

УДК 504:001.89 (477)

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.5-50.30>

ГРОМАДЯНСЬКА НАУКА В СФЕРІ ЕКОЛОГІЇ ТА ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА: СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ДЛЯ УКРАЇНИ

Скуйбіда О.Л.

Національний університет «Запорізька політехніка»

вул. Жуковського, 64, 69063, м. Запоріжжя

eskuybida@gmail.com

В роботі наведено основні переваги та обмеження громадянської науки, проаналізовані міжнародні та вітчизняні проекти з громадянської науки в сфері екології та охорони навколишнього середовища, виділено основні нормативні засади концепції «громадянська наука», наголошено на європейських принципах громадянської науки, які доцільно впроваджувати на державному, інституційному та проектному рівнях. Громадянська наука в сфері екології та охорони навколишнього середовища є складовою концепції відкритої науки та передумовою забезпечення сталого розвитку. Участь громадян у наукових дослідженнях дозволяє вирішувати високовартісні та трудомісткі завдання, відстежувати рідкісні природні явища, здійснювати моніторинг регіонів, доступ до яких є обмеженим, а також сприяти повоєнному відновленню України. Іншою перевагою громадянської науки є забезпечення академічної доброчесності та підвищення достовірності наукових результатів. Прикладами екологічних проектів з громадянської науки є наступні платформи та ресурси: *iNaturalist*, *eBird*, *MammalWeb*, *PublicLab*, *Spipoll* тощо. Серед вітчизняних прикладів імплементації елементів громадянської науки можна виділити функціонування спільнот «Гриби України», *Ukrainian Botanical Group*, «Флора України», «Птахи України», *Birdwatching Ukraine*. Акцентується на функціонуванні громадянської науки з урахуванням принципів Європейської асоціації громадянської науки (ECSA). Зокрема, громадянські наукові проекти мають активно залучати громадян до наукової діяльності та приносити справжні наукові результати; громадянські науковці можуть брати участь у різних етапах процесу дослідження; громадянська наука спирається на наукові підходи; дані громадянських наукових проектів повинні бути вільнодоступними; користь від проектів з громадянської науки може бути різноманітною – від публікації результатів досліджень і впливу на екологічні політики до можливості отримувати нові знання та морального задоволення. Засади впровадження концепції «громадянська наука» в Україні включені в Закон України «Про наукову і науково-технічну діяльність» та Національний план щодо відкритої науки в Україні на період до 2030 р. *Ключові слова*: громадянська наука, відкрита наука, проект, громадськість, моніторинг, екологія, охорона навколишнього середовища.

Citizen science in the field of ecology and environmental protection: global trends and prospects for Ukraine. Skuibida O.

In the paper the main advantages and limitations of citizen science are given, international and domestic projects on citizen science in the field of ecology and environmental protection are analyzed, the main regulatory basis of «citizen science» concept are highlighted, the European principles of citizen science, which are expedient to implement at the state, institutional and project levels are emphasized. Citizen science in the field of ecology and environmental protection is a component of the concept of open science and a prerequisite for ensuring sustainable development. The participation of citizens in scientific research allows solving high-cost and time-consuming tasks, tracking rare natural phenomena, monitoring regions to which access is limited, and also contributing to the post-war reconstruction of Ukraine. Another benefit of citizen science is ensuring academic integrity and increasing the credibility of scientific results. Examples of environmental citizen science projects include the following platforms and resources: *iNaturalist*, *eBird*, *MammalWeb*, *PublicLab*, *Spipoll*, etc. Among domestic examples of the implementation of elements of citizen science, the functioning of the communities *Mushrooms of Ukraine*, *Ukrainian Botanical Group*, *Flora of Ukraine*, *Birds of Ukraine*, *Birdwatching Ukraine* can be highlighted. Emphasis is placed on the functioning of citizen science taking into account the principles of the European Citizen Science Association (ECSA). In particular, projects on citizen science should actively involve citizens in scientific activities and lead to real scientific results; citizen scientists can participate in various stages of the research process; citizen science relies on scientific approaches; data of citizen science projects must be freely available; the benefits of citizen science projects can be diverse – from the publication of research results and influence on the environmental policies to the opportunity to gain new knowledge and moral satisfaction. The principles of implementing the concept of «citizen science» in Ukraine are included in the Law of Ukraine «On Scientific and Scientific and Technical Activities» and the National Plan for Open Science in Ukraine for the period until 2030. *Key words*: citizen science, open science, project, public, monitoring, ecology, environmental protection.

