

## ОСОБЛИВОСТІ СКЛАДАННЯ ЗВІТУ ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ В УМОВАХ РАДІАЦІЙНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

Хом'як І.В.<sup>1</sup>, Онищук І.П.<sup>1</sup>, Василенко О.М.<sup>1</sup>, Виговський І.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Житомирський державний університет імені Івана Франка  
вул. Велика Бердичівська, 40, 10008, м. Житомир

<sup>2</sup>Рівненський державний гуманітарний університет  
вул. Степана Бандери, 12, 33028, м. Рівне  
ecosystem\_lab@ukr.net, vugovskiy@mail.rv.ua

У статті обговорюється проблема проведення досліджень із метою оцінки впливу на довкілля в межах радіоактивно забруднених територій. Встановлено, що через наявність на території України великих площ забруднених радіоактивними речовинами, процедура складання звіту про оцінку впливу на довкілля повинна мати додаткові аспекти опису рослинних угруповань. Метою дослідження є розробка науково обґрунтованих рекомендацій щодо удосконалення методологічних та нормативно-правових засад складання звіту з оцінки впливу на довкілля в умовах радіаційного забруднення, що забезпечить підвищення ефективності процедури ОВД та прийняття обґрунтованих управлінських рішень у сфері радіаційної безпеки. Відповідно до мети було поставлено такі завдання: аналіз та систематизація існуючих методологічних та нормативно-правових підходів до ОВД, що застосовуються в умовах радіаційного забруднення; оцінка процесів біогенної міграції радіонуклідів в природних та антропогенно трансформованих екосистемах; розробка та удосконалення методологічних підходів до оцінки радіаційного впливу в рамках процедури ОВД. Матеріалами дослідження є стандартні геоботанічні описи 2016 по 2024 роки. Описи зроблено маршрутно-експедиційними та стаціонарними способами за стандартними методиками на радіоактивно забруднених в наслідок аварії на ЧАЕС територіях. Отримані стандартні геоботанічні описи класифіковано згідно принципів еколого-флористичної школи Браун Бланке. Дану шкалу класифікації рослинності на рівні варіантів асоціацій або субасоціацій, доцільно використовувати під час складання звіту оцінки впливу планової діяльності на довкілля в межах радіоактивно забруднених територій. Рослинні угруповання слід розглядати, як ланки в сукцесійних ланцюгах, що перебувають під впливом вище згадуваної планової діяльності. У ряду асоціацій соснових лісів побудованому за багаторічним рівнем зволоженості ґрунту, спостерігається зниження коефіцієнтів переходу домінуючих видів. *Ключові слова:* радіонукліди, коефіцієнт переходу, сукцесійні серії.

**Features of preparing an environmental impact assessment report in conditions of radiation pollution. Khomiak I., Onyshchuk I., Vasylenko O., Vyhovskyi I.**

The article discusses the problem of conducting research to assess the environmental impact within radioactively contaminated territories. It was established that due to the presence of large areas contaminated with radioactive substances on the territory of Ukraine, the procedure for compiling an environmental impact assessment report should have additional aspects of describing plant communities. The purpose of the study is to develop scientifically based recommendations for improving the methodological and regulatory framework for compiling an environmental impact assessment report under conditions of radiation contamination, which will ensure increased efficiency of the EIA procedure and the adoption of justified management decisions in the field of radiation safety. In accordance with the goal, the following tasks were set: analysis and systematization of existing methodological and regulatory approaches to EIA used in conditions of radiation contamination; assessment of the processes of biogenic migration of radionuclides in natural and anthropogenically transformed ecosystems; development and improvement of methodological approaches to assessing radiation impact within the EIA procedure. The materials of the study are standard geobotanical descriptions from 2016 to 2024. The descriptions were made by route-expedition and stationary methods according to standard methods in the territories radioactively contaminated as a result of the Chernobyl accident. The obtained standard geobotanical descriptions were classified according to the principles of the ecological and floristic school of Brown-Blanke. When compiling a report on the assessment of the impact of planned activities on the environment within radioactively contaminated territories, it is necessary to classify vegetation at the level of association variants or subassociations according to the Brown-Blanke classification. These plant communities should be considered as links in succession chains that are under the influence of the above-mentioned planned activities. In a series of pine forest associations built on the long-term level of soil moisture. In this series, there is a decrease in the transition coefficients of the dominant species. *Key words:* radionuclides, transition coefficient, successional series.

