УДК 574.4:581.524.2
DOI https://doi.org/10.32846/2306-9716/2026.eco.6-69.28

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ТА МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ОЦІНЮВАННЯ СУКЦЕСІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ПОРУШЕНИХ ЕКОСИСТЕМ

Мартиненко В.В. (orcid.org/0000-0002-2526-6732)
Інститут агроекології і природокористування Національної академії аграрних наук України
вул. Метрологічна, 12, 03143, м. Київ
martinenko.vasil@ukr.net

Стаття присвячена огляду концептуальним та методологічним засадам оцінювання сукцесій на порушених територіях, в тому числі, що зазнали впливу воєнних дій. Було здійснено аналіз екологічних сукцесій, які встановлюють закономірність перебудови рослинних угруповань, особливі риси їх відновлення та можливість формувати альтернативно стальні ценози. Спрямованість сукцесійних процесів залежить від комплексу факторів, серед яких характеристика порушення, ступінь зміни середовища, видовий склад рослинності до моменту впливу на нього та видовий склад, поширення фітоінвазій. Висвітлено питання дослідження сукцесійних проявів в екосистемах як процес, що має багато варіантів розвитку. Окрім цього було встановлено стадії сукцесії ценозу, яке розпочинається із порушення, після чого переходить до піонерної під час якої відбувається перехід до нових зв'язків в угрупованні після чого відбувається формування стабільного або альтернативного стану порушеної території. Надано характеристику воєнному впливу на екосистеми, який проявляється через механічну та хімічну дію на компоненти природного комплексу, а також формує нетипові умови для відновлення рослинного покриву. Проведено систематизацію щодо оцінки порушення екосистем різними підходами, який включає фітоценотичний, біоіндикаційний, ландшафтний, дистанційний, моделювання. Для кожного із підходів було визначено його інформаційні спроможності у використанні дослідження змін у фітоценозі, а також побудови прогностичних моделей відновлення. Доведена необхідність комплексного проведення дослідження щодо моніторингу відновлення порушених територій. Теоретично було продемонстровано, що поєднання підходів створює передумови вивчення вектору сукцесійних процесів, формування нових (альтернативних) станів, а також наукового обґрунтуванням для прийняття різного рівня рішень з метою відновлення порушених територій. *Ключові слова*: белігеративний вплив, фітоценотична динаміка, альтернативні стабільні стани, екологічний моніторинг, дистанційне зондування Землі.

Conceptual and methodological foundations for assessing successional processes in disturbed ecosystems. Martynenko V.
This article reviews the conceptual and methodological foundations for assessing successional processes in disturbed areas, including ecosystems affected by military activities. An analysis of ecological succession was conducted to identify patterns of plant community restructuring, specific features of vegetation recovery, and the potential for the formation of alternative stable communities. The direction of successional processes depends on a combination of factors, including the characteristics of the disturbance, the degree of environmental transformation, the species composition of vegetation prior to disturbance, and the occurrence and spread of invasive plant species. Ecological succession is examined as a process characterized by multiple potential developmental trajectories. The main stages of succession are identified, beginning with the initial disturbance, followed by the pioneer stage, during which new ecological relationships within plant communities develop, and subsequently progressing towards the formation of either a stable or an alternative state in the disturbed area. The impacts of military activities on ecosystems are characterized in terms of mechanical and chemical disturbances affecting the components of natural ecosystems and creating atypical conditions for vegetation recovery. Methodological approaches to assessing disturbed ecosystems are systematized, including phytocoenotic, bioindication, landscape-based, remote sensing, and modelling approaches. The information potential of each approach is examined in relation to the investigation of changes in plant community structure and the development of predictive models of ecosystem recovery. The necessity of an integrated approach to monitoring the recovery of disturbed areas is substantiated. It is theoretically demonstrated that combining different methodological approaches provides a basis for identifying the direction of successional processes, assessing the formation of new (alternative) ecosystem states, and providing scientific justification for decision-making at different management levels aimed at restoring disturbed ecosystems. *Key words*: war-related disturbance, phytocoenotic dynamics, alternative stable states, ecological monitoring, Earth observation and remote sensing.

