий час доби.

**Таблиця 6.** Результати застосування опитувальника «Фауна», ссавці

№	Вид	Спостереження	
		Кількість	%
1	Олень шляхетний	451	30
2	Лось європейський	310	20
3	Сарна європейська	190	13
4	Кінь дикий	164	11
5	Заєць сірий	68	4
6	Бобер європейський	67	4
7	Вовк	59	4
8	Лис рудий	43	3
9	Єнот уссурійський	34	2
10	Свиня лісова	30	2
11	Борсук європейський	17	1
12	Рись євразійська	15	1.0
13	Видра річкова	15	1.0
14	Ласиця	11	0.7
15	Куниця лісова	8	0.5
16	Ведмідь бурий	5	0.3
17	Вивірка лісова	4	0.3
18	Їжак білочеревий	4	0.3
19	Кріт європейський	3	0.2
20	Миша хатня	1	0.07
21	Білозубка мала	1	0.07

№	Вид	Спостереження	
		Кількість	%
22	Куниця кам'яна	1	0.07
23	Зубр	1	0.07

Наступним елементом структури даних є тип об'єкту, який фіксує спостерігач. В опитувальнику є дев'ять типів об'єкту, які тим чи іншим способом презентують присутність виду (табл. ). Основна більшість спостерігачів віддає перевагу у фіксації безпосередньо особин тварин. З великим відривом, на рівні декількох процентів, ідуть фіксації загиблих тварин, сліди та погризи. Всі інші відмічаються поодинокі.

**Таблиця 7.** Результати застосування опитувальника «Фауна», об'єкти

№	Вид	Спостереження	
		Кількість	%
1	Тварина	2 073	88,86
2	Труп, залишки	54	2,31
3	Слід	77	3,3
4	Погризи, задіри	38	1,63
5	Нора	8	0,34
6	Гніздо	20	0,86
7	Дамба	6	0,26
8	Хатка	4	0,17
9	Здобич	0	0
10	Інше	26	1,11

Важливим компонентом структури опитувальника є самі його користувачі, ті хто наповнюють його даними. Серед персоналу, який працює на території Заповідника, повнота користування опитувальником доволі нерівномірна. Так найбільша кількість користувачів у науковому відділі, найменша - у відділі відтворення та збереження тваринного світу. З кількістю користувачів пов'язаний індекс вирівняності – при малій кількості користувачів велику долю спостережень робить мала доля співробітників.

**Таблиця 8.** Результати застосування опитувальника «Фауна»

№	Підрозділ	Спостереження		Відсоток користувачів	Індекс вирівняності
		Кількість	%		
1	Відділ державної охорони природно-заповідного фонду	289	12	60	0,6
2	Науковий відділ	1 532	66	100	0,35
3	Відділ відтворення та збереження тваринного світу	453	19	10	0,94
4	Керівництво	1	0,04	33	-

### 4.3. Структура даних платформи «iNaturalist»

Просторовий розподіл даних платформи «iNaturalist», в цілому схожий з таким в опитувальнику «Фауна» (рис. 11). В західній частині є лакуни, але характер місць з найбільшою концентрацією спостережень співпадає: це місця концентрації персоналу (м. Чорнобиль із заплавою), м. Прип'ять, основні транспортні магістралі. Кількість спостережень також росте у напрямку із заходу на схід.

Розподіл даних по категоріям має свої особливості. Так, тварини представлені класами, всі інші – протозоа, гриби та рослини – царствами. Найбільша кількість спостережень припадає на рослини, за ними їдуть птахи, гриби, комахи та ссавці (табл. 9).

**Таблиця 9.** Результати застосування платформи «iNaturalist» для території ЗВіЗБ(О)В

№	Систематична категорія	Кількість видів	Кількість спостережень
1	Plantae	580	1904
2	Aves	108	430
3	Fungi	150	330
4	Mammalia	23	208
5	Insecta	125	186

№	Систематична категорія	Кількість видів	Кількість спостережень
6	Reptilia	6	21
7	Arachnida	7	10
8	Actinopterygii	4	9
9	Amphibia	5	8
10	Mollusca	5	5
11	Protozoa	1	1