**Постановка проблеми.** Прийняття закону про оцінку впливу на довкілля стало новим етапом до інтеграції українського природоохоронного законодавства в правову систему цивілізованих країн світу [1]. Україна, як учасниця міжнародних конвенцій та угод у сфері охорони довкілля та радіаційної безпеки, зобов'язана забезпечувати проведення ОВД відповідно до міжнародних стандартів. Цей Закон

регламентує правові та організаційні засади здійснення оцінки впливу на довкілля (ОВД) з метою превентивного запобігання негативних наслідків для довкілля, забезпечення екологічної безпеки, охорони довкілля, а також раціонального використання та відтворення природних ресурсів у процесі прийняття управлінських рішень щодо провадження господарської діяльності, потенційно здатної чинити значний

вплив на стан довкілля, з обов'язковим врахуванням державних, громадських та приватних інтересів.

Метою цього Закону є встановлення правових та організаційних механізмів оцінки впливу на довкілля, що забезпечують запобігання нанесення шкоди довкіллю, екологічну безпеку, охорону довкілля та збалансоване використання природних ресурсів при прийнятті рішень про господарську діяльність. Закон встановлює правові та організаційні основи оцінки впливу на довкілля з метою забезпечення екологічної безпеки та сприяння сталому розвитку шляхом запобігання шкоді довкіллю та забезпечення раціонального використання і відтворення природних ресурсів.

Оскільки, на території України великі площі територій забруднені радіоактивними речовинами, то процедура складання звіту щодо оцінки впливу на довкілля, повинна включати додаткові характеристики, які не використовуються за межами забруднених територій. Мова іде не лише про врахування рівня радіаційного фону на досліджуваній території та потенційну можливість забруднення радіонуклідами навколишнього середовища [2]. Важливо також враховувати вплив діяльності людини на процеси біогенної міграції радіонуклідів.

**Актуальність дослідження.** Наявність історично сформованих зон радіаційного забруднення (наслідки аварії на Чорнобильській АЕС, уранові родовища, військові полігони тощо) вимагає постійного моніторингу та оцінки їх впливу на екосистеми та здоров'я населення. Зміна клімату та пов'язані з цим екстремальні погодні явища (повені, лісові пожежі), можуть призвести до повторного забруднення територій, що раніше вже зазнали радіаційного впливу. Що в свою чергу актуалізує питання оцінки ризиків та розробки відповідних заходів, щодо охорони навколишнього середовища. Зважаючи на те, що на радіоактивно забруднених територіях часто ведеться активна господарська діяльність, в першій половині 2022 року велися активні бойові дії, а в наш час продовжуються фортифікаційні операції із укріплення оборонних рубежів – необхідність оновлення підходів до оцінки впливу на довкілля є актуальною проблемою.

Існуючі методики ОВД, розроблені для загальних випадків, переважно враховують специфічні особливості радіаційного впливу, такі як довготривалість дії, кумулятивний ефект, складність прогнозування міграції радіонуклідів у довкіллі та їх впливу на біологічні об'єкти. Однак, існує потреба у розробці чітких критеріїв оцінки радіаційного ризику, враховуючи різні шляхи надходження радіонуклідів в організм людини (інгаляційний, пероральний, через харчові ланцюги) та особливості впливу різних видів іонізуючого випромінювання. Якісний та об'єктивний звіт з ОВД є необхідною умовою для прийняття обґрунтованих рішень щодо реалізації господарської діяльності, пов'язаної з джерелами

іонізуючого випромінювання, або на територіях, що зазнали радіаційного забруднення. Особливо важливим і поки що мало вивченим елементом є врахування біотичних міграцій радіонуклідів через локальні екосистеми. Таким чином, дослідження особливостей складання звіту з ОВД в умовах радіаційного забруднення є актуальним та необхідним для забезпечення екологічної безпеки, охорони довкілля та сталого розвитку територій.

**Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями.** Дослідження потенціалу біогенних міграцій радіонуклідів і його врахування під час складання Звіту оцінки впливу на довкілля є важливим кроком в реалізації різних напрямків програми «Стратегія сталого розвитку України до 2030 року». Також, ці дослідження мають внести вагомий вклад в дослідницьку програму «Дослідження ландшафтних екосистем у межах Українського Полісся».

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У сучасній радіоекології спостерігається активний розвиток методології моделювання екологічних процесів в екосистемах або їх компонентах. Зокрема, дослідження розподілу радіонуклідів у трофічних ланцюгах екосистем на території України були проведені в лабораторіях під керівництвом В.Б. Георгієвського.

Досить популярними є камеральні моделі [3]. За умови використання реалістичних середніх значень параметрів взаємодії між компартментами, розроблена модель, забезпечує можливість оцінки та прогнозування динаміки розподілу радіонуклідів, а також визначення максимальних рівнів забруднення та часу, що минув від потенційної аварії на радіаційно небезпечному об'єкті. В екосистемі схилів основним акумулятором радіонуклідів та джерелом опромінення є людська популяція, що активно експлуатує цю екосистему. Значна частина дози опромінення для людей зумовлена споживанням сільськогосподарської продукції, вирощеної на сільськогосподарських терасах.

Накопичення радіонуклідів в різних елементах екосистеми залежить від їхньої динаміки, едафічних умов та типу екосистеми [4]. При цьому, важливими характеристиками видів є коефіцієнти переходу та коефіцієнти накопичення. Коефіцієнт переходу радіонуклідів з ґрунту в рослини визначається як відношення концентрації радіонуклідів в рослині до його концентрації в ґрунті, на якому ця рослина зростає. Цей показник є ключовим параметром у радіоекологічних моделях, що використовуються для прогнозування накопичення радіонуклідів у сільськогосподарських та лісових культурах. Коефіцієнт біологічного накопичення визначається як відношення концентрації певної речовини (наприклад, радіонуклідів) в організмі до її концентрації в навколишньому середовищі [5].

Зазвичай, моделювання міграції та їх накопичення, стосується окремих трофічних ланцюгів. Такі дослідження мають велике прикладне та теоретичне значення. Часто частинами трофічних ланцюгів є види живих організмів, які так чи інакше використовуються людиною. Разом із тим, визначення міграції радіонуклідів для конкретних екосистем, розкриває ще більші можливості для прогнозування змін рівня радіоактивного забруднення територій, які будуть використані для реалізації планової господарської діяльності.

**Новизна.** Вперше створено систему критеріїв в змісті ОВД, що дозволять оцінити вплив радіації на різні види живих організмів, людину та оселища в цілому, враховуючи біогенну міграцію радіонуклідів в екосистемах.

**Методологічне або загальнонаукове значення.**

Результати дослідження сприяють удосконаленню методології ОВД шляхом розробки нових методів оцінки радіаційного впливу, прогнозування міграції радіонуклідів та оцінки впливу на біорізноманіття. Дослідження сприяє отриманню нових знань про особливості радіаційного впливу на довкілля в різних умовах, включаючи довгострокові ефекти, кумулятивний вплив та синергічну дію з іншими факторами. Ця робота дозволяє уточнити критерії оцінки радіаційного ризику та розробити більш ефективні заходи з радіаційного захисту.

