



К. В. Новосад<sup>1,2</sup>, О. Ф. Щербакова<sup>1,3</sup>, В. В. Новосад<sup>1</sup>, О. А. Коваленко<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Національний науково-природничий музей НАН України, м. Київ, Україна

<sup>2</sup> Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна

<sup>3</sup> ПВНЗ "Київський медичний університет", м. Київ, Україна

## СОЗОФІТИ ТА РАРИТЕТНИЙ ЦЕНОФОНД СУДИННИХ РОСЛИН ЗОНИ ВПЛИВУ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ АЕС ЗА УМОВ ЗРОСТАННЯ АНТРОПОПРЕСІЇ ЧЕРЕЗ ЇЇ РОЗБУДОВУ

Для стабілізації енергосистеми України, яка за умов війни фактично тримається на атомній генерації, у 2024 р. розпочалося будівництво чотирьох нових енергоблоків на Хмельницькій АЕС. З огляду на це здійснено флористичне дослідження раритетного фіто- та ценорізноманіття судинних рослин на території промайданчика АЕС, акваторії та узбережжя її водойми-охолоджувача, дамби та в межах всієї зони впливу енергооб'єкта. Встановлено, що території ХАЕС за геоботанічним районуванням України належать до Центральноєвропейської провінції широколистяних лісів, Південно-Польсько-Західно-подільської підпровінції, Малополіського округу грабово-дубових, соснових лісів, заплавлених луків та евтрофних боліт. Виявлено, що на досліджуваних територіях зростають 654 аборигенні та 72 інвазійні види судинних рослин. З них 17 видів мають національний та 39 видів – регіональний статус охорони. Встановлено, що міжнародний охоронний статус мають 164 види рослин (118 видів – IUCN Red List of Threatened Species; 38 – European Red List та вісім видів – CITES). З'ясовано, що раритетний фітоценофонд у зоні впливу ХАЕС та суміжних з нею територіях представлений рослинними угрупованнями семи формацій, з-поміж яких більшість представляють водну та прибережну рослинність (*Ceratophylla submersa*, *Nuphar lutea*, *Sparganium angustifolium*, *Nymphaea alba*, *Salvinia natans* та *Sagittaria sagittifolia*), також виявлено рідкісні ценози заплавлених лісів (*Alnus incana*). Безпосередньо на будмайданчику ХАЕС відзначено популяцію раритетного виду державного та міжнародного статусу охорони – *Epipactis helleborine* (з родини *Orchidaceae*), яка збереглася тут у техногенній зоні на площі близько 40 м<sup>2</sup> у лісовому останці зі сосни звичайної (*Pinus sylvestris*). Її популяція малочисельна, віковий спектр повностановий, бімодальний із домінуванням генеративних та віргінільних особин. Проаналізовано раритетну фіто- та ценокомпоненту зони впливу ХАЕС, визначено профільні антропогенні чинники та здійснено прогноз впливу будівництва нових енергоблоків на структури популяцій та склад угруповань. Розроблено та запропоновано для реалізації заходи з мінімізації негативного впливу будівництва ХАЕС на раритетну фітокомпоненту. Запроваджено популяційний фітомоніторинг созофітів.

**Ключові слова:** флора; судинні рослини; раритетна компонента; Червона книга України; Зелена книга України; рідкісні угруповання; фітоінвазії; антропопресія.

### Вступ / Introduction

У 2024 р. розпочато будівництво чотирьох нових атомних енергоблоків на Хмельницькій АЕС, що є вкрай потрібним для стабільності енергосистеми країни. За умов війни, коли через російські ракетні обстріли пошкоджено чи знищено більшість об'єктів тепло- і гідроелектростанцій, енергосистема України фактично тримається на атомній генерації. Безпечність добудови нових блоків з екологічного погляду потрібно підкріпити сучаснішими дослідженнями, які повинні розглядатися у звіті з ОВД. Для цього було затверджено та виконано наукове дослідження за темою: "Оцінка впливу

планованої діяльності Хмельницької АЕС з будівництва нових енергоблоків на популяції раритетних видів рослин міжнародного, національного та регіонального рівнів охорони, рідкісні рослинні угруповання, оселища Смарагдової мережі та об'єкти природно-заповідного фонду".

Дослідження проведено в межах виконання планової бюджетної наукової тематики НАН України на 2023-2027 рр. "Регіональні природні та урбаногенні флори України: флорокомплексна диференціація, видове і популяційне різноманіття, антропогенна трансформація, охорона раритетної компоненти *ex situ* та *in situ*".

### Інформація про авторів:

**Новосад Катерина Валеріївна**, канд. біол. наук, наук. співробітник, відділ ботаніки.

Email: [novosad.kv@ukr.net](mailto:novosad.kv@ukr.net); <https://orcid.org/0000-0002-6704-0336>

**Щербакова Ольга Федорівна**, канд. біол. наук, ст. наук. співробітник, відділ ботаніки.

Email: [scherbakova\\_ola@ukr.net](mailto:scherbakova_ola@ukr.net); <https://orcid.org/0000-0001-6601-6476>

**Новосад Валерій Васильович**, канд. біол. наук, ст. наук. співробітник, завідувач відділом ботаніки.

Email: [novosad-botan@ukr.net](mailto:novosad-botan@ukr.net); <https://orcid.org/0000-0001-9719-8778>

**Коваленко Олексій Анатолійович**, канд. біол. наук, наук. співробітник, відділ ботаніки.

Email: [corydalis@ukr.net](mailto:corydalis@ukr.net); <https://orcid.org/0000-0001-6405-2035>

**Цитування за ДСТУ:** Новосад К. В., Щербакова О. Ф., Новосад В. В., Коваленко О. А. Созофіти та раритетний ценофонд судинних рослин зони впливу Хмельницької АЕС за умов зростання антропопресії через її розбудову. Науковий вісник НЛТУ України. 2025, т. 35, № 5. С. 32–39.