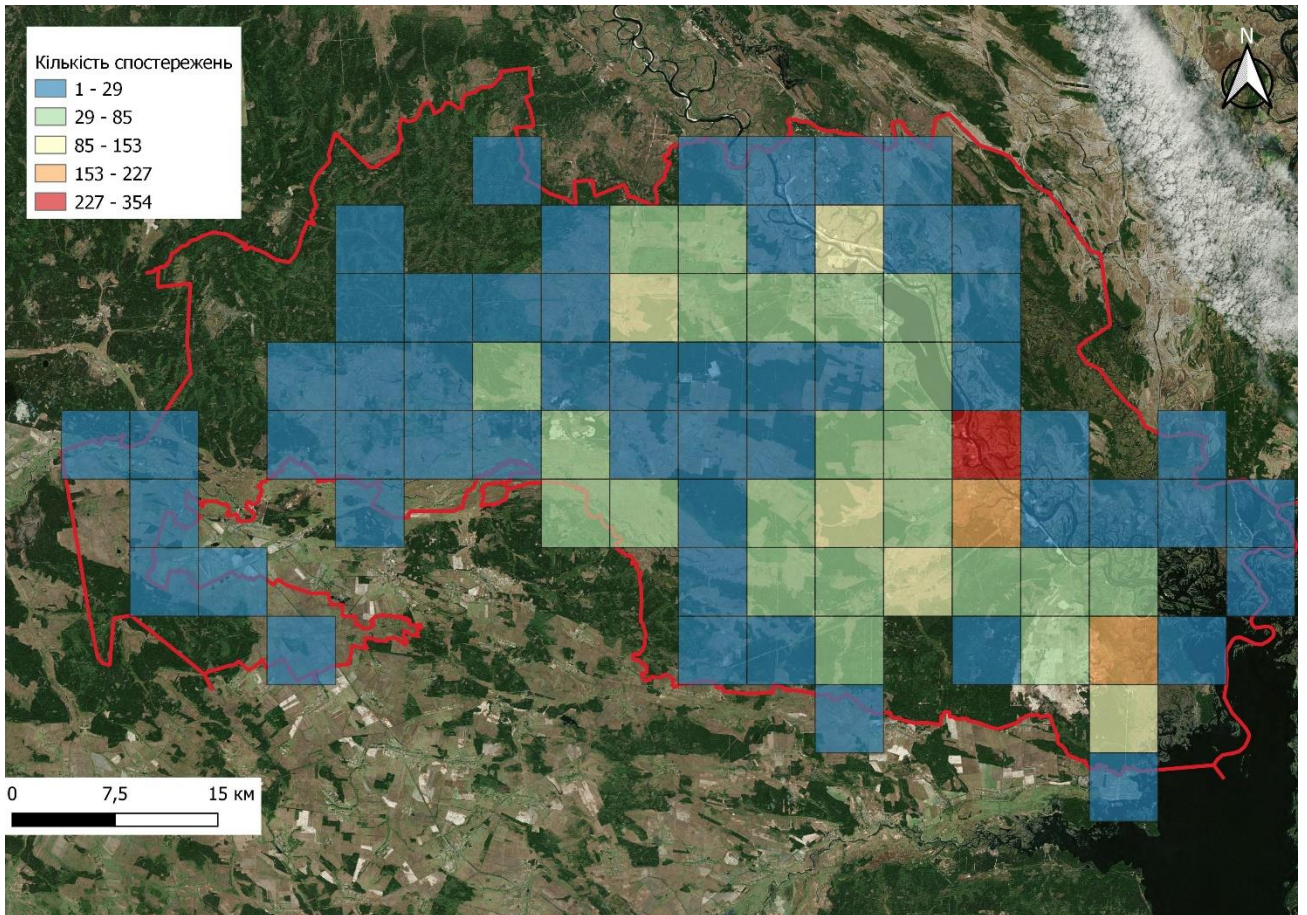


Рис. 11. Просторовий розподіл записів платформи «iNaturalist» у ЗВіЗБ(О)В

Із класу птахів зафіксовано 108 видів, це на 30 більше ніж в опитувальнику «Фауна». Втім, переважна більшість цих видів складають фонові ординарні види, які фахівці заповідника в силу професійної деформації не вносять до опитувальника (табл. 10). Розподіл має спостережень має рівномірний розподіл – індекс вирівняності становить 0,07.

**Таблиця 10.** Найбільш чисельні види птахів платформи «iNaturalist»

№	Вид	Спостереження	
		Кількість	%
1	<i>Haliaeetus albicilla</i>	30	7.0
2	<i>Parus major</i>	22	5.1
3	<i>Lyrurus tetrix</i>	19	4.4
4	<i>Buteo buteo</i>	18	4.2
5	<i>Circaetus gallicus</i>	14	3.3
6	<i>Cygnus cygnus</i>	10	2.3
7	<i>Ciconia nigra</i>	10	2.3
8	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	9	2.1
9	<i>Lanius excubitor</i>	8	1.9
10	<i>Dendrocopos major</i>	8	1.9
11	<i>Lanius collurio</i>	8	1.9
12	<i>Periparus ater</i>	7	1.6
13	<i>Anthus trivialis</i>	7	1.6
14	<i>Motacilla alba</i>	7	1.6
15	<i>Falco tinnunculus</i>	7	1.6
16	<i>Aegithalos caudatus</i>	7	1.6
17	<i>Poecile montanus</i>	7	1.6
18	<i>Turdus viscivorus</i>	7	1.6
19	<i>Erithacus rubecula</i>	7	1.6
20	<i>Streptopelia turtur</i>	7	1.6

Із класу ссавців зафіксовано 21 вид, це менше ніж в опитувальнику «Фауна». Крім того, тут присутні дрібні ссавці та домашній собака (табл.11). Розподіл також має нерівномірний характер – 50% спостережень припадають на два види: кінь Пржевальського та лось європейський. Більша частина спостережень теж припадає на тварин середнього та великого розмірного класу, які мають високий рівень ідентифікації.

Записи із категорій рептилій мають меншу кількість записів, амфібій – більшу, але в цілому співставні з опитувальником «Фауна». Комахи, рослини та гриби – незважаючи на велику кількість записів, вони мають великий відсоток фонових видів.

**Таблиця 11.** Результати застосування платформи «iNaturalist», ссавці

№	Вид	Спостереження	
		Кількість	%
1	<i>Equus ferus przewalskii</i>	59	28
2	<i>Alces alces</i>	47	23
3	<i>Cervus elaphus</i>	18	8.7
4	<i>Capreolus capreolus</i>	14	6.7
5	<i>Sus scrofa</i>	14	6.7
6	<i>Vulpes vulpes</i>	9	4.3
7	<i>Lepus europaeus</i>	8	3.8
8	<i>Castor fiber</i>	7	3.4
9	<i>Canis lupus</i>	5	2.4
10	<i>Mustela nivalis</i>	3	1.4
11	<i>Sciurus vulgaris</i>	3	1.4
12	<i>Canis familiaris</i>	2	1.0
13	<i>Neogale vison</i>	2	1.0
14	<i>Talpa europaea</i>	2	1.0
15	<i>Sorex araneus</i>	2	1.0
16	<i>Apodemus</i>	2	1.0
17	<i>Ursus arctos arctos</i>	1	0.5
18	<i>Nyctereutes procyonoides</i>	1	0.5
19	<i>Apodemus agrarius</i>	1	0.5
20	<i>Rattus norvegicus</i>	1	0.5
21	<i>Lepus timidus</i>	1	0.5

Спостереження по території ЗВіЗБ(О)В на платформі «iNaturalist» внесли 46 користувачів (рис. 12). При цьому майже 90% спостережень внесли 5 користувачів. Серед яких один має постійний доступ до території (співробітник Заповідника), два систематичний, а ще два перебували тут лише два дні. Відносно двох останніх, які є фахівцями ботаніками, можна сказати, що їх поведінка схожа на змагання на зразок бердвотчінга. Це показує верхню межу можливостей користування даним додатком, що, правда, можливо лише для нерухомих об'єктів – рослин та грибів.