Постановка проблеми. Відкрита наука як нова парадигма організації та проведення досліджень, а також розповсюдження інформації про їх результати, дозволяє покращити використання ресурсів, підвищити прозорість результатів досліджень, пришвидшити інноваційний розвиток та сприяти залученню громадян до досліджень. В цьому контексті особливий інтерес викликає громадянська наука

в сфері екології як складова концепції відкритої науки та передумова забезпечення сталого розвитку.

Громадянська наука є важливою для збільшення економічної спроможності України [1]. Участь громадян у наукових дослідженнях з екологічної тематики, окрім іншого, може дозволити вирішувати високовартісні та трудомісткі завдання (зокрема щодо збору та опрацювання великого масиву даних),

відстежувати рідкісні природні явища, здійснювати моніторинг регіонів, доступ до яких є обмеженим (наприклад, окуповані території нашої країни), а також сприяти повоєнному відновленню України, зокрема збереженні та покращенні стану навколишнього середовища.

Актуальність дослідження. Серед переваг відкритої науки, складовою якої є громадянська наука, автор [2] називає підвищення достовірності наукових результатів (наприклад, шляхом оприлюднення експериментальних робочих даних та інших матеріалів, а також участі широких кіл дослідників у їх отриманні) і підвищення ефективності наукового процесу через зменшення дублювання наукової роботи та витрат на створення, поширення та відтворення даних.

Високі темпи впровадження громадянської науки також пов'язані зі стрімким розвитком інформаційно-комунікаційних технологій, низьковартісними сенсорами для збору та передачі даних, можливостями мережі Інтернет, хмарними сервісами для зберігання інформації [3], а також глобалізаційними процесами. Одним із головних аспектів громадянської науки є можливість навчання учасників під час реалізації проекту.

Основний фокус громадянських наукових проектів належить екологічним дослідженням та дослідженням в сфері захисту навколишнього середовища. Значна кількість проектів стосується збору даних про просторово-часовий розподіл видів або природних ресурсів із використанням якісних (присутність або відсутність певного виду в певній місцевості) та кількісних методів (підрахунок кількості видів або особин даного виду). Динаміку екосистем можна визначати за допомогою статистичних, обчислювальних або експериментальних інструментів. Наприклад, дані громадянської науки про чисельність комах можна використовувати для перевірки просторових варіацій спорідненості між комахами та квітами та оцінювання ролі морфології квітів у живленні. Іншими даними громадської науки можуть бути зразки матеріалів, такі як зразки рослин або ґрунту. Їх можна аналізувати відповідно до біологічних, хімічних або фізичних лабораторних протоколів. Громадянська наука відкриває широкі можливості для застосування в дослідженнях біорізноманіття, включаючи покращення таксонів із недостатньою вибіркою та регіонів в Арктиці та Глобальному Півдні.

Зв'язок авторського доробку з важливими науковими та практичними завданнями. Закон України «Про наукову і науково-технічну діяльність» визнає «необхідність створення умов для реалізації інтелектуального потенціалу громадян у сфері наукової і науково-технічної діяльності, а також забезпечення використання досягнень вітчизняної та світової науки і техніки для задоволення соціальних, економічних, культурних та інших потреб»

[4]. Національним планом щодо відкритої науки в Україні на період до 2030 р. [5] поставлено ряд завдань, серед яких забезпечення відкритого доступу до наукових результатів та науково-технічної інформації, популяризація науки, поширення наукових знань та залучення громадян до участі в науковій та науково-технічній діяльності, що корелює із впровадженням концепції «громадянська наука».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанню розуміння громадянської науки присвячені дослідження таких авторів як А. Ірвін, Р. Бонні, Е. Хенд, К. Кіба, Ж. Вагнер, Ю. Фішер, І. Драч, А. Коломієць та ін.. Згідно з концепцією А. Ірвіна [6] акцент робиться на ролі громадян як зацікавлених сторін у результатах досліджень (наприклад, у соціальних і екологічних факторах здоров'я). За Р. Бонні [7] громадянська наука зосереджується на волонтерах та їхньому внеску в збір даних та польові спостереження за навколишнім середовищем. Громадянська наука в сфері екології охоплює пояснення результатів наукових досліджень широкому загалу та залучення представників громадськості до наукової діяльності.