**Citation APA:** Novosad, K. V., Scherbakova, O. F., Novosad, V. V., & Kovalenko, O. A. (2025). Sozophytes and rare coenotic diversity vascular plants of the Khmelnytsky NPP influence zone in the conditions of increasing anthropopresing in connection with the expansion of the power facility. *Scientific Bulletin of UNFU*, 35(5), 32–39. <https://doi.org/10.36930/40350504>

*Об'єкт дослідження* – флора судинних рослин, її раритетна компонента та рідкісні угруповання за умов зростання антропопресії зони впливу Хмельницької АЕС (ХАЕС).

*Предмет дослідження* – методи і засоби розроблення та впровадження фітосозологічних заходів, що сприятимуть збереженню раритетного фіто- та ценорізноманіття в зоні впливу ХАЕС під час її розбудови та експлуатації.

*Мета роботи* – проаналізувати раритетне фіто- та ценорізноманіття судинних рослин територій Хмельницької АЕС, результати якого дадуть змогу здійснити прогноз їхніх можливих змін за умов зростання антропопресії під час подальшої розбудови енергооб'єкта.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі основні завдання дослідження:

- встановити таксономічний склад судинних рослин зони впливу ХАЕС, що дасть змогу оцінити її видове багатство та регіональну репрезентативність;
- виявити раритетну фітокомпоненту, встановити созологічні статуси міжнародної, національної та регіональної охорони для оцінення ступеня загроз зростаючої антропопресії у зв'язку з розбудовою енергооб'єкта;
- здійснити популяційні дослідження раритетних видів для встановлення демографічної та просторової структури та рівня стійкості за умов антропопресії;
- розробити та запровадити заходи з мінімізації негативного впливу енергооб'єкта під час його будівництва та експлуатації на раритетну фітокомпоненту та рідкісні угруповання.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Регіон Малополицького Погориння є одним з модельних регіонів України, флора якого досліджується з 2002 р. державними науковими тематиками ННПМ НАН України. За останні 10 років здійснено 13 тривалих експедиційних досліджень, виконано п'ять госпдогвірних тем, опубліковано понад 35 наукових статей та монографічне зведення "Природа Малополицького Погориння. Рослинний світ. 2015" [30], в якому автори наводять результати дослідження фіто-, флоро- та ценорізноманіття регіону, еколого-флорокомплексної диференціації, ендемізму, раритетної фітокомпоненти, структур популяцій найуразливіших видів, оцінку рекреаційної резистентності раритетних видів рослин за умов урбанізованого середовища, розглядають питання їхнього збереження *ex situ* та *in situ*, аналізують процеси поглиблення синантропізації та фітоінвазії як у зоні впливу ХАЕС, так і в регіоні Малополицького Погориння.

У роботі [18] наведено результати аналізу раритетного флорофонду національної охорони регіону Малополицького Погориння. Автори вважають, саме популяційні дослідження дають змогу виявити біологічний потенціал виду в конкретних умовах, вияснити природні та антропогенні причини їхнього зникнення, а також причини невідповідності морфолого-фізіологічних особливостей видів умовам їх зростання.

У роботі [1] виділено та проаналізовано фактори прямого та опосередкованого впливу енергетичних об'єктів АЕС та їхніх гідротехнічних споруд на довкілля, зокрема – повітря, водні, земельні та біоресурси. У дослідженні [17] проаналізовано інвазійні види рослинності та їхні адаптивні стратегії за умов посиленої антропопресії на урбанізованих територіях.

У роботі [5] висвітлено питання зміни навколишнього середовища під впливом фітоінвазійних процесів, що

можуть мати серйозні потенційні наслідки для місцевих популяцій раритетних видів, рослинних угруповань та екосистем. У цьому контексті розглядають функціональні ознаки інвазійних рослин, які сприяють їхній експансивній стратегії.

У роботі [19] наведено ризики виснаження фіторізноманіття зон впливу гідрооб'єктів, зокрема – техногенних водойм-охолоджувачів АЕС, рекомендоване впровадження їхнього фітомоніторингу та запропоновано заходи з мінімізації негативного впливу на навколишні фітосистеми.

Серед численних іноземних літературних джерел стосовно вивчення безпосередньої зони впливу АЕС, зокрема – і в роботі [10], переважають матеріали радіобіологічного забруднення середовища та подають оцінку ризиків та управління витокami радіонуклідів на атомних електростанціях.

Автори [13] розглядають зміну парадигми збереження рідкісних рослин від статичного, територіально-орієнтованого збереження до динамічного, мережевого управління, яке передбачає як кліматичні, так і соціально-економічні зміни, пропонуючи надійний, заснований на фактичних даних, шлях до забезпечення їхньої довгострокової охорони.

У монографії [11] проаналізовано стан басейну р. Горині, вплив загальної господарської діяльності та Хмельницької АЕС на кількісні та якісні показники водних біоресурсів. У роботі авторів [16] проаналізовано негативні наслідки будівництва АЕС та їхніх водойм, зокрема – й відносно рослинного світу. Було розглянуто та проведено класифікацію основних факторів впливу об'єктів електроенергетики на довкілля: атмосферне повітря, водні та земельні ресурси. Визначено особливості екологічного впливу традиційних і нетрадиційних джерел генерації електроенергії на довкілля.

У 2000 р. автори [27] дослідили рослинність 30-кілометрової зони впливу Хмельницької АЕС. Показано, що лісова рослинність відзначається ценотаксономічним багатством і представлена здебільшого сосновими, вільховими, березовими та дубовими лісами задовільного стану, підтверджено добру збереженість структури їхніх угруповань, наявність раритетних видів та ценозів.