**Мета та завдання дослідження:** розробка науково обґрунтованих рекомендацій щодо удосконалення методологічних та нормативно-правових засад складання звіту з оцінки впливу на довкілля (ОВД) в умовах радіаційного забруднення, що забезпечить підвищення ефективності процедури ОВД та прийняття обґрунтованих управлінських рішень у сфері радіаційної безпеки.

Відповідно до мети були поставлені завдання дослідження:

- Аналіз та систематизація існуючих методологічних та нормативно-правових підходів до ОВД, що застосовуються в умовах радіаційного забруднення.
- Оцінка процесів біогенної міграції радіонуклідів в природних та антропогенно трансформованих екосистемах.
- Розробка та удосконалення методологічних підходів до оцінки радіаційного впливу в рамках процедури ОВД.

**Матеріал і методи дослідження.** Матеріалами досліджень є стандартні геоботанічні описи, зроблені на території радіоактивно забруднених територій з 2016 до 2024 рр. Описи виконані маршрутним та стаціонарним методами за стандартними методиками [6]. Отримані стандартні геоботанічні описи класифікувались відповідно до принципів еколого-флористичної школи Брауна Бланке [7] за допомогою програми «Turboweg» [8]. Показники екологічних факторів визначали методами синфітоіндикації з використанням програмного комплексу «Сімаргл» [9].

**Результати досліджень.** Згідно із методичними рекомендаціями запропонованими Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України, під час опису сучасного стану флори та фауни, а також місцевого біорізноманіття, необхідно оцінити наявність або відсутність у зоні реалізації планованої діяльності чи поблизу неї окремих елементів екосистем. До них відносяться місця існування, розмноження, міграції видів, що охороняються (згідно з Червоною книгою України та іншим природоохоронним законодавством), а також рослинних угруповань занесених до Зеленої книги України та раритетних оселищ. У разі виявлення зазначених об'єктів чи елементів, рекомендується надати їхню характеристику, включаючи площу, кількісні показники (чисельність, відносна частота трапляння, кількість гнізд тощо), структурні параметри (наприклад, висота та вік деревостану), ідентифікувати види рослин і тварин, рослинні угруповання та оселища, а також визначити фонові рівні вмісту забруднюючих речовин у ґрунтах і тканинах рослин та тварин у відповідних екосистемах.

Найбільш поширеною та ефективною класифікацією рослинних угруповань є еколого-флористична класифікація Браун-Бланке. Це ієрархічна класифікація, яка включає в себе рівні асоціації, союзу, порядку та класу. Для виконання завдань визначених методичними рекомендаціями з ОВД, необхідно проводити класифікацію рослинності до різних рівнів. За звичай, достатньо визначення рослинного угруповання до рівня союзу. В окремих випадках необхідно опускатися до рівня асоціації. Мова йде про визначення належності угруповання до Зеленої книги України. Оскільки в Зеленій книзі України, угруповання класифіковані за домінуючою класифікацією, то при переході до еколого-флористичної класифікації, її елементи можуть відповідати синтаксонам різного рівня. Наприклад, коли визначають належність оселища до переліку 4 резолюції Бернської конвенції, то за рідкими винятками, рівня союзу виявляється достатньо для опису в ОВД.

Описаний вище підхід добре працює за межами радіоактивно забруднених територій. Однак, часто перерозподіл та накопичення радіонуклідів залежить від особливостей оселищ рослин для опису яких рівня асоціації недостатньо. Візьмемо, як приклад, досить поширені на радіоактивно забруднених територіях соснові ліси, їх синтаксономічна схема за системою Браун-Бланке має такий вигляд.