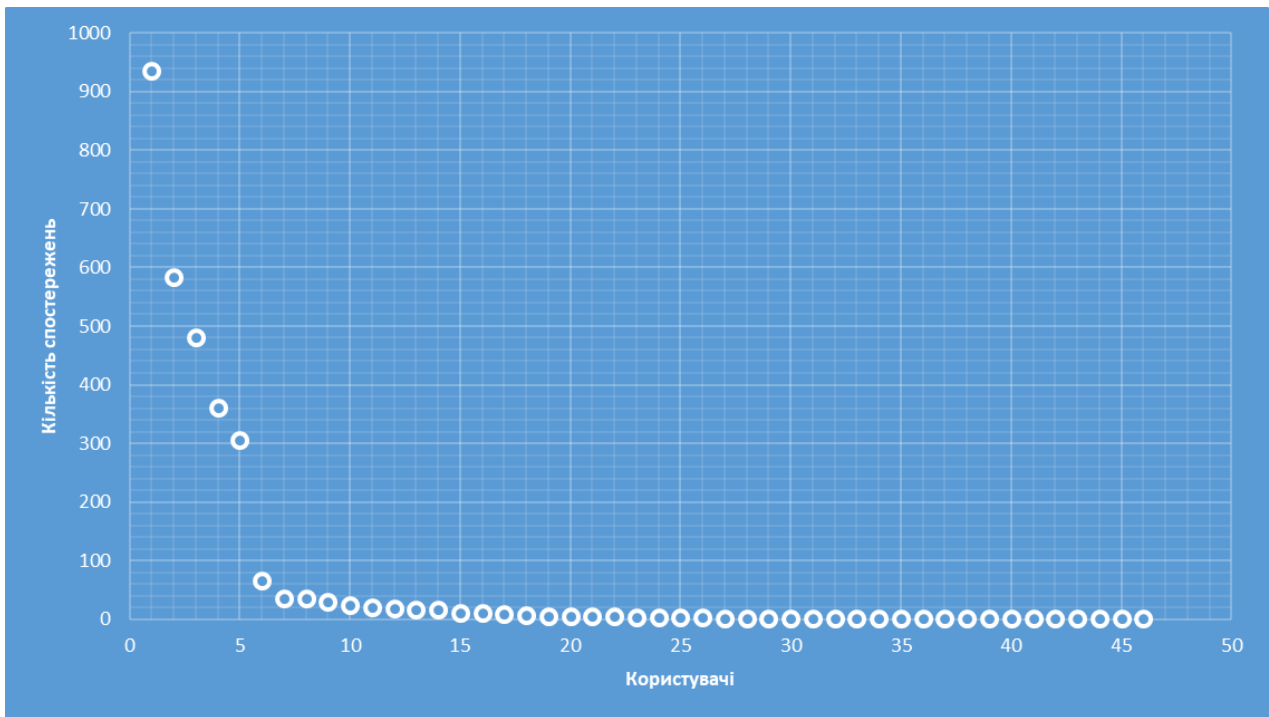


Рис. 12. Розподіл спостережень серед користувачів платформи «iNaturalist»

#### 4.4. Порівняння різних методів збору геопросторових даних про біорізноманіття

Для порівняння обрали ми одну систематичну групу – клас Ссавців. В якості об’єктів порівняння взяли дослідження, які виконуються фотопастками. Тут є схожі риси: фотопастки як і людина фіксують переважно середніх та великих тварин. Є відмінності, які зменшують фактор впливу людини: вони не пугають тварин, працюють цілодобово, фіксують всіх тварин, що попали в зону контролю датчика руху, не обмежені відкритим простором.

Порівняння проводили методом кластерного аналізу обраховуючи дистанції між наборами видів у таких вибірках: опитувальник «Фауна», платформа «iNaturalist», моніторинг великих ссавців в рамках проекту «Полісся без кордонів» [74], малоресурсне дослідження ссавців за допомогою фотопасток



[73]. Для нормування показників чисельність тварин перевели у відсотки (табл. 12).

**Таблиця 12.** Порівняльна таблиця фіксації видів ссавців

<b>Вид</b>	<b>«Фауна»</b>	<b>«iNaturalist»</b>	<b>«Полісся без кордонів»</b>	<b>Малоресурсне дослідження</b>
Олень шляхетний	30	9	47	48,4
Лось європейський	20	23	14	3,8
Сарна європейська	13	6,7	17	0
Кінь дикий	11	28	6	23,8
Заєць сірий	4	4	0	10
Бобер європейський	4	3,4	3	0
Вовк	4	4,3	1	4,1
Лис рудий	3	4,3	3	1,8
Єнот уссурійський	2	0,5	0	3
Свиня лісова	2	6,7	4	4,6
Борсук європейський	1	0	1	0,2
Рись євразійська	1	0	0,3	0
Видра річкова	1	0	0	0
Ласиця	0,7	2	0	0
Куниця лісова	0,5	0	0,6	0
Ведмідь бурий	0,3	0,5	0,1	0
Вивірка лісова	0,3	1,4	0	0
Їжак білочеревий	0,3	0	0	0
Кріт європейський	0,2	1	0	0

<b>Вид</b>	<b>«Фауна»</b>	<b>«iNaturalist»</b>	<b>«Полісся без кордонів»</b>	<b>Малоресурсне дослідження</b>
Миша хатня	0,07	0	0	0
Білозубка мала	0,07	1	0	0
Куниця кам'яна	0,07	0	0	0
Зубр	0,07	0	0	0
Щур сьрий	0	0,5	0	0
Миша польова	0	0,5	0	0

Обрахунок виявив, що показники опитувальника «Фауна» більші близькі до результатів моніторингу великих ссавців «Полісся без кордону» ніж до інших вибірок, «iNaturalist» найбільш відрізняється від інших вибірок (рис. 13, табл.13). Слід зазначити, що проект «Полісся без кордону» зібрав велику кількість даних – 37400 фотофіксацій. Розташування 76 фотопасток було на випадково вибраних клітинок сітки 3,1 x 3,1 км у межах ЗВіЗБ(О)В. Тобто цей масив даних найбільше репрезентує групу середніх та великих ссавців на цій території. Близькість показників даних опитувальника «Фауна», вірогідно, показує важливість великої кількості спостережень при максимально можливому покритті території.

**Таблиця 13.** Матриця відстаней обрахована за допомогою кластерного аналізу

	<b>«Фауна»</b>	<b>«iNaturalist»</b>	<b>«Полісся без кордонів»</b>	<b>Малоресурсне дослідження</b>
<b>«Фауна»</b>	0,0	28,5	20,1	31,6
<b>«iNaturalist»</b>		0,0	46,5	45,4
<b>«Полісся без кордонів»</b>			0,0	29,0
<b>Малоресурсне дослідження</b>				0,0