Отже, результати дослідження стосовно флори та рослинності, стану популяцій раритетних видів та угруповань безпосередньо на територіях землевідводів та промзон АЕС у доступних літературних джерелах не знаходили. Гербарні матеріали з цих територій у національних та регіональних гербаріях також відсутні. Наші дослідження закривають цю прогалину і акцентують увагу на найвразливішу компоненту фітобіоти – раритетні види, стан їхніх популяцій та рослинні угруповання за умов техногенних ландшафтів енергокомплексів.

**Матеріали та методи дослідження.** Застосовано такі методи дослідження: польові (флористичні та еколого-популяційні); камеральні (ідентифікаційні, морфолого-аналітичні, ботаніко-географічні, порівняльно-флористичні, картографічні, варіаційно-статистичні та ін.). Висвітлено тільки матеріали стосовно раритетного фіто- та ценорізноманіття, отримані після ряду тривалих (2022-2025 рр.) власних експедиційних досліджень, опрацювання літературних джерел та гербарних колекцій. Під час польового сезону досліджували зони впливу ХАЕС, куди віднесено території землевідводу, зокрема: пром- та будмайданчиків діючих та запроектованих

енергоблоків, території в межах 3-5 км, де проходять та будуються нові комунікації, розташовані підсобні та технологічні підприємства, технічні водойми та водойма-охолоджувач (акваторія 24 км<sup>2</sup> та її узбережжя), їхні дамби та буферні санітарно-захисні лісові території. Окрім цього, у зону впливу внесено місто-супутник АЕС Нетішин та його рекреаційні зони, де перебувають також об'єкти природно-заповідного фонду (окремі лісові квартали НПП "Мале Полісся", заказники: "Параліс", "Дорогоща", "Вільшина", "Конвалія травнева" та урочище "Клиновецьке". У роботі використано природоохоронні статуси раритетних видів ЧКУ та IUCN.

## Результати дослідження та їх обговорення / Research results and their discussion

Територія зони впливу ХАЕС належить за: *фізико-географічним районуванням* – до зони Широколистяних лісів, Західноукраїнського краю, області Мале Полісся, Смігівсько-Славутського району; за *геоботанічним районуванням* – до Центральноєвропейської провінції широколистяних лісів, Південнополісько-Західноподільської підпровінції широколистяних лісів, луків, лучних степів та евтрофних боліт, Малополіського округу грабово-дубових, соснових лісів, заплавних луків та евтрофних боліт; за *флористичним районуванням* входить

до флористичного району Малополіського Погориння, Малополіського підокругу, Люблінсько-Волино-Малополіського флористичного округу, Люблінсько-Волино-Подільської підпровінції, Центральноєвропейської провінції, Європейської області Північно-палеарктичного підцарства; за *фітосозологічним районуванням* – до Волино-Малополіського фітосозологічного району, для якого характерні 1600 видів судинних рослин, з яких 96 є созофітами національного значення [29].

На підставі аналізу гербарних матеріалів (власних, KWNM та KW), інформації літературних та електронних джерел, регіону Малополіського Погориння встановлено, що в зоні впливу ХАЕС та суміжних з нею територіях зростають 654 аборигенних та 72 інвазійних видів судинних рослин, що становить 69 % аборигенної та 36 % адвентивної фракції спонтанної флори регіону Малополіського Погориння.

На промисловому будмайданчику енергоблоків ХАЕС виявлено 133 аборигенних та 37 інвазійних видів, на водонапірній греблі водойми-охолоджувача – відповідно 83 та 23 види, у водоймі-охолоджувачі – 38 видів (з них чотири гідрофітів та 34 гелофітів) (рисунок: 1-3, 5, 6). Основну увагу приділено вивченню раритетного фіто- та ценофунду. Автор фото – В. Новосад.



**Рисунок.** Флористичні, ценотичні та фітосозологічні дослідження об'єктів зони впливу ХАЕС (пром- та будмайданчики, водойма-охолоджувач, дамби) / Floristic, coenotic and phytosozological studies of the KhNPP impact zone (industrial and construction sites, cooling pond, dams)

**Фітораритети державного рівня охорони.** У зоні впливу ХАЕС та на прилеглих до неї територіях зростають 17 видів судинних рослин, що мають державний статус охорони [2, 4, 18, 20, 22, 24]. Їхні популяції переважно відзначені в межах природно-заповідних об'єктів: у заказниках "Дорогоща", "Праліс", "Вільшина": *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart. (ЧКУ–Ho; IUCN (Global, EU) – LC), *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch. (CITES, ЧКУ – Рк, IUCN (EU) – LC), *Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Besser (ЧКУ–Bp, CITES, IUCN (EU) – LC), *E. helleborine* (L.) Crantz (ЧКУ – Ho, CITES, IUCN (EU) – LC), *Lycopodium annotinum* L. (ЧКУ – Bp, IUCN (EU) – LC), *Lilium martagon* L. (ЧКУ – Ho, IUCN (EU) – LC), *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soy s.l. (ЧКУ – Bp, CITES, IUCN (EU) – LC), *Dactylorhiza maculata* (L.) Soó s.l. (ЧКУ – Bp, CITES, IUCN (EU) – LC), *Allium ursinum* L. (ЧКУ – Ho, IUCN (EU) – LC); у заказниках "Конвалія травнева" та "Урочище Клиновецьке" – *Daphne sneorum* L. (ЧКУ – Bp); поза межами територій ПЗФ, зокрема – в окол. м. Нетішин, прибережно-водних угрупованнях та лісових масивах навколо водойми-охолоджувача ХАЕС, відзначено – *Neottia nidus-avis* (L.) Rich. (ЧКУ – Ho, CITES, IUCN (Global, EU) – LC), *Liparis loeselii* (L.) Rich. (ЧКУ – Bp, БК, CITES), *Listera ovata* (L.) R. Br. (ЧКУ – Ho, CITES, IUCN (EU) – LC), *Dactylorhiza majalis* (Rchb.) P. F. Hunt et Summerhayes s.l. (ЧКУ – Рк, CITES, IUCN (EU) – LC), *Epipactis helleborine*, *Lycopodiella inundata* (L.) Holub (ЧКУ – Bp, IUCN (Global, EU) – LC), *Pulsatilla patens* (L.) Mill. s.l. (ЧКУ – Ho, БК, IUCN (EU) – DD) [22, 24, 28].