Постановка проблеми. Збільшення випадків антропогенного впливу на екосистеми викликало необхідність модернізувати підходи щодо оцінки стану та подальшого вектору відновлення. Найбільшого наукового зацікавлення набувають сукцесії, які визначають напрям структурно-функціонального перебудування після впливу. Велика кількість варіантів розвитку ценозу ускладнюють процес подальшого прогнозування розвитку екосистеми, так як відновлення рослинності не кожного

© Мартиненко В.В., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

разу супроводжується поверненням до стабільного стану. У зв'язку із значною кількістю трансформації екосистем та поширенню на них інвазійної фітобіоти створюються передумови формування альтернативної екосистеми. На теперішній час наявна методологія дозволяє оцінити окремі компоненти екосистеми, а їх використання без взаємодії із іншими підходами не забезпечує всебічного дослідження сукцесійного розвитку. актуальним завданням є теоретично узагальнити концепцію положень щодо вивчення сукцесії шляхом поєднання різних підходів для оцінювання змін, стадій розвитку та прогнозування вектору розвитку порушеної екосистеми.

Актуальність дослідження. Актуальним завданням є теоретично узагальнити концепцію положень щодо вивчення сукцесії шляхом поєднання різних підходів для оцінювання змін, стадій розвитку та прогнозування вектору розвитку порушеної екосистеми. Особливо гостро дане питання постало на території України, де вже довготривалий період часу відбуваються інтенсивні бойові дії, що супроводжуються змінами у живому надґрунтовому покритті, зміною екологічних умов субстрату, що створює найбільш сприятливі умови для поширення фітоінвазій. Таким чином, загальна світобачення щодо поступового відновлення до вихідного стану не завжди демонструють стандартні процеси, так як сукцесійне відновлення після значного антропогенного впливу спрямовані на формування альтернативного стану, який буде більш стабільнішим до впливу негативних факторів ніж його попередній стан. В той же час, дослідження зазначених змін вимагає комплексного використання підходів, які здатні врахувати різні характеристики екосистеми. Актуальним постає питання різних видів досліджень, що забезпечить всебічний моніторинг, в тому числі й на віддалених та важкодоступних місцях. Узагальнення та систематизація положень щодо оцінювання сукцесій важливою складовою встановлення закономірностей розвитку екосистем внаслідок порушення та розроблення заходів щодо відновлення таких територій.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Стаття написана в рамках фундаментального дослідження за темою «Вплив сукцесій та фітоінвазій белігеративних ксерофітних екосистем України» (НДДКР РК № 0126U002594 (2026-2030 рр.).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Публікаційна діяльність щодо вивчення сукцесій відображається у контексті структурно-функціональної перебудови угруповань, механізму відновлення або формування альтернативних станів. Так, у статті M. van Breugel із співавторами [1] пояснили про зворотній зв'язок екологічних умов та рослинністю щодо формування напряму сукцесій. Пізніше, S. Mata із іншими співавторами [2] вже пояснили застосування концепції альтернативного стану, щодо формування нових структур у рослин, які будуть більш стабільнішими. Дані публікації підтверджують той факт, що сукцесію як процес потрібно досліджувати як процес який може мати велику кількість напрямів, які визначаються комплексною дією різних чинників. Новим напрямком досліджень в Україні та світі стало оцінювання впливу воєнних дій на екосистеми України. Так, у своїх дослідженням P. Pereira [3] з колегами та Solokha M. із співавторами [4] провели дослідження щодо впливу воєнного впливу на природне середовище, серед яких живий надґрунтовий покрив та інші компоненти грунту. А вже Filho W. L. [5] із іншими дослідниками описали, як воєнні дії впливають на природоохоронні території та які дії необхідно щодо екологічного моніторингу.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Попри значну кількість наукових статей щодо сукцесій, невелика кількість публікацій присвячена комплексному дослідженню оцінки змін порушених екосистем. Також за необхідне слід встановити за якими критеріями буде проводитися оцінювання сукцесійних процесів, а також розмежувати відновлення рослинності до початкового стану та формування альтернативної екосистеми. Окрім цього необхідно враховувати вплив інвазійної фітобіоти та специфіку воєнних порушень, так як вони можуть мати суттєвий вплив на вектор розвитку відновлення порушеної рослинності. Актуально залишається питання щодо поєднання різних методів дослідження до однієї системи оцінювання, так як кожен метод або підхід має свої критерії та значення.