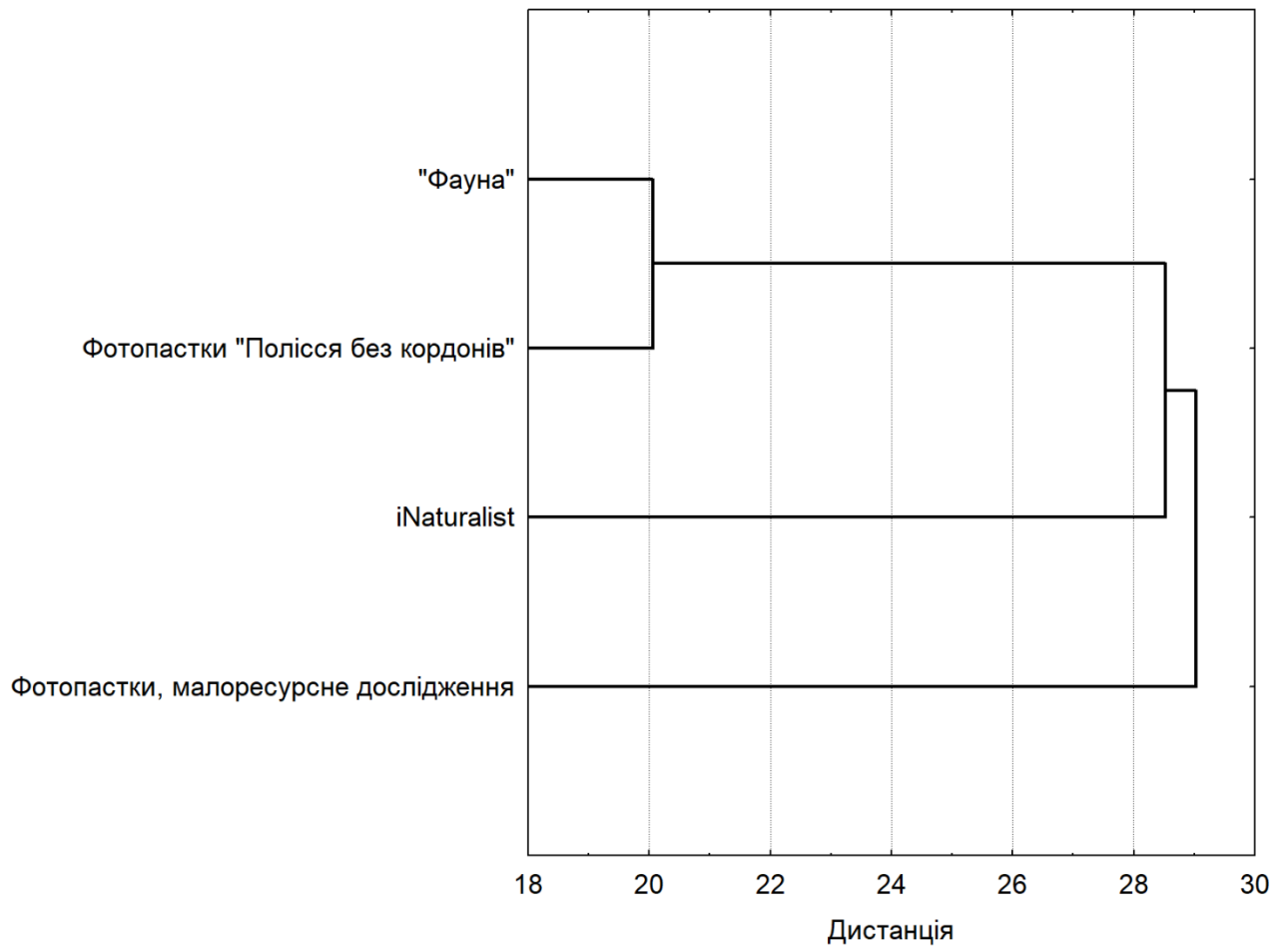


Рис. 13. Дендрограма відстаней між вибірками наборів видів ссавців отриманих різними методами

## РОЗДІЛ 5. ЗАСТОСУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ В ДІЯЛЬНОСТІ ЗАПОВІДНИКА

Кожен рік в Київській області проводиться осіння компанія по пероральній вакцинації диких хижих тварин – вакцину у їстівній оболонці рівномірно розкидають з літака по угіддям. В 2023 році у зв'язку із обмеженням військового часу застосування літака не було можливим. В межах ЗВіЗБ(О)В вакцину на місцевості розкладали силами співробітників Заповідника, ДСП «Північна пуща» та інших служб і підприємств. Для ефективного проведення цієї компанії з вакцинації науковий відділ проаналізував результати багаторічних спостережень – базу даних Survey123 та моніторингу фотопасток з метою виявлення місць концентрації хижих тварин (). Виявилось співпадіння ряд точок високої концентрації тварин.