На будмайданчику ХАЕС відзначено популяцію *Epipactis helleborine*, яка збереглася тут у техногенній зоні на крихтному лісовому останці зі сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) 5-7 м заввишки та 20-30 % зімкненістю крон (рис. 4). Трав'яний ярус трансформований, ґрунт задернований. Популяція *E. helleborine* ізольована, малої площі (близько 40 м<sup>2</sup>), малочисельна, нараховує не більше 35-40 різновікових особин, які ростуть поодинокі або невеликими скупченнями. Проте, віковий спектр її повностановий, бімодальний з домінуванням генеративних та віргініальних особин. Популяція стійка із задовільним насіннєвим та вегетативним поновленням, про що свідчить присутність у її складі догенеративних особин. Генеративні особини високого та середнього рівня життєвості. Отримані результати досліджень свідчать про значні адаптивні можливості цього виду, широку еколого-ценотичну амплітуду, стійкість до антропопресії. На жаль, місцезростання цього раритетного виду знаходиться саме на території будмайданчика запроєктованого п'ятого енергоблоку.

**Раритетний фітофонд регіональної охорони.** У зоні впливу ХАЕС та на прилеглих територіях зростають 39 видів судинних рослин, занесених до регіонального охоронного кадастру Хмельницької області [14]: *Lycopodium clavatum* L., *Equisetum variegatum* Shleich. ex Weber et Mohr, *Polypodium vulgare* L., *Polystichum braunii* (Spencer) Fée, *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newman, *Thelypteris palustris* Schott, *Valeriana exaltata* J. C. Mikan, *Comarum palustre* L., *Daphne mezereum* L., *Actaea spicata* L., *Dianthus pseudosquarrosus* (Novák) Klokov, *Pyrola rotundifolia* L., *Campanula cervicaria* L., *C. persicifolia* L., *Genista germanica* L., *Oxycoccus palustris* Pers., *Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton, *Centaureum erythraea* Rafn, *Dentaria glandulosa* Waldst. et Kit., *Spar-*

*ganium minimum* Wallr., *Melittis sarmatica* Klokov, *Cimicifuga europaea* Schipcz., *Antennaria dioica* (L.) P. Gaertn., *Nymphaea alba* L., *Vaccinium uliginosum* L., *Luzula sylvatica* (Huds.) Gaudin, *Carex pilulifera* L., *C. atherodes* Spreng., *Primula veris* L., *P. elatior* (L.) Hill, *Potentilla alba* L., *Arenaria brevifolia* Gilib., *Eriophorum vaginatum* L., *E. latifolium* Hoppe, *E. gracile* Koch, *Polemonium caeruleum* L., *Gnaphalium uliginosum* L., *Cicuta virosa* L., *Veratrum lobelianum* Bernh. та *Juniperus communis* L.

Жодна популяція раритетних видів державної чи регіональної охорони не потрапляє під забудову третього, четвертого та шостого енергоблоків. Проте, в техногенній зоні ХАЕС ми виявили ізольовану, малочисельну мікропопуляцію виду Червоної книги України – коручки чемерникоподібної (*Epipactis helleborine*), для якої існує загроза повного знищення. Переважна більшість популяцій раритетних видів державного та регіонального рівнів охорони в зоні впливу ХАЕС зростають в межах природно-заповідних територій і зазнають під час розбудови енергооб'єкта тільки опосередкованого антропогенного впливу – надмірної рекреації та подальшого зростання фітоінвазійної експансії. З огляду на це обов'язковим є впровадження фітомоніторингу за станом структури популяцій раритетних видів та процесами фітоінвазій.

**Фітораритети міжнародного рівня охорони. Світовий червоний список (IUCN Red List of Threatened Species).** Цей раритетний флорофонд у зоні впливу ХАЕС нараховує 118 видів, з яких 20 є інвазійними. Переважна більшість цих видів має категорію LC (мінімального ризику); чотири види – категорію DD (даних недостатньо): *Ulmus laevis* Pall., *Medicago falcata* L., *Populus nigra* L., *Malus sylvestris* Mill.; три види – категорію NT (близькі до переходу в групу загрозливі): *Artemisia campestris* L., *Helichrysum arenarium* (L.) Moench, *Fraxinus excelsior* L. [28].

**Європейський червоний список (European Red List, 2011)** у зоні впливу ХАЕС представлений 38 видами судинних рослин, що мають категорію (LC – мінімального ризику), за винятком *Malus sylvestris* (категорія DD – даних недостатньо) [8].

Види Світового та Європейського червоних списків, виявлені у техногенній зоні ХАЕС (проммайданчик, дамба, технічні водойми), – це звичайні для регіону види, переважно лучних, лісових прибережно-водних та водних флористичних комплексів, що не потребують державної охорони (*Medicago falcata*, *Populus nigra*, *Malus sylvestris* та ін.). Значна частка видів міжнародної охорони є адвентивними для флори України культигенного (вихідці з культурних рослин, що самостійно поширюються на антропоізованих екотопах) та інвазійного (заносного з інших регіонів чи континентів) походження. Серед них досить багато експансивних адвентивних рослин, що спричиняють процеси біозабруднення природних фітосистем. На другому місці – апофітні місцеві злісні бур'яни.