Новизна. Здійснено обґрунтування необхідності комплексного дослідження сукцесій на основі поєднання характеристик різних типів підходів. Здійснено акцент на необхідності розділяти поняття щодо відновлення ценозу до вихідного та формування альтернативного ценозу. Пояснена необхідність розглядати просторову неоднорідність відновлення та фітоінвазій як один із чинників, які впливають на напрям сукцесії. Запропоновано враховувати специфіку белігеративних ландшафтів під час формування комплексу досліджень з метою їх оцінювання.

Методологічне або загальнонаукове значення. Методологічне значення даної статті полягає у поєднанні традиційного геоботанічного дослідження та новітніх технологій спостереження на основі даних супутникових зйомок. Застосування у комплексному дослідженні різних методів створює передумови всебічному дослідженню оцінці рослинного покриву та його перебудови. У контексті загальнонаукового значення дане дослідження може полягати у тому, що сукцесія рослинності може мати багато варіантів розвитку рослинності, від відновлення до початкового стану до формування альтернативних ценозів.

Викладення основного матеріалу. На територіях, що зазнали різного негативного впливу та було порушено рослинний покрив напрям сукце-

сійного відновлення такого ценозу визначається взаємодією комплексу чинників, що впливають на перебудову угруповання. Одним із важливих факторів що впливає на процес перебудови є інтенсивність порушення, збереженість насіннєвого фонду (вихідного матеріалу) та здатність пристосуватися до нових умов зростання. На перших етапах відновлення рослинний склад залежить від наявності автохорних видів та тих, що зазнали мінімального впливу, а також формувати новий ценоз. Наступним етапом формування ценозу є створення міжвидових зв'язків, в тому числі й конкуренція за доступність до ресурсів, що прямо буде впливати за структурною зміною у домінуванні. Така закономірність узгоджується із моделлю толерантності, відповідно до якої сукцесія розвитку угруповання визначається властивостями рослини взаємодіяти із навколишнім середовищем [8, 9].

Під час сукцесійного розвитку ценозу відбувається окрім зміни проєктивного покриття, відбувається зміна у мікрокліматі території та характеристиці верхнього шару грунту. Нові умови зростання створюють передумови для заселення нових видів та ускладнення рослинної структури. У той же час, при зміні екологічних умов навколишнього середовища можуть створюватися несприятливі умови розвитку ценозу, а тому можливе відхилення від відновлення до вихідного угруповання. Таким чином, сукцесію слід розглядати як процес, який має безліч варіантів формування ценозу, від відновлення ознак до того стану який був перед порушенням, або формуванням альтернативного стану [10, 12].

Одним із факторів, що може суттєво вплинути на напрям сукцесії є зростання інвазійних видів рослини та порушених територіях. Вплив на живий надґрунтовий покрив (в основному на судинну флору), зменшення його проєктивного покриття створюють умови для їх проростання. На перших етапах сукцесії інвазії здатні за короткий проміжок часу розповсюдитися на велику територію, тим самим впливаючи на структуру й інших ценозів [11]. Найбільш відчутний вплив вони мають на аборигенну фітобіоту у момент зменшення представництва (видового та проєктивного). У таких випадках вже фітоінвазія виступає рушійною силою у формуванні альтернативного стану екосистеми, що у свою чергу буде відрізнятися від вихідного стану [12].

Для територій, які зазнали воєнного впливу питання фітоінвазій постає дуже гостро. Механічна дія на поверхню землі, змінені екологічні умови грунту та порушення взаємозв'язків між рослинами сприяють проникненню інвазіям, які не є характерним для вихідного угруповання. Не завжди зростання інвазійних видів свідчить про незворотні зміни. Вплив насамперед залежить від їх кількості та проєктивного покриття. Таким чином, при оцінювання сукцесії потрібно також враховувати не тільки вид, а й участь. У свою чергу це дозволить встановити можливі вектори розвитку ценозу та запланувати природоохоронні заходи [11].