Events/camera trap: *Vulpes vulpes*

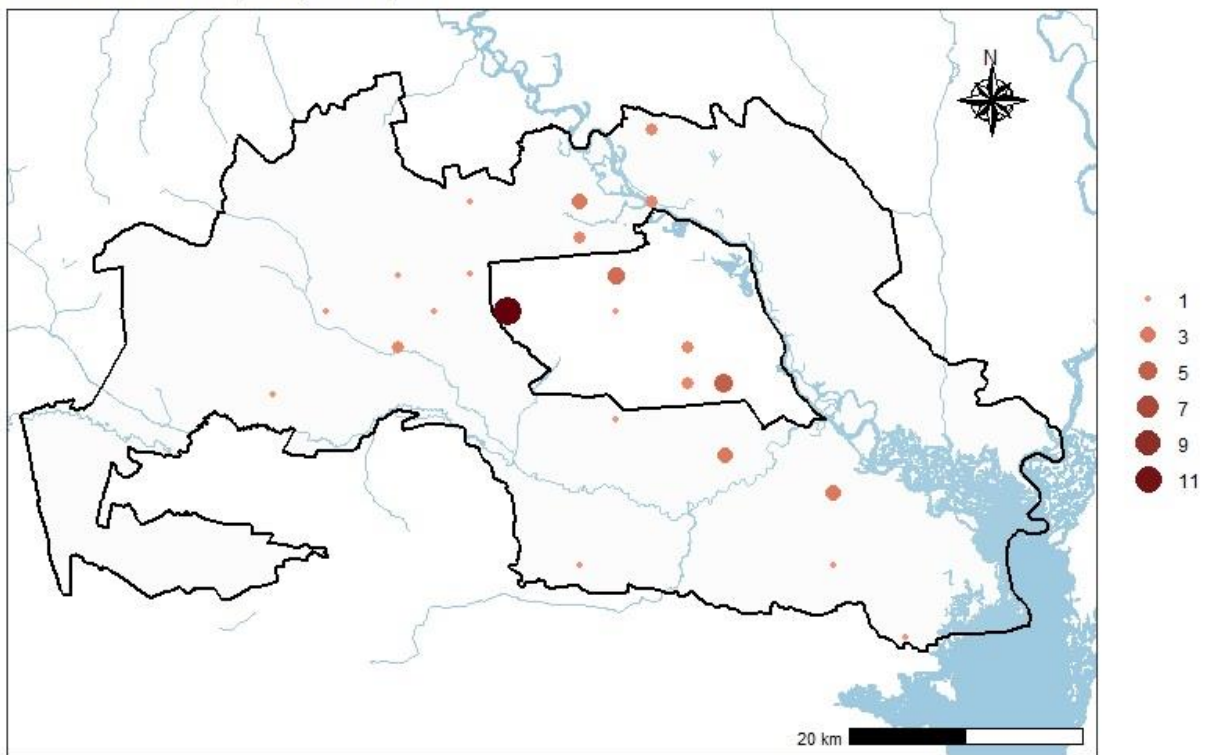


Рис 14. Просторовий розподіл і відносна чисельність, лисиця руда

Events/camera trap: *Nyctereutes procyonoides*

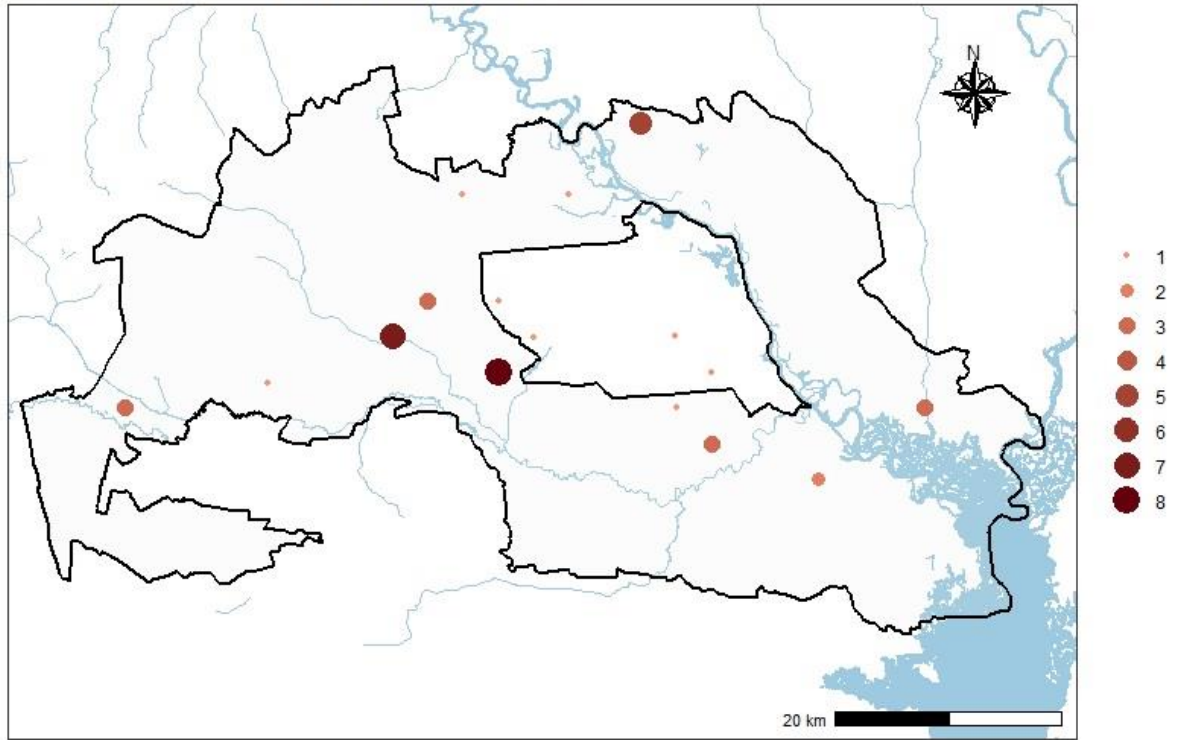


Рис.15. Просторовий розподіл і відносна чисельність, єнотоподібна собака

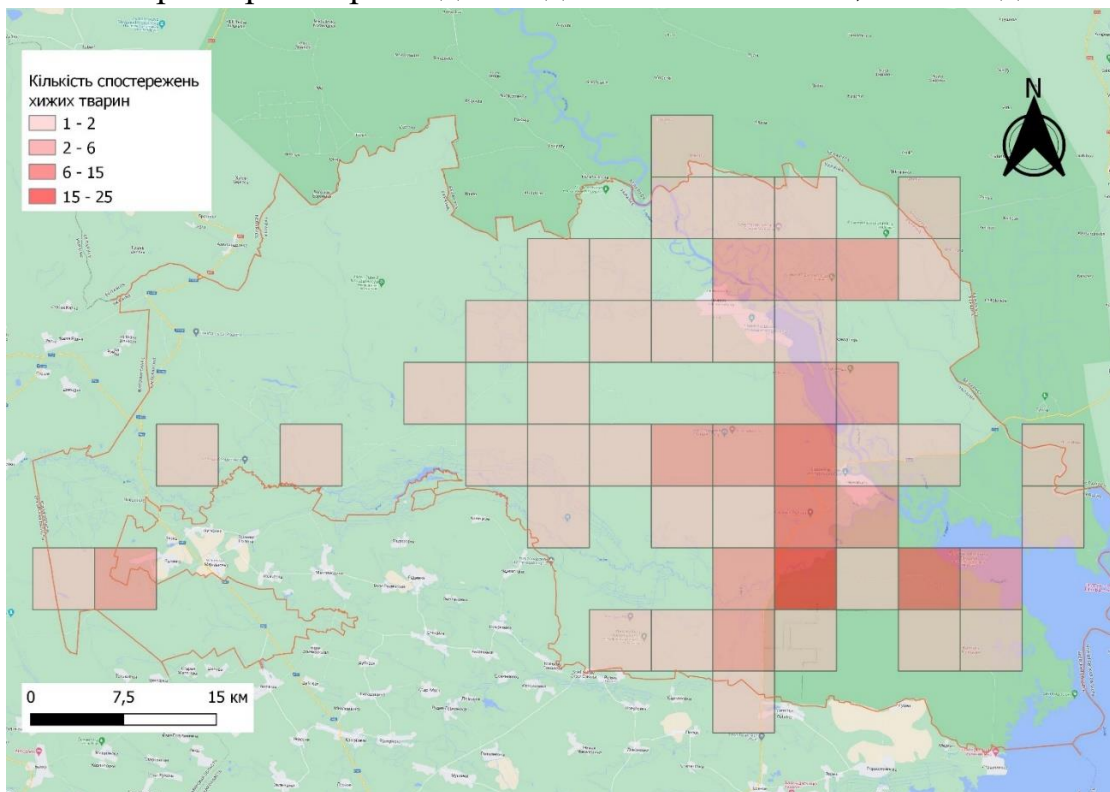


Рис. 16. Просторовий розподіл і відносна чисельність хижих ссавців

## ВИСНОВКИ

1. Оперативне вимірювання гамма-трекером дає інформацію про ПЕД за межами стаціонарних постів системи моніторингу. Це може бути використано як засіб експрес-контролю радіаційного стану на окремій локації для розуміння характеру зовнішнього опромінювання та виявлення аномалій.
2. Практика застосування опитувальника «Фауна» показала, обмежену область біологічного різноманіття, який фіксують співробітники Заповідника. Це живі ссавці великих та середніх розмірів, які легко піддаються ідентифікації.
3. Більшість записів в опитувальнику зроблені біля доріг та локацій постійного перебування персоналу. Це вносить системну похибку в результати спостережень.
4. Користування опитувальником носить нерівномірний характер – не всі співробітники користуються їм регулярно та активно.
5. Збільшення кількості та якості результатів можливо за рахунок розширення компетентності персоналу в користуванні опитувальником та навчання спрямованого на виявлення видів по непрямим ознакам – сліди, лігва, погризи і т.п.
6. Незважаючи на виявлені обмеження накопичений за декілька років масив даних при обробці може адекватно описувати ситуацію з відносною чисельністю та біотопічним розподілом великих та середніх ссавців, наближаючись до такого точного методу як фотомоніторинг.
7. Таке джерело геопросторових даних як платформа «iNaturalist» може надавати прийнятну інформацію при видовий склад, сезонний та топічний розподіл. Втім має обмеження щодо відносної чисельності та структури угруповань видів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Израэль Ю.А. Радиоактивное загрязнение природных сред в результате аварии на Чернобыльской атомной станции – М.: Изд-во “Комтехпринт”, 2006.
2. Хомутинин Ю.В., Кашпаров В.А., Жебровская Е.И. Оптимизация отбора и измерений проб при радиоэкологическом мониторинге. Киев: ВПОЛ. 2001. 160 с
3. Атлас Чорнобильської зони відчуження / Під ред. Шестопалова В.М. – К.: Науково-виробниче підприємство «Картографія», 1996.
4. Kashparov V., Levchuk S., Zhurba M., Protsak V., Khomutinin Yu., Beresford N.A., Chaplow J.S. Spatial datasets of radionuclide contamination in the Ukrainian Chernobyl Exclusion Zone. Earth System Science Data (ESSD). V.10. 2018. P. 339–353. — URL: <https://www.earth-syst-sci-data.net/10/339/2018/>
5. Кашпаров В.А., Лундин С.М., Хомутинин Ю.В. и др. Загрязнение  $^{90}\text{Sr}$  территории ближней зоны аварии на ЧАЭС // Радиохимия. - 2000. - Т. 42, № 6.
6. Петелин Г.И., Зимин Ю.И., Тепикин В.Е., Рыбалка В.Б., Пазухин Э.М. «Горячие частицы ядерного топлива чернобыльского выброса в ретроспективной оценке аварийных процессов на 4-м блоке ЧАЭС // Радиохимия. – 2003. – Т. 45, N 3. – С. 278 - 281.
7. Щеглов А. И. Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах: по материалам 10-летних исследований в зоне влияния аварии на ЧАЭС. Москва, 1999. 268 с.
8. Давыдчук В.С., Зарудная Р.Ф., Михели С.В. и др. Ландшафты Чернобыльской зоны и их оценка по условиям миграции радионуклидов / под ред. А.М. Маринича. – К.: Наукова думка, 1994. – 112 с.