**Конвенція про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори**, що перебувають під загрозою зникнення (Convention on International Trade in endangered species of wild Fauna and flora, CITES) [3], у зоні впливу ХАЕС представлена вісьмома видами родини Orchidaceae: *Cephalanthera longifolia*, *Epipactis atrorubens*, *E. helleborine*, *Dactylorhiza incarnata*, *D. maculata*, *D. majalis*, *Listera ovata*, *Neottia nidus-avis*, які занесено до Червоної книги України [22].

Серед цих видів тільки мікропопуляція *Epipactis hel-leborine* відзначена в техногенній зоні ХАЕС і буде знищена під час будівництва п'ятого реактора. Популяції решти орхідних охороняються в об'єктах ПЗФ і не будуть зазнавати збитків під час будівництва нових енергоблоків.

**Фітораритети Червоного списку рідкісних водних макрофітів України** [27] в зоні впливу ХАЕС представлені видами: *Ceratophyllum submersum* L., *Sparganium natans* L., *Nymphaea alba* L. та *Nuphar lutea* (L.) Sm. Перші два види спорадично трапляються у водоймі-охолоджувачі, а решта є звичайними видами в суміжних до неї аквальних комплексах (річки Вілія, Гнилий Ріг та їхні стариці). Будівництво нових енергоблоків не позначиться на структурі їхніх популяцій.

**Раритетний фітоценофонд судинних рослин (Зелена книга України)** [9]. За результатами аналізу літературних джерел та власних експедиційних досліджень в зоні впливу ХАЕС та суміжних з нею територіях виявлено сім раритетних угруповань зі "Зеленої книги України". З них до водних угруповань належать:

- **формації куширу напівзануреного** (*Ceratophylleta submersi*). Созологічний статус: типові. Звичайний тип асоційованості домінантних видів. Спорадично трапляються на території Малеполюського Погориння як у природних водоймах долини р. Горині та її приток, так і в технічній водоймі-охолоджувачі ХАЕС;
- **формації глечиків жовтих** (*Nuphareta luteae*). Созологічний статус: типові. У зоні впливу ХАЕС спорадично трапляються у водоймах долини р. Горині;
- **формації їзачої голівки маленької** (*Sparganieta minimi*). Созологічний статус: типові. Виявлені в зоні впливу ХАЕС у замкнутій водоймі у долині р. Горині неподалік м. Нетішина;
- **формації латаття білого** (*Nymphaeeta albae*). Созологічний статус: рідкісні. Представленість в зоні впливу ХАЕС на території Малеполюського Погориння спорадичне в евтрофних прісноводних непроточних або слабопроточних водоймах долини р. Горинь;
- **формації сальвінії плаваючої** (*Salvinieta natantis*). Созологічний статус: рідкісні. Виявлені в зоні впливу ХАЕС у кількох мілководних водоймах;
- **формації стрілолиста стрілолистого** (*Sagittarieta sagittifoliae*). Созологічний статус: рідкісні. У зоні впливу ХАЕС трапляються розсіяно на прибережних мілководях природних та штучних водойм та по берегах р. Горинь та її приток.

До лісових угруповань належать **формації сіровільхових лісів** (*Alneta incanae*) з домінуванням у травостої цибулі ведмежої (*Allium ursinum*). Созологічний статус: перебувають під загрозою зникнення. Трапляються в околицях міста-супутника ХАЕС Нетішина.

Серед наведених раритетних угруповань тільки формація *Ceratophylleta submersi* трапляється у водоймі-охолоджувачі ХАЕС, решта – на суміжних територіях із мінімальним впливом антропопресії, яка під час будівництва нових енергоблоків не матиме негативного впливу на стан і структуру цих угруповань.

Відповідно до висновків Державної екологічної експертизи відносно проєкту розбудови ХАЕС, однією з умов його реалізації є розроблення та реалізація заходів, котрі істотно зменшували б негативний вплив енергооб'єкта під час його будівництва та експлуатації на фітотіоту регіону.

Основними профільними антропогенними чинниками, що негативно впливають на популяції раритетних

видів та рідкісні ценози зони впливу ХАЕС, передусім, є знищення їхніх природних флорокомплексів під час промислового та цивільного будівництва, прокладання комунікацій, авто- та залізничних доріг; активна урбанізація територій та пов'язана з нею надмірна рекреація; постійний перевипас та витоптування луків, боліт, лісів; розорювання нових територій, переважно луків, осушення боліт; зведення лісів, кар'єрні розробки, пірогенні фактори, поглиблення процесів фітотіологічного забруднення інвазійними видами, затоплення та підтоплення місцезростань раритетних видів під час заповнення технічних водойм.

Вплив ХАЕС у комплексі з водоймою-охолоджувачем на фітотіоту регіону має досить складний і часто негативний характер. Оцінка цього впливу, виконана в межах попередніх звітів ОВД, підтвердила нагальну потребу реалізації низки заходів реабілітаційного характеру стосовно флори в межах зони впливу ХАЕС. Тому потрібно було провести наукову розробку обов'язкових заходів, реалізація яких могла б істотно зменшити негативний вплив будівництва ХАЕС на стан довкілля і, зокрема, на її флору, раритетну компоненту, рідкісні ценози, оселища та природно-заповідні об'єкти. Одним з найважливіших напрямів реабілітаційної діяльності є планування, підготовка та реалізація заходів із збереження раритетного фіто- та ценофону судинних рослин зони впливу Хмельницької АЕС, а саме:

- популяційні дослідження всіх раритетних видів та поглиблені популяційні дослідження 15-20 модельних найуразливіших раритетних видів;
- інтродукція, культивування та реінтродукція раритетних видів із зони впливу ХАЕС на території природних заповідних об'єктів;
- оптимізація природно-заповідної мережі регіону для охорони тих видів рослин, популяціям яких буде завдано шкоди під час реалізації проєкту будівництва та експлуатації ХАЕС;
- запровадження фітотіологічного моніторингу над природними, відновленими та покращеними внаслідок реінтродукції та репатріації популяціями раритетних видів;
- запровадження фітоінвазійного моніторингу та заходів боротьби з експансивними видами.