Кейсом з громадянської науки є створена в Університеті Каліфорнії (Берклі, США) магістерська робота, яка переросла в Інтернет-ресурс *iNaturalist* – ініціативу Каліфорнійської академії наук (Сан-Франциско, США) та Національного географічного товариства. Платформа дозволяє ділитися зафіксованими спостереженнями природи, комунікувати з професійними науковцями спілкуватися з іншими натуралістами, займатись науковим волонтерством тощо; використовуються принципи краудсорсингу та ідентифікації [8, 9].

Ресурс *eBird*, який функціонує на основі орнітологічної лабораторії Корнела, надає можливість досліджувати птахів на основі останніх спостережень з усього світу, ділитися спостереженнями, а також створювати списки спостережень, архівувати фото та аудіозаписи. Спостереження, проведені на *eBird*, сприяють природоохоронним рішенням, науковим дослідженням і публікаціям, студентським проектам та інформуванню населення [9, 10].

Британський проект *MammalWeb* залучає громадськість до моніторингу дикої природи, щоб заповнити прогалини в даних щодо біорізноманіття та поширення ссавців [3, 11]. Збираються дані з датчиків руху «камерних пасток», встановлених для фотографування та моніторингу диких ссавців. Для встановлення фотопасток в різних місцевостях, а також визначення зображень на фотографіях залучаються волонтери. Зібрані фотографії та відео завантажуються з просторово-часовими метаданими в *MammalWeb* і класифікуються.

Після нафтової катастрофи в Мексиканській затоці в 2010 р. була заснована неприбуткова громадянська лабораторія *PublicLab*. Практично повна відсутність інформації про подію стала причиною

того, що місцеві жителі, захисники навколишнього середовища, правозахисники, громадські активісти об'єдналися для збору даних в режимі реального часу та розмістили над розливом саморобні супутники зроблені з повітряних куль повітряною зміїв та обладнаних цифровими камерами. Із використанням більше 100 000 аерофотознімків було картографовано берегову лінію до, під час та після розповсюдження нафти. Карти було надано *BBC* та *New York Times*, а успіх проекту обумовив функціонування неприбуткової спільноти *Public Lab* [12].

Національним музеєм природознавства (Франція, Париж) разом з громадянськими науковцями та іншими учасниками проекту *Spipoll* вивчаються зміни у взаємодії запилювачів рослин у Франції. Громадянський науковець знаходить квітучу рослину та фотографує всіх безхребетних, які сідають на неї протягом 20 хвилин. Визначити рослин та комах можна за допомогою спеціального онлайн-інструменту ідентифікації [3, 13].

Прикладом онлайн-проекту з громадянської науки є облік садових птахів та підрахунок метеликів у штаті Гімачал Прадеш (Індія) місцевою молоддю [14]. Із використанням *Google*-форм молоддю було визначено 38 видів птахів та 25 метеликів. Іншим кейсом громадянської науки є навчання методам діагностування екологічного стану гірських та рівнинних водотоків Міжнародною комісією із захисту річки Дунай та Програми ООН з довкілля, що здійснювалось в Румунії [14]. Для проведення моніторингу була створена мережа фахівців переважно з викладачів університетів, які, в свою чергу, задіявали ще більш широке коло фахівців – вчителів біології, керівників екологічних гуртків тощо для відбору проб на водотоках басейнів річок. Для перевірки коректності результату дослідження одна проба надсилалася фахівцю в університет, а інша аналізувалася на місці – в разі ідентичності результат зараховувався.