9. Кучма Н. Д., Архипов Н. П., Федотов И. С. Радиоэкологические и лесоводственные последствия загрязнения лесных экосистем зоны отчуждения. Препринт. - Чернобыль, 1994. 54 с.
10. Бондаренко О.О. Зона відчуження – фактор радіаційного ризику для населення. СЕС – профілактична медицина, №2, 2005, с. 88-95
11. Тридцять п'ять років Чорнобильської катастрофи: радіологічні та медичні наслідки, стратегії захисту та відродження : Національна доповідь України. Київ, 2021. 283 с.
12. Хомутінін Ю. В., Левчук С. Є., Процак В. П., Кашпаров В. О. 2020. Картографування радіоактивного забруднення із заданим рівнем довіри. Ядерна фізика та енергетика. 21(3), с. 265-274
13. Францевич Л. И., Іщук О.О. 2000. Радіоактивне забруднення диких тварин. Бюл. екол. стану зони відчуження. 16: с. 44–48.
14. Францевич Л. И. 2006. Стандартизация данных для составления карты радиоактивного загрязнения животных. Вестник зоологии. 40, 2: с. 99–113.
15. Кіреєв С., Вишневський Д., Обрізан С., Халява В. Сучасні тенденції в інформаційному забезпеченні управління об'єктами з високим ризиком виникнення надзвичайних ситуацій // Бюлетень екологічного стану Зони відчуження. — 2005. — № 2. — С. 41–47.
16. Правила радіаційної безпеки при проведенні робіт у зоні відчуження і зоні безумовного (обов'язкового) відселення.
17. Д.О. Вишневський, С.І. Кіреєв, Т.І. Нікітіна, С.М. Обрізан «Радіаційно-екологічний моніторинг як інструмент забезпечення процесів управління в зоні відчуження» // 30 Років Чорнобильської катастрофи (Огляди) Збірник Інформаційно-аналітичних доповідей. -К: КІМ, 2016 - с. 126-142
18. Абатуров Ю.Д., Абатуров А.В., Быков А.В. и др. Влияние ионизирующего излучения на сосновые леса в ближней зоне Чернобыльской АЭС. – М.: Наука, 1996.



19. Козубов Г.М., Таскаев А.И. Радиобиологические и радиэкологические исследования древесных растений. - СПб: Наука, 1994. - 256 с.
20. Основы лісової радіології /Ред. М.М. Калетник.- К.: Держліс, 1999.-138с.
21. Прикладная радиэкология леса: моногр. / [Краснов В.П., Орлов А.А., Бузун В.А., Ландин В.П., Шелест З.М. – Житомир: Полісся, 2007. – 680 с.
22. Гайченко В.А., Титар В.М., Жданова Н.Н. та ін. Проявление промышленного меланизма в биоте 30-км зоны после Чернобыльской катастрофы // Тезисы докладов II съезда радиобиологов, 1993, Пущино. – С. 93-94.
23. Гайченко В.А., Чайка В.М., Бунтова О.Г., Крайнюк О.Ю. Мікроеволюційні зрушення в популяціях комах зони відчуження ЧАЕС та їхні потенційні наслідки для агроценозів прилеглих територій // Ядерна фізика та енергетика, 2016. – 17 (2). – С. 180-188.
24. Гудков Д.И., Назаров А.Б., Дзюбенко Е.В., Каглян А.Е., Кленус В.Г. Радиэкологические исследования пресноводных моллюсков в Чернобыльской зоне отчуждения // Радиационная биология. Радиэкология, 2009. – Т.49 (6). – С. 703-713.
25. Рябов И.Н. Радиэкология рыб водоемов в зоне влияния аварии на Чернобыльской АЭС: по материалам экспедиционных исследований. – М.: Изд-во Товарищества научных знаний КМК, 2004. – 215 с.
26. Гащак С.П., Маклюк Ю.А., Максименко А.М., Бондарьков М.Д. Радиэкология амфибий Чернобыльской зоны // Проблемы Чернобыльской зоны отчуждения, 2009. – №9. – С. 76–86.
27. Гащак С.П., Влащенко А.С., Наглов А.В. Результаты изучения фауны и радиоактивного загрязнения рукокрылых Чернобыльской зоны отчуждения в 2007–2009 годах // Проблемы Чернобыльской зоны отчуждения, 2009. – 9. – С. 102–124.