Таку програму ми вперше розробили та впровадили для Південноукраїнської АЕС, зокрема – Ташлицької гідроакумуляційної електростанції [17]. Аналогічна програма вивчення та впровадження дійових заходів збереження біорізноманіття потрібна також і для зони впливу Хмельницької АЕС, де зосереджені цінні природоохоронні об'єкти, малотрансформовані флористичні комплекси та унікальне зникаюче раритетне фіто-, флоро- та ценорізноманіття.

**Обговорення результатів дослідження.** Проблема збереження фіторізноманіття за умов надмірної антропопресії залишається однією з найважливіших у сучасній флорології. Особливої уваги потребують природні та синантропні флорокомплекси, що перебувають під безпосереднім впливом об'єктів енергетичної інфраструктури, зокрема – атомних електростанцій. Експлуатація атомних енергооб'єктів навіть за дотримання екологічних норм, опосередковано впливає на стан фіторізноманіття судинних рослин через зміни мікроклімату, ґрунтового складу, радіаційного фону та рівня антропогенного навантаження.

У низці публікацій проаналізовано вплив конкретних АЕС на природне середовище у 30-кілометровій

моніторинговій зоні, зокрема – Запорізької та Південно-української АЕС [21], Хмельницької АЕС [12], Рівненської АЕС [23]. Проте, матеріали досліджень стосуються переважно радіоекологічних чинників та впливу рекреації.

Так, для Хмельницької АЕС з'ясовано, що вплив радіоактивного забруднення на лісові екосистеми, грибні та ягідні угіддя практично відсутній [12]. Також відзначено, що в біологічних системах на популяційному та ценотичному рівнях організацій вплив випромінювання не проявляється, якщо воно не спричиняє прямої загибелі організмів. На думку автора роботи, розбудова ХАЕС із введенням чотирьох нових енергоблоків не призведе до збільшення надходження радіонуклідів у навколишнє середовище, а отже, й до трансформації заповідних екосистем та зникнення ботанічних раритетів. Найбільшим негативним чинником, що призводитиме до зниження стійкості природоохоронних екосистем під час розбудови енергоцентру, є рекреація.

Стосовно раритетного фіторізноманіття в 30-кілометровій зоні впливу ХАЕС, то переважна більшість публікацій висвітлює його інвентаризацію та популяційні дослідження на території НПП "Мале Полісся", де зростає 26 видів рослин національної та 54 види регіональної охорони [2]. Проте, території НПП тільки на незначних ділянках межують з землевідводом ХАЕС. Інвентаризація раритетних видів, дослідження їхніх популяційних особливостей на територіях самої атомної станції не проводилися.

Існує низка програмних фундаментальних робіт стосовно гармонізації експлуатації атомних електростанцій та їхнього впливу на довкілля в контексті пріоритетів сталого розвитку [31, 32], але у цих публікаціях здебільшого акцентують увагу на видовому рівні охорони, тоді як проблематика збереження рідкісних рослинних угруповань залишається не висвітленою. Дослідження раритетного фітоценофону України та окремих регіонів нашої держави далекі від завершення [6], а спеціалізовані видання, які узагальнювали б дані про структуру, синекологію та синхорологію рідкісних та вразливих рослинних угруповань на територіях важливих об'єктів енергетично-промислового комплексу відсутні як клас. У низці робіт і технічних звітів наведено лаконічний перелік угруповань, які підлягають охороні згідно із Законом про "Зелену книгу України" на території Хмельницької області [7], та низки об'єктів її природно-заповідного фонду [15], але немає жодних опублікованих даних стосовно дослідження раритетного фітоценофону зони впливу на безпосередніх територіях ХАЕС. Саме тому дослідження рідкісних рослинних угруповань цієї території є вкрай важливим завданням.

Скринінг вітчизняних і закордонних літературних джерел та електронних ресурсів, національних гербарних фондів показав відсутність інформативних матеріалів стосовно видового фіторізноманіття його раритетної компоненти та рідкісних угруповань безпосередньо на територіях АЕС, що існують в антропогенно-трансформованих умовах на техногенних ектопах.

Незважаючи на наявність досліджень з радіоекологічних аспектів впливу атомних станцій на довкілля [25, 26], такі наукові напрями, як флорологія, хорологія, фітосозологія, популяційна екологія та ценологія на їхніх та суміжних територіях, залишаються недостатньо вивченими.

Проведені дослідження та отримані результати підтверджують їхню наукову новизну, актуальність та поглиблення робіт з цього наукового напрямку.

Отже, внаслідок виконаної роботи можна сформулювати такі наукову новизну та практичну значущість результатів дослідження.

*Наукова новизна отриманих результатів дослідження* – уперше здійснено комплексне флорологічне, фітосозологічне, еколого-ценотичне та популяційне дослідження раритетного фіто- та ценофону судинних рослин території ХАЕС, що розширюють уявлення про стан біорізноманіття у зоні техногенного впливу енергооб'єкта і є новим внеском у вивчення флори регіону Малополюського Погориння.

*Практична значущість результатів дослідження* – результати дослідження використано в новому, переробленому варіанті проекту будівництва нових енергооб'єктів ХАЕС з урахуванням природоохоронних заходів для мінімізації деструктивного впливу техногенних факторів на найуразливішу категорію фітобіоти.

## Висновки / Conclusions

Проаналізовано раритетне фіто- та ценорізноманіття судинних рослин територій Хмельницької АЕС, результати якого дали змогу здійснити прогноз їхніх можливих змін за умов зростання антропопресії під час подальшої розбудови енергооб'єкта. За результатами проведеного дослідження можна зробити такі основні висновки.