Однією із особливостей порушених територій є те, що під час відновлення спостерігається неоднорідне відновлення рослинного покриву. Найбільше це проявляється на територіях, що зазнали механічного впливу, особливо воєнного, де внаслідок бойових дій утворюються зміни у рельєфі, ущільнення верхнього шару грунту та руйнується сформований фітоценоз [13, 14]. Через це, у межах одного комплексу можливий випадок формування осередків із різними умовами та інтенсивністю відновлення. Поясненням цього є те, що на території де зберігся вихідний ценоз можливо формування більш сприятливіших умов для відновлення угруповання, а на сильно видозмінених ділянках виникають можливості у формуванні іншого фітоценозу.

Для встановлення просторових закономірностей сукцесій важливе місце у дослідженнях займає два підходи: ландшафтний та геоінформаційний. Збір інформації про конфігурацію порушених осередків, фрагментація рослинності та просторовий взаємозв'язок надають можливість охарактеризувати зміни у таких екосистемах [15]. Інтегрування геоботанічних досліджень та картографії створює умови для встановлення ділянок, що перебувають на різних сукцесійних стадіях. У той же час, використання лише одного із підходів не надають можливість повноцінно дослідити просторової організації такої території.

Об'єктивну оцінку дослідження сукцесій можливо надати проводячи довготривалий моніторинг за змінами, які проходять у рослинному покриві. Використання ГІС-технологій надають можливість сформувати часові ряди, встановити масштаби дослідження та тенденції відновлення рослинності [16]. Дистанційний метод дослідження є найбільш актуальним при дослідженні белігеративних територій, так як їх наземний огляд є обмеженим через безпекові умови. Аналіз індексів дозволить досліджувати зміну у часі та просторі, а також виявляти місцерозташування територій із різним ступенем відновлення. Але у такому випадку слід розуміти, що збільшення числових значень індексів необов'язково буде свідчити про відновлення ценозу до першопочаткового стану. Інтеграція різних підходів дозволить встановити як кількісні так і структурні особливості сукцесії. Одним із ключових моментів таких досліджень це є порівняння порушених територій на різних етапах сукцесії із модельною (контрольною) територією для встановлення темпів та вектору відновлення.

Процедура проведення комплексного оцінювання в майбутньому матиме вагоме значення при розробленні плану заходів по відновленню (природоохоронні) порушених екосистем. Поєднання різних підходів надає можливість оцінити екологічний стан покриву на різних стадіях відновлення або зростання

[15, 16]. У даному випадку слід звертати увагу на спрямованість сукцесії та встановленню обмежувальних чинників. Території, які зберігають шанси на самовідновлення за необхідним потрібно створити такі передумови та сприяти не повторенню тих дій, що призвели до порушення екосистеми. Ділянки, які характеризуються значеною трансформацією та поширення фітоінвазій потребують детального вивчення (оцінювання) з метою розроблення більш ширшого плану природоохоронних заходів.

Отже, використання комплексного підходу надають можливість перейти від геоботанічних описів порушених територій (екосистем) до встановлення закономірностей їх перебудови. Одним із результатів такого оцінювання буде розмежування дослідження територій на яких відбувається процес відновлення до природного стану та екосистем як формують альтернативний стан відновлення рослинності. При комплексному підході досліджень використати дані геоботанічних описів порушених територій різного часового проміжку порушення та засоби дистанційного зондування землі можна отримати дані, які будуть свідчити про просторово-часову сукцесію. Така інформація буде корисною при надання пріоритетного статусу для моніторингу та всебічного розроблення природоохоронного або відновлювального плану заходів. Актуально застосовати комбіновані методи дослідження на воєнно порушених ландшафтах, де відновлення представлено просторовою неоднорідністю, а сукцесія може проходити за будь яким сценарієм.

Головні висновки. За результатами проведеного дослідження було встановлено, що сукцесія рослинності на порушених територіях має ознаки багатоваріантності. Науково обґрунтовано, що порушений фітоценоз не завжди буде відновлюватися до вихідного стану, він може також формувати й альтернативне угруповання. Фітоінвазії, просторова неоднорідність та інтенсивність порушення є головними чинниками у формуванні вектору сукцесії. Вказано щодо доцільності комплексного використання підходів щодо оцінки змін, які проходять в екосистемі.