Для покращення якості повітря в Найробі (Кенія) та Аддис-Абебі (Ефіопія) здійснювався проєкт, в якому приймали участь представники Стокгольмського інституту навколишнього середовища Африки, Африканського центру досліджень населення та здоров'я, Університету Найробі, соціального руху «Жителі нетрів» (*Muungano wa Wanavijiji*), а також місцеві жителі [15]. Обрані представники громади отримали портативні датчики для визначення твердих частинок РМ; також вони брали участь у дискусіях, інтерв'ю, просвітницькій роботі серед населення, підготовці політики щодо якості повітря та плану дій щодо якості повітря міста Найробі.

Серед вітчизняних прикладів імплементації елементів громадянської науки в сфері екології та охорони навколишнього середовища можна виділити функціонування спільнот «Гриби України» (обмін теоретичними та практичними знаннями про будь-які гриби, що зростають на території України), *Ukrainian*

Botanical Group (оперативне ботанічне реагування для визначення та обговорення флори України та світу; група поєднує як професійних науковців, так і любителів), «Флора України» (популяризація знань щодо різноманіття рослин країни), «Птахи України» (науково-популярна орнітологічна спільнота для обміну інформацією про птахів України, методи їх дослідження, охорону та новини), *Birdwatching Ukraine* (ресурс для обговорення та обліку спостережень за птахами у дикій природі – терміни прильоту птахів, ареал існування, взаємозв'язки поширення птахів та певних видів рослин тощо).

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Термін «громадянська наука» використовувався для опису достатньо широкого розмаїття форм взаємодії науковців та громадськості, а також кола моніторингових спостережень. Для чіткого розуміння поняття громадянської науки необхідно визначити області згоди та розбіжностей в існуючих практиках громадянської науки [16].

Новизна полягає в комплексному аналізі світових та вітчизняних кейсів з громадянської науки в сфері екології та захисту навколишнього середовища, а також основних принципів та підходів до реалізації концепції «громадянська наука» та громадянських наукових проєктів.

Методологічне або загальнонаукове значення. Робота включає аналіз та синтез теоретичних даних щодо обґрунтування впровадження концепції «громадянська наука», методології реалізації проєктів з громадянської науки, а також формування свідомості громадян та збереження належного стану навколишнього середовища.

Виклад основного матеріалу. Національний план щодо відкритої науки в Україні передбачає розроблення та виконання плану заходів з урахуванням міжнародного досвіду, зокрема принципів Європейської асоціації громадянської науки (*ECSA*):

- громадянські наукові проєкти мають активно залучати громадян до наукової діяльності для отримання нових знань;
- громадянські наукові проєкти повинні приносити справжні наукові результати;
- користь від участі у проєктах повинні отримувати як професійні науковці, так і громадяни (публікація результатів досліджень, можливості отримувати нові знання, моральне задоволення, соціальна взаємодія, можливість впливати на політику);
- громадянські науковці, за бажанням, можуть брати участь у різних етапах процесу дослідження. Це може бути постановка дослідницьких завдань, розробка методології дослідження, збір та аналіз інформації, поширення результатів;
- громадянські науковці отримують відгуки про проєкт після його реалізації (зокрема про використання зібраних ними даних, наукові, політичні та соціальні наслідки проєкту тощо);

– громадянська наука спирається на наукові підходи, обмеження і недоліки яких потрібно врахувати та контролювати;

– дані громадянських наукових проєктів повинні бути вільнодоступними, а результати, за можливості, опубліковані у виданнях відкритого доступу;

– внесок громадянських науковців визнається в результатах проєкту та публікаціях [17, 18].

Автори [3] визначають, що реалізація проєкту з громадянської науки здійснюється в декілька етапів:

1. Постановка проблеми, визначення основних стейкхолдерів та огляд подібних проєктів.

2. Визначення можливості реалізації проєкту на принципах громадянської науки (серед критеріїв: участь громадянських науковців дозволить досягти цілей проєкту; громадяни зацікавлені в участі в проєкті).

Прикладами відповідних проєктів названо спостереження за навколишнім природним середовищем, вивчення тваринного світу та видів, моніторинг землекористування та ґрунтового покриву; класифікація супутникових знімків для виявлення вирубки лісів; моніторинг якості води, повітря тощо. Основними перешкодами для реалізації проєктів з громадянської науки є необхідність використання високоартісного або інноваційного обладнання, тривалого часу для здійснення експериментальних досліджень, проведення вимірювань щоденно або декілька разів на день, високої точності обробки даних та ін.