1. Встановлено, що на територіях землевідводу ХАЕС та її зоні впливу зростають 654 аборигенні та 72 інвазійні види судинних рослин, що становить 69 % аборигенної та 36 % адвентивної фракції спонтанної флори регіону Малополюського Погориння.
2. З'ясовано, що раритетна компонента судинних рослин на територіях, відведених під ХАЕС, містить 17 видів національної охорони, 39 регіонально-рідкісних видів та 164 види міжнародної охорони (118 видів – IUCN Red List of Threatened Species; 38 – European Red List та вісім видів – CITES). До рідкісних водних макрофітів України належить чотири види.
3. Зафіксовано у зоні впливу ХАЕС та суміжних з нею територіях раритетні рослинні угруповання шести формацій водної та прибережної рослинності, з-поміж яких спорадично трапляються ценози формацій: *Ceratophylleta submersi*, *Nupharetta lutea*, *Nymphaeeta albae*, *Salvinietta natantis* та *Sagittarieta sagittifoliae*, тоді як асоціації синтаксону *Sparganieta minimi* є вкрай рідкісними та малодослідженими в регіоні. Також встановлено, що до раритетного фітоценофону дослідженої території належить формація *Alneta incanae*, яка репрезентує рослинність заплавних лісів.
4. Виявлено та досліджено ізольовану популяцію раритетного виду державної та міжнародної охорони орхідеї – *Epipactis helleborine*, що збереглася у промзоні ХАЕС на території будмайданчика запроєктованого п'ятого енергоблоку, в лісовому останці зі сосни звичайної (*Pinus sylvestris*). Її популяція площею близько 40 м<sup>2</sup>, на раховує не більше 35-40 різновікових, переважно генеративних та віргінільних особин. За аналізом демографічної структури популяція характеризується як стійка із задовільним насіннєвим та вегетативним поновленням, що свідчить про значні адаптивні можливості цього виду, широку еколого-ценотичну амплітуду та стійкість до антропопресії.
5. Визначено основні профільні антропогенні чинники, що негативно впливають на популяції раритетних видів та рідкісні ценози зони впливу ХАЕС, зокрема: пряме знищення їхніх природних флорокомплексів під час

промислового та цивільного будівництва, прокладання комунікацій, авто- та залізничних доріг; активна урбанізація територій та пов'язана з нею надмірна рекреація; перевипас та пірогенні фактори, розорювання нових територій, кар'єрні розробки, активізація фітоінвазійних процесів.

6. Розроблено та запропоновано до реалізації дієві заходи, впровадження яких забезпечить мінімізацію негативного впливу будівництва ХАЕС на стан довкілля і, зокрема, на її флору, раритетну компоненту та рідкісні ценози. Запроваджено популяційний фітомоніторинг раритетних та експансивних інвазійних видів, рекомендовано на час будівництва нових енергоблоків науковий супровід стану фітотіоти зони впливу ХАЕС профільними установами НАН України та внесення в проєкт будівництва нових енергоблоків на реалізацію запропонованих заходів зі зменшення збитків раритетної складової фітотіоти.