Перспективи використання результатів дослідження. Перспективою використання результатів є удосконалення підходів до моніторинг та оцінювання порушених екосистем. Запропоновані положення можуть бути використані при майбутньому розробленні системи індикаторів та критеріїв щодо визначення стадій та напряму сукцесій. У практичній площині актуальність застування комплексного дослідження полягає у оцінюванні екологічного стану рослинності на постворенних територія. Наступними кроками дослідження повинні бути у апробуванні результатів, що будуть спрямовані на розроблення інтегрального показника оцінювання стану екосистеми. Результати стануть основою для проведення моніторингу, визначення перспективних територій для відновлення та розроблення рекомендацій для даного виду робіт.

Література

1. Van Breugel M., Bongers F., Norden N. et al. Feedback loops drive ecological succession: towards a unified conceptual framework. *Biological Reviews*. 2024. Vol. 99, No. 3. P. 928–949. DOI: https://doi.org/10.1111/brv.13051.
2. Mata S., Braga J. M. A., Flores B. M., Sansevero J. B. B. Use of the Alternative Stable States Concept in Tropical Terrestrial Ecosystem Research—A Systematic Literature Review. *Biotropica*. 2025. Vol. 57. e70025. DOI: https://doi.org/10.1111/btp.70025.
3. Pereira P., Bašić F., Bogunovic I., Barceló D. Russian-Ukrainian war impacts the total environment. *Science of the Total Environment*. 2022. Vol. 837. 155865. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155865.
4. Solokha M., Pereira P., Symochko L. et al. Russian-Ukrainian war impacts on the environment. Evidence from the field on soil properties and remote sensing. *Science of the Total Environment*. 2023. Vol. 902. 166122. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166122.
5. Filho W. L., Fedoruk M., Eustachio Pires J. H. P. et al. The environment as the first victim: The impacts of the war on the preservation areas in Ukraine. *Journal of Environmental Management.* 2024. Vol. 364. 121399. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121399.
6. Gleason H.A. The individualistic concept of the plant association. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*. 1926. Vol. 53. P. 7–26. URL: https://www.geobotany.org/library/pubs/GleasonHA1926_bulltbc_7-26.pdf.
7. Connell J.H., Slatyer R.O. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *American Naturalist*. 1977. Vol. 111. No. 982. P. 1119–1144. URL: https://www.columbia.edu/cu/e3bgrads/JC/Connell_1977_AmNat.pdf.
8. Hobbs R.J., Higgs E.S., Hall C.M. Novel ecosystems: intervening in the new ecological world order. *Wiley-Blackwell*. 2013. DOI: https://doi.org/10.1002/9781118354186.
9. Протопопова В.В., Шевера М.В. Інвазійні види флори України. Група високо активних видів. *GEO&BIO*. 2019. Вип. 17. С. 116–135. DOI: https://doi.org/10.15407/gb.2019.17.116.
10. Suding K.N., Gross K.L., Houseman G.R. Alternative states and positive feedbacks in restoration ecology. *Trends in Ecology & Evolution*. 2004. Vol. 19. No. 1. P. 46–53. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tree.2003.10.005.
11. Filho W.L., Fedoruk M., Eustachio Pires J.H.P., Splodytel A., Smaliychuk A., Szynkowska-Jozwik M.I. The environment as the first victim: The impacts of the war on the preservation areas in Ukraine. *Journal of Environmental Management*. 2024. Vol. 364. Article 121399. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121399.
12. Дребот О.І., Король О.В. Трансформація ландшафтів в умовах військових конфліктів. *Агроекологічний журнал*. 2025. № 3. С. 6–12. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2025.340773.
13. Гродзинський М.Д. Ландшафтна екологія: підручник. Київ: Либідь, 1993. 224 с. URL: https://aokornus.at.ua/BOOKS/Grodzynsky.pdf.
14. Huete A.R. Vegetation Indices, Remote Sensing and Forest Monitoring. *Geography Compass*. 2012. Vol. 6. P. 513–532. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1749-8198.2012.00507.x.

Дата першого надходження статті до видання: 16.10.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 04.11.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 23.11.2026