28. Гащак С.П., Бондарьков М.Д., Маклюк Ю.А., Максименко А.М., Мартыненко В.И., Чижевский И.В. Запас  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в биомассе птиц на территории Чернобыльской зоны и размер выноса радионуклидов с птицами за ее пределы // Проблемы Чернобыльской зоны отчуждения, 2009. – №9. – С. 87–101.
29. Гайченко В.А., Жежерин И.В., Небогаткин И.В. Изменения видового состава и численности мелких млекопитающих в 30-км зоне ЧАЭС в послеаварийный период // Млекопитающие Украины. - К.: Наук. думка, 1993. - С. 153 - 164.
30. Криволицкий Д.А., Покаржевский А.Д. Изменения в популяциях почвенной фауны, вызванные аварией на Чернобыльской АЭС // Тез. докл. I Междунар. конф. "Биологические и радиэкологические аспекты последствий аварии на ЧАЭС". - М.: Наука. 1990. - С. 78.
31. Кудяшева А.Г., Шишкина Л.Н., Загорская Н.Г., Таскаев А.И. Биохимические механизмы радиационного поражения природных популяций мышевидных грызунов. – СПб.: Наука, 1997. - 153 с.
32. Кудяшева А.Г., Шишкина Л.Н., Загорская Н.Г., Таскаев А.И. Воздействие радиоактивного загрязнения в зоне аварии на Чернобыльской АЭС на регуляцию метаболизма в тканях мышевидных грызунов // Радиэкологические исследования в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС (к 20-летию аварии на ЧАЭС): Тр. Коми науч. центра УрО РАН. - Сыктывкар, 2006. - № 180. - С. 5 - 33.
33. Тестов Б.В. Адаптация животных к радиации в зоне чернобыльской аварии // Там же. - С. 99 - 106.
34. Гайченко В.А. Радіобіологічні наслідки аварії на ЧАЕС в популяціях диких тварин Зони відчуження: Автореф. дис. ... д-ра біол. наук. - К., 1996. - 48 с.
35. Гайченко В.А., Титар В.М., Стовбчатий В.М., Шуваліков В.Б. Особливості біологічного різноманіття тварин в умовах радіоактивного забруднення

- біогеоценозів. Повідомлення 1. Проблема системної оцінки впливу чорнобильської аварії на біорізноманіття та стійкість біосистем // Агроекологічний журнал. - 2008. - № 1. - С. 28 - 35.
36. Гайченко В.А., Титар В.М., Стовбчатий В.М., Шуваліков В.Б. Особливості біологічного різноманіття тварин в умовах радіоактивного забруднення біогеоценозів. Повідомлення 2. Загальні риси взаємозв'язку біорізноманіття фауністичних комплексів та їх компонентів в умовах радіоактивного забруднення // Там же. - С. 17 – 22
37. Eriksson O., Gaichenko V., Gaschak S. et al. Evolution of the contamination rate in game // The radiological consequences of the Chernobyl accident: Proc. of the first Int. Conf. (Minsk, Belarus, 18 - 22 March, 1996). - Luxemburg, 1996. - P. 147 - 157.
38. Андриенко Т.Л., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Растительный мир Украинского Полесья в аспекте его охраны. – Київ, Наук. думка, 1983.– 216 с.
39. Андриенко Т.Л., Прядко О.І. Нові місцезнаходження рідкісних видів на українському Поліссі // Укр. ботан. журн. — 1977. — 34, № 4. — С. 403-407.
40. Афанасьєв Д.Я. Заплавні луки р. Прип'ять // Укр. ботан. журн. – 1959, т. 16, № 2. - С.48-60.
41. Балашов Л.С., Семеніхін В.І., Семеніхіна К.А., Дубина Д.В. Поширення видів роду *Mugiorhyllum* L. на Україні, їх екологія і ценологія // Укр. ботан. журн., 1980, т. 34, № 6. С. 30-35.
42. Мосякін С.Л. Флористичні знахідки на Київському Поліссі (УРСР) // Укр. ботан. журн. - 1988. - 45, № 4. - С. 65-67.
43. Мосякин С.Л. Флора Киевского Полесья. Анализ современного состояния, путей формирования и тенденций антропогенной трансформации // Автореф. дисс. канд. биол. н. Киев – 1990, 17 с.

44. Константинов Н.А. Соотношение и биологические характеристики основных видов рыб Киевского водохранилища на первых этапах его становления // Рыбное хозяйство.- Киев: Урожай.- 1973.- №16.- С.39-41.
45. Мельничук В.А., Головач О.Ф. Распределение колониальных птиц в северной части Киевского водохранилища в период его стабилизации // Вестник зоологии.- 1984.- №5.- С.85-86.
46. Жежерин В.П. Орнитофауна украинского Полесья и ее зависимость от ландшафтных условий и антрополических факторов / Видовой состав гнездящихся птиц, распределение по территории, численность, вопросы охраны, зоогеография. – Дисс. на соиск. уч. степени. канд. биол. наук. – Киев, 1969 г.
47. Грищенко В.Н. Предварительное сообщение о результатах анкетного учета черного аиста в Киевской области // В сб. "Изучение птиц СССР, их охрана и рациональное использование": Тез. докл. IX Всес. орнитологической конф. (16-20 декабря 1986 г.) - Ленинград: Изд. ЗИН, 1986.- С.175.
48. Шарлемань М. Записки про птахів Київщини. Матеріали для орнітофауни України // Труды фіз.-мат. відділу Української АН, 1926. – Т.2, Вип.2. – С.1-32
49. Підоплічко І.Г. Матеріали до вивчення фауни дрібних ссавців погадковим методом // Матеріали до вивчення фауни України: Збірник праць зоологічного музею, №32. - Київ: Вид-во АН УРСР, 1963. - С.3-28.
50. Звіт (заключний) про НДР за темою №5.4-92 "Еколого-фауністичне обстеження території 30-км зони ЧАЕС та вивчення динаміки чисельності, стаціонального та біотопічного перерозподілу індикаторних груп тварин на модельних ділянках". - Київ: Інститут зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України, 1995.- 376 с.