## References

1. Azarov, S. I., Sydorenko, V. L., & Zadunay O. S. (2018). Analysis of factors of the technological impact of NPPs on the environment. *Ecological Sciences*, 1(20), 1, 57–65. [In Ukrainian]. URL: [https://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2018/1/part\\_1/11.pdf](https://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2018/1/part_1/11.pdf)
2. Bondarchuk, O., Tsybulya, M., Yakubenko, B., Kozak, M., & Rakhmetov, D. (2023). Current state and prospects for the preservation of the rare component of the flora of the Male Polissya National Park through the introduction and repatriation of particularly vulnerable plant species. Objects of the Nature Reserve Fund of Ukraine: Current State and Ways to Ensure their effective activity. Slavuta, pp. 258–265. <https://doi.org/10.61584/3-4-08-2023-59>
3. Checklist of Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. (2021). CITES Secretariat, Geneva, Switzerland and UNEP-WCMC, Cambridge, United Kingdom. (valid from 25 May 2024): Version of 15.05.2025. [In English]. URL: <https://www.cites.org/eng/app/appendices.php>
4. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats (1979) Appendix I – strictly protected flora species. Version of 1.03.2002. [In English]. URL: <https://conventions.coe.int/Treaty/FR/Treaties/Html/104-I.htm>
5. Drenovsky, R. E., Grewell, B. J., DAntonio, C. M., Funk, J. L., James J. J., Molinari, N., Parker, I. M., & Richards, C. L. (2012). Richards. A functional trait perspective on plant invasion. *Annals of Botany*, 110(1), 141–153. <https://doi.org/10.1093/aob/mcs100>
6. Dubyna, D. V., Ustymenko, P. M., Tkachenko, V. S., Popovych, S. Yu., & Vakarenko, L. P. (2021). 35 years of the Green Data Book of Ukraine: history, problems, and solutions. *Ukrainian Botanical Journal*, 78(5), 335–346. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj78.05.335>
7. Ecological passport of Khmelnytska oblast. (2021). Khmelnytskyi. [In Ukrainian]. URL: [https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2022/11/Hmelnytska-obl\\_2021.pdf](https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2022/11/Hmelnytska-obl_2021.pdf)
8. European red list of vascular plants. (2011). [In English]. URL: [https://environment.ec.europa.eu/publications/european-red-list-vascular-plants\\_en](https://environment.ec.europa.eu/publications/european-red-list-vascular-plants_en)
9. Green Book of Ukraine. (2009). Kyiv. Alterpress, 448 p. [In Ukrainian]. URL: [https://www.npptovtry.org.ua/wp-content/uploads/2017/12/green\\_book\\_2009.pdf](https://www.npptovtry.org.ua/wp-content/uploads/2017/12/green_book_2009.pdf)
10. Huang, B., Yuxin, Liu, Xiaoyan, Sun, Lei, Huang, Shipeng, Dong & Liang, Mao. (2025). Risk assessment and management of radionuclide leakage in nuclear power plants. *National Science Open*, 4, 1–26. <https://doi.org/10.1360/nso/20240021>
11. Khilchevsky, V. K., Romas, M. I., Chunaryov, O. V., Hrebin, V. V., & Shevchuk, I. O. (2011). Hydroecological state of the Horyn basin in the Khmelnytskyi NPP area. Kyiv: Nika-Center, 176 p. [In Ukrainian]. URL: <https://geo.knu.ua/wp-content/uploads/2025/01/hilchevskyj-vk.-ta-in.-gidroekol.-stan-goryni.pdf>
12. Kirik, M. V. (2021). Khmelnytsk NPP as a source of environmental pollution. *Materials of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduate Students and Young Scientists*. Temopil, 151–159. [In Ukrainian]. URL: [https://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/21162/1/29\\_Kiryk.pdf](https://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/21162/1/29_Kiryk.pdf)
13. Li, T., Li, M., Liang, J., Li, D., Huang, Xi., & Liu, Q. (2025). Optimizing ecological networks for rare and endangered Plants: An integration of complex network analysis and circuit theory. *Journal of Environmental Management*, 393, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.127206>
14. List of plant species subject to special protection in the Khmelnytskyi Oblast. (2012). Official lists of regional rare plants of administrative territories of Ukraine. Kyiv: Alterpress, 131–136. [In Ukrainian]. URL: [https://www.botany.kiev.ua/doc/of\\_reg\\_sp.pdf](https://www.botany.kiev.ua/doc/of_reg_sp.pdf)
15. Lyubinska, L. G. (2013). Biotopes of national nature park "Podilski Tovtry". *Chornomorsk. botanical Journal*, 9(3), 459–467. [In Ukrainian]. URL: [https://www.researchgate.net/publication/322143456\\_Biotopes\\_of\\_national\\_nature\\_park\\_Podilski\\_Tovtry](https://www.researchgate.net/publication/322143456_Biotopes_of_national_nature_park_Podilski_Tovtry)
16. Nechaeva, T. P., Shulzhenko, S. V., Sas, D. P., & Parasyuk, M. V. (2008). Factors of the environmental impact of electric power facilities. *Problems of general energy*, 18, 54–60. [In Ukrainian]. URL: <https://nasplib.iso.kiev.ua/handle/123456789/3018>
17. Novosad, K. V., & Romanenko, O. V. (2021). Poisonous adventitious plants in the urban flora of the megapolis. Challenges, threats and developments in biology, agriculture, ecology, geology and chemistry: proceedings of international scientific and practical conference. *International scientific and practical conference*. Lublin, 20–22. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-111-4-4>
18. Novosad, K. V., Shcherbakova, O. F., & Novosad, V. V. (2021). The rare flora fund of the national protection of the Malopoliske Pohorynnia region. Challenges, threats and developments in biology, agriculture, ecology, geology and chemistry: proceedings of international scientific and practical conference. *International scientific and practical conference*. Lublin, 23–28. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-111-4-5>
19. Novosad, V., Scherbakova, O., & Novosad, K. (2019). Risks of depletion of phytodiversity of hydropower installation influence zones, introduction of their integrated eco-monitoring and development of effective measures to minimize the negative impact on the surrounding phytosystems. 13th *International Conference on Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*, (pp. 123–128). [In English]. URL: <https://earthdoc.eage.org/publication/publicationdetails/?publication=100064>. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201903253>
20. Novosad, V., Scherbakova, O., & Novosad, K. (2021). Recreational resistance of rare species plants and its differential signs in the conditions of the urban environment. Botany and mycology: modern horizons. *Collection of works dedicated to the 95th anniversary of the birth of Academician of the Academy of Sciences of Ukraine A. M. Grodzinsky (1926–1988)*. Kyiv. 259–301. <https://doi.org/10.15407/grodzinsky2021>
21. Novosyolov, G., & Masko, M. (2019). On the radiation impact of the Zaporizhzhia and South Ukrainian NPPs on the environment. *Scientific and technical journal Nuclear Energy and Environment*, 2(14), 58–70. <https://doi.org/10.31717/2311-8253.19.2.8>
22. On approval of the lists of plant and mushroom species included in the Red Book of Ukraine (plant life), and plant and mushroom species excluded from the Red Book of Ukraine (plant life). Order 15.02.2021, № 111. [In Ukrainian]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0370-21#Text>
23. Prylypko, V. A., Morozova, M. M., Bondarenko, I. V., Petrichenko, O. O., Romanenko, O. M., Tuz, K. K., & Ozerova, Yu. Yu. (2019). Impact of the Rivne NPP activities on the natural and social environment of the observation zone. *Problems of Radiation Medicine and Radiobiology*, 24, 131–149. [In Ukrainian]. URL: [https://radiationproblems.org.ua/24\\_2019/NRCRM\\_2019\\_Paper\\_8.pdf](https://radiationproblems.org.ua/24_2019/NRCRM_2019_Paper_8.pdf)
24. Red Book of Ukraine. Plant World. (2009). Kyiv. Globalconsulting, 900. [In Ukrainian]. URL: <https://redbook-flora.land.kiev.ua>
25. Report on the state of radiation safety at KhNPP of SE "NEEK "Energoatom" (2024). [In Ukrainian]. URL: <https://old.energoatom.com.ua/parts/files/zvitovd.pdf>
26. Romas, M. I. (2002). Hydrochemistry of water bodies of atomic and thermal power industry: monograph. Kyiv, 