3. Постановка цілей та завдань дослідження основними учасниками проєкту.

Громадянські науковці можуть визначати додаткові очікувані результати, наприклад, соціальне значення, навчання, формування екологічної свідомості та культури, підвищення зацікавленості наукою або розбудовою громади тощо.

4. Ідентифікація особливостей громадянських науковців (вік, освіта, навички), їх мотивації до участі в дослідженні, способів комунікації, форми залучення до реалізації проєкту, а також висвітлення його результатів (співавторство, візуалізація на сайті проєкту та ін.).

5. Управління даними (планування, збір, забезпечення та контроль якості).

Можуть використовуватися такі заходи як навчання та тестування громадянських науковців (квізи, тести, оцінювання практичних навичок, фідбеки), методи автоматичного контролю і статистичної обробки інформації, контроль якості результатів дослідження експертами та професійними науковцями, контроль якості проєкту спільнотою тощо.

6. Оцінювання проєкту.

Автор [1] виділяє 3 основні типи проєктів з громадянської науки:

1) проєкти, ініційовані науковцями, але такі, що потребують допомоги громадян для збору великого

масиву даних / даних на масштабних територіях / протягом довготривалого часу;

2) програми, ініційовані громадянами, але розвинені у співпраці з формальними науковцями;

3) програми, які мають паритетні засади як на стадії виникнення, так і на стадії імплементації.

Європейською асоціацією громадянської науки було піднято питання щодо критеріїв, які б дозволили віднести той чи інший проєкт до категорії «громадянська наука» [2]. Констатується, що участь громадянських науковців в проєктах може приймати різні форми – від рівноцінної участі до збору даних чи надання ресурсів. Громадянські науковці можуть не лише приймати участь на різних етапах реалізації проєкту, але і бути ініціаторами проєкту. Відрізняється і ступінь залучення громадян до здійснення наукового проєкту – це може бути індивідуальний проєкт, проєкт, керівництво якого здійснюється громадою/громадянами або проєкт під егідою професійних науковців. Масштаб проєкту може також відрізнятися і передбачати залучення різної кількості дослідників, що не впливає на віднесення проєкту до категорії «громадянський».

Іншим важливим аспектом є фінансовий. Так, якщо основною метою діяльності є пряма комерційна вигода або вигода від використання даних, то, як правило, такий проєкт не відноситься до категорії громадянської науки [2]. Варто звернути увагу, що краудфандинг, оплата внесків чи донатів не є участю громадян в науковому проєкті. З іншого боку, може потребуватись здійснення оплати для можливості долучитися до громадянського наукового проєкту. Питання фінансового заохочення громадян в рамках участі в громадянських наукових проєктах в літературі є достатньо дискусійним.

Головні висновки. Громадянська наука – це наукова робота, яка виконується широкими верствами населення, у співпраці з / під керівництвом професійних дослідників та наукових установ. Громадянська наука є це гнучкою концепцією, яку можна адаптувати та застосовувати в рамках різноманітних дослідницьких тем. Тим не менш, існують певні загальні принципи та підходи до проєктів з громадянської науки, зокрема необхідно врахувати міжнародний досвід та принципи Європейської асоціації з громадянської науки.

Перспективи використання результатів дослідження. Успішне впровадження громадянської науки в Україні залежить від активності науковців, розуміння ними сутності концепції, а також системної державної політики в даному напрямку та її поетапної реалізації [19]. Матеріали публікації можуть бути використані для подальших досліджень щодо громадянської науки в екології та захисті навколишнього середовища, розробки відповідних процедур та заходів в науковій сфері, а також для просвітницької діяльності та формування культури громадянської науки.