Vaccinio-Piceetea Br. -Bl. in Br. -Bl. et al. 1939.  
Pinetalia sylvestris Oberdorfer 1957: Dicrano-Pinion (Libbert 1933) Matuszkiewicz 1962: Cladonio-Pinetum Juraszek 1927, Dicrano-Pinetum Preising et Knapp ex Oberdorfer 1957, Leucobryo-Pinetum Mat. (1962) 1973, Peucedano-Pinetum W. Mat (1962) 1973, Veronico incanae-Pinetum Bulokhov et Solomeshch 2003, Molinio-Pinetum W. Mat et J. Mat 1973, Vaccinio uliginosae-Pinetum Kleist 1929.

Quercetea robori-petraeae Br. -Bl. et Tüxen ex Oberdorfer 1957: Quercetalia roboris R.Tx 1931: Pino-Quercion Medw. -Korn. 1959: Quercu roboris-Pinetum (W. Mat. 1981) J. Mat. 1988, Serratulo-Pinetum (W. Mat. 1981) J. Mat. 1988.

Міграція та накопичення радіонуклідів в кожній із вищеназваних асоціацій відбувається за дещо відмінними особливостями. Тому, у багатьох випадках оцінки впливу на довкілля, рівня асоціації достатньо для складання прогнозу впливу планової діяльності на довкілля в умовах радіоактивного забруднення. Накопичення радіонуклідів в домінуючих видах дерев залежатиме від ґрунтових умов та їхнього віку. Окрім того, накопичення радіоактивних речовин в лісовій екосистемі, буде залежати від флористичного складу трав'яно-чагарничкового ярусу. Наприклад, в лісах асоціації Dicrano-Pinetum найвищі показники коефіцієнту переходу для  $^{137}\text{Cs}$  має *Melampyrum pratense* L. (до  $170 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$ ). Однак, проєктивне покриття цього виду в такій асоціації буде коливатися від 1 до 60%. Таким чином, варіант цієї асоціації Dicrano-Pinetum var. *Melampyrum pratense* накопичуватиме в трав'яному ярусі максимальну із можливих варіантів кількість радіоактивного  $^{137}\text{Cs}$ . Однак, загальна фітомаса трав'яного покриву асоціації Dicrano-Pinetum коливатиметься лише від 0,1 до 2 т на гектар. Домінуючий вид в асоціації Quercu roboris-Pinetum (клас Quercetea robori-petraeae) *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. має нижчий коефіцієнт переходу – біля  $80 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$ ) варіант асоціації Quercu roboris-Pinetum var. *Pteridium aquilinum* утворює до 6–7 тон надземної фітомаси на гектар. Отже, незважаючи на майже в два рази нижчий коефіцієнт переходу для домінуючого виду трав'яного ярусу, варіант асоціації Quercu roboris-Pinetum var. *Pteridium aquilinum* накопичує на 30% більше радіоактивного  $^{137}\text{Cs}$  ніж варіант асоціації Dicrano-Pinetum var. *Melampyrum pratense*.

**Обговорення.** Спостерігається зниження коефіцієнтів переходу домінуючих та деяких діагностичних видів у ряду асоціацій соснових лісів побудованому за багаторічним рівнем зволоженості

ґрунту. Цей ряд має такий вигляд Dicrano-Pinetum → Leucobryo-Pinetum → Quercu roboris-Pinetum → Serratulo-Pinetum Peucedano-Pinetum → Molinio-Pinetum → Vaccinio uliginosae-Pinetum.

За рахунок значної різниці в коефіцієнтах переходу домінуючих у різних ярусах може виникати помітна різниця в кількості радіонуклідів накопичених екосистемами [10]. Саме тому, передбачаючи вплив планової діяльності на радіоактивно забруднених територіях, необхідно здійснювати класифікацію рослинних угруповань на рівні варіантів асоціації або субасоціації.