- 51.Балашов Л. С., Гайченко В.А. Крижанівський В.І., Францевич Л.І. та ін. Вторинні екологічні зміни на евакуйованих територіях. Ойкумена. – 1992. – № 2. – С. 31–43.
- 52.Чорнобильська катастрофа / Голов. ред. В. Г. Бар'яхтар. Київ : Наукова думка, 1996. 575 с.
- 53.Балашов Л.С., Францевич Л.И., Шерстюк Н.И. Состояние объектов природно-заповедного фонда в зоне отчуждения // Пробл. Чорнобильської зони відчуження: Наук.-техн. зб. – 1996. – № 4. – С. 3-12.
- 54.Балашов Л.С., Гайченко В.А., Францевич Л.І., та ін. "Червона книга України" в зоні відчуження // Бюлетень екологічного стану Зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. - Чорнобильінтерінформ, 1999. - №14. - С.35-37.
- 55.Балашов Л.С. Флористичний склад екосистем Зони відчуження і Зони безумовного (обов'язкового) відселення // Автореабілітаційні процеси в екосистемах Чорнобильської зони відчуження – Київ-Чернівці, „АНТ Лтд”, 2001, сс. 229-241.
- 56.Балашов Л.С. Рослини Червоної книги України в зоні відчуження ЧАЕС // Укр. бот. журн. – 2003а. - Т. 60, № 5. - С. 528-536.
- 57.Гайченко В.А., Крыжжановский В.И., Стовбчатый В.Н. Состояние фаунистических комплексов зоны отчуждения ЧАЭС в послеаварийный период // В сб.: "Эколого-фаунистические исследования в зоне Чернобыльской АЭС" (Выпуск 1).- Киев, 1994.- С.4-18.- (Препринт /НАН Украины, Институт зоологии, 94.5).
- 58.Програма відновлення первинного фауністичного комплексу і біорізномаяття Українського Полісся в зоні відчуження і зоні безумовного (обов'язкового) відселення. Програма “Фауна” // Затверджена Міністром МНС України В.В. Дурдинцем 13.04.2000 р.

- 59.Архіпов М.П., Гайченко В.А., Гащак С.П. До питання про зміни фауни Чорнобильської зони відчуження // Бюлетень екологічного стану Зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. — Чорнобильінтерінформ, 1999. — №14. — С. 38–40.
- 60.Акімов І.А., Двойнос Г.М., Крижанівський В.І. Про перспективи відновлення історичних фауністичних комплексів Полісся і можливості інтродукції та реінтродукції деяких видів тварин в зоні відчуження і зоні обов'язкового (безумовного) відселення (в порядку дискусії) // Бюлетень екологічного стану Зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. — Чорнобильінтерінформ, 1999. — №14. — С.40-41.
- 61.Вишневський Д., Котляров О. Оцінки чисельності макрофауни ссавців Зони відчуження Чорнобильської АЕС: аналіз різних джерел даних // Раритетна теріофауна та її охорона / Під ред. І. Загороднюка. — Луганськ, 2008. — С. 21-37.
- 62.Петров М.Ф. Ботаніко-географічні дослідження Чорнобильської зони // Проблеми Чорнобильської зони відчуження. 2016. — №15-16. — С. 52-263.
- 63.Гащак, С. П., Вишневський, Д. О., Заліський, О. О. Фауна хребетних тварин Чорнобильської зони відчуження (Україна) / За заг. ред. С. П. Гащака. — Славутич, 2006. — 100 с.
- 64.Гащак С.П., Влащенко А.С., Наглов А.В., Кравченко К.А., Прилуцкая А.С. Фауна рукокрылых зоны отчуждения в контексте оценки природоохранного значения ее участков // Проблемы Чернобыльской зоны отчуждения, 2013. — 11. — С. 56–79.
- 65.Shkvyria, M., Vishnevsky, D. Large carnivores of the Chornobyl NPP exclusion zone// Vestnik of Zoology, 2012. — 46 (3): 239–246.
- 66.Гащак С.П. Знахідки видів тварин Червоної книги України (2009) на території Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ) і суміжних районів Київської та Чернігівської областей // Матеріали до 4-го видання Червоної

- книги України. Тваринний світ. (Серія: «Conservation Biology in Ukraine». – Вип. 7, Т. 1.). – Київ, Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України, 2018. – С. 180-191.
- 67.Гашчак С.П. Про досвід автоматичного фотографування диких тварин у Чорнобильській зоні // Раритетна теріофауна та її охорона (Праці Теріологічної Школи, Вип. 9) / Під ред. І. Загороднюка. – Луганськ, 2008. – С. 28–36.
- 68.Гашчак С.П., Домашевський С.В. Орнітокомплекси ділянки «Товстий Ліс» як передумова надання їй охоронного статусу. – Проблеми Чорнобильської зони відчуження. Науково-технічний збірник, 2013. – №11. – С.79-89.
- 69.Gashchak, S., Gulyaichenko, Y., Beresford, N. A., Wood, M. D. Brown Bear (*Ursus arctos* L.) in the Chornobyl Exclusion Zone // Proceedings of the Theriological School. 2016. Vol. 14: 71–84.
- 70.Проект організації території Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника та охорони його природних комплексів. Том 1. Центр екологічного управління. 2021. 260 с.
- 71.Воробйов Є.О., Вишневський Д.О. Знахідки видів тварин з Червоної книги України (2009) в північній частині України // Матеріали до 4-го видання Червоної книги України. Тваринний світ. Серія: «Conservation Biology in Ukraine». – Вип. 7, Т. 3. – Київ, 2019. – С. 72-75.
- 72.Воробйов Є.О., Куземко А.А., Коломійчук В.П., Шевчик В.Л., Борсукевич Л.М. Доповнення до конспекту флори Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника // Функціонування природоохоронних територій в сучасних умовах: мат-ли міжарод. науково-практич. конференції з нагоди 30-ти річчя Національного природного парку «Синевир» (Україна, с. Синевир, 18-20 вересня 2019 р.). – Синевир, 2019. – С. 116-119.

73. Vishnevskiy D. The experience of low-resource fauna research by using camera traps. *Theriologia Ukrainica*. 2021. p. 114-124.
74. Літопис природи Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника, том. 5 - Київ, 2023. – с. 269.