Література

1. Ляшенко О. Конвергенція освіти дорослих і громадянської науки в Україні: сучасні виклики і можливості. Перша міжнародна конференція «Відкрита наука та інновації в Україні 2022»: зб. матеріалів, 27–28 жовт. 2022 р. Київ: УкрІНТЕІ, С. 99–100. DOI:10.35668/978-966-479-129-5
2. Naklay M., Motion A., Balázs B. et al. ECSA's Characteristics of Citizen Science: Explanation Notes. *Zenodo*: веб-сайт. DOI: 10.5281/zenodo.3758555
3. Fraisl D., Hager G., Bedessem B. et al. Citizen science in environmental and ecological sciences. *Nature Reviews Methods Primers*. 2022. Vol. 2, № 64. DOI: 10.1038/s43586-022-00144-4.
4. Про наукову і науково-технічну діяльність: Закон України від 26.11.2015 № 848-VIII. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-19/ed20170101> (дата звернення: 15.09.2023).
5. Національний план щодо відкритої науки в Україні на період до 2030 року / М-во освіти і науки України. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npras/pro-zatverdzhennia-natsionalnoho-planu-shchodo-vidkrytoi-nauky-892-081022> (дата звернення: 15.09.2023).
6. Irwin A. (2001). Constructing the scientific citizen: science and democracy in the biosciences. *Public Understanding of Science*, 2001. № 10, P. 1–18. <https://journals.sagepub.com/doi/epdf/10.3109/a036852> (дата звернення: 12.09.2023).
7. Bonney R. (2021). Expanding the Impact of Citizen Science. *BioScience*. Vol. 71, № 5, P. 448–451. DOI:10.1093/biosci/biab041
8. *Inaturalist*: веб-сайт. URL: <https://www.inaturalist.org/> (дата звернення: 12.09.2023).
9. 6 безкоштовних мобільних застосунків для захопливих STEM-проектів. *Освіторія: веб-сайт*. URL: <https://osvitoria.media/ru/experience/6-bezkoshtovnyh-mobilnyh-dodatkov-dlya-zahoplyvyuh-pryrodnychuh-stem-proektiv/> (дата звернення: 12.09.2023).
10. *Ebird*: веб-сайт. URL: <https://ebird.org/home> (дата звернення: 12.09.2023).
11. *MammalWeb*: веб-сайт. URL: <https://www.mammalweb.org/en/> (дата звернення: 12.09.2023).
12. Омелянець Ю. Сам собі дослідник: що таке громадянська наука. *Куншт*: веб-сайт. URL: <https://kunsht.com.ua/articles/sam-sobi-doslidnik-shho-take-gromadnyaska-nauka> (дата звернення: 12.09.2023).
13. *Spipoll*: веб-сайт. URL: <https://www.spipoll.org/> (дата звернення: 12.09.2023).
14. Савицький О. Громадянська наука і перспективи її розвитку в Україні. *Експедиція XXI*: веб-сайт. URL: <https://expedicia.org/gromadyanska-nauka-i-perspektivi-ii-t/>
15. Громадянська наука для покращення якості повітря в Найробі та Аддіс-Абабі. *International Science Council*: веб-сайт. URL: <https://council.science/uk/current/blog/citizen-science-for-improved-air-quality-in-nairobi-and-addis-ababa/> (дата звернення: 12.09.2023).
16. Горохова Т. Громадянська наука та її роль у сталому розвитку України. Перша міжнародна конференція «Відкрита наука та інновації в Україні 2022»: зб. матеріалів, 27–28 жовт. 2022 р. Київ: УкрІНТЕІ, С. 94–96. DOI:10.35668/978-966-479-129-5
17. Ten Principles of Citizen Science. *ECSA*: веб-сайт. URL: https://zenodo.org/record/5127534/files/ECSA_Ten_Principles_of_CS_Ukrainian.pdf?download=1
18. Naklay M., Fraisl D., Tzovaras B.G. et al. Contours of citizen science: a vignette study. *Royal Society Open Science*. № 8. DOI: 10.1098/rsos.202108
19. Франчук Т. «Відкрита наука»: протиріччя та алгоритми імплементації. Перша міжнародна конференція «Відкрита наука та інновації в Україні 2022»: зб. матеріалів, 27–28 жовт. 2022 р. Київ: УкрІНТЕІ, С. 59–60. DOI:10.35668/978-966-479-129-5