При цьому екосистеми слід розглядати як динамічні системи. Тобто, фіксуючи на досліджуваній території певне оселище, слід розглядати його, як ланку в сукцесійному ланцюгу, який буде змінений під дією планової діяльності [11]. У зв'язку із цим зростає значення інших характеристик домінуючих видів. Наприклад, зростання частки дуба призведе до того, що деревина в момент досягнення лісовим насадженням стиглості міститиме менше радіоактивних елементів. Адже, чим довше відбувається цей процес тим менше їх встигне розклатися в деревині. Таким чином види дерев похідних лісів, які будуть використані як ділова деревина або паливо міститимуть більше радіонуклідів ніж деревина довго живучих твердих порід [4].

**Висновки.** Під час складання звіту оцінки впливу планової діяльності на довкілля в межах радіоактивно забруднених територій необхідно здійснювати класифікацію рослинності на рівні варіантів асоціації або субасоціації за класифікацією Браун-Бланке. Ці угруповання слід розглядати, як ланки в сукцесійних ланцюгах, що перебувають під впливом вище згадуваної планової діяльності.

У ряду асоціацій соснових лісів побудованому за багаторічним рівнем зволоженості ґрунту. Цей ряд має такий вигляд Dicrano-Pinetum → Leucobryo-Pinetum → Quercu roboris-Pinetum → Serratulo-Pinetum Peucedano-Pinetum → Molinio-Pinetum → Vaccinio uliginosae-Pinetum спостерігається зниження коефіцієнтів переходу домінуючих видів.

### Література

1. Закон України про оцінку впливу на довкілля URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text> (дата звернення: 20.12.2024)
2. Binh N. T., Quang N. H., T. Y., et al. The transfer of radionuclides in the terrestrial environments – recent research results in monsoon tropical condition of Vietnam. Proc. Int. Conf. Transfer of Radionuclides in Biosphere. Prediction and Assessment. Mito, Japan, 2002. С. 79–89.
3. Петрусенко В. П., Кутлахмедов Ю. О. Оцінка і прогноз розподілу радіонуклідів і дози в типовій екосистемі схилів для ландшафтів України. Збірник наукових праць Національного авіаційного університету. 2006. Т. 28, № 2. С. 134–136.
4. Ірклієнко С. П., Бузун В. О., Дмитренко О. Г., Турчак Ф. М. Функціонування лісових екосистем та ведення лісового господарства в зонах безумовного відселення. Ядерна фізика та енергетика. 2001. Вип. 2 (4). С. 127–132.
5. Eslava-Gomez A., Brown J. Determination of Root Uptake to Vegetables Grown in Soil Contaminated for Twenty-five Years. Health Protection Agency, 2013. С. 13.
6. Якубенко Б.Є., Попович С.Ю., Устименко П.М., Дубина Д.В., Чурілов А.М. Геоботаніка : методичні аспекти досліджень. Ліра, 2020, 316 с.
7. Дубина Д.В. Прогноз рослинності України. Київ : Наукова думка, 2019. 784 с.
8. Hennekens S. Turboveg for Windows. 1998–2007. Version 2. Wageningen: Inst. voor Bos en Natuur. 2009. 84 p.

9. Хом'як І.В., Василенко О.М., Гарбар Д.А., Андрійчук Т.В., Костюк В.С., Власенко Р.П., Шпаковська Л.В., Демчук Н.С., Гарбар О.В., Онищук І.П., Коцюба І.Ю. Методологічні підходи до створення інтегрованого синфітоіндикаційного показника антропогенної трансформації. Екологічні науки. 2020. № 5 (32), Т. 1. С. 136–141.
10. Січенко О. Міграція  $^{137}\text{Cs}$  в ланцюгах «грунт-квітка», «квітка-мед», «грунт-мед» при різних технологіях утримання бджіл. Тваринництво України. 2011. № 4. С. 6–9.
11. Хом'як І. В., Пухтаєвич П. П. Екосистемологічний моніторинг на радіоактивно забруднених територіях Центрального Полісся. Теоретичні та прикладні проблеми екосистемології. Житомир : Видавництво ЖДУ, 2008. С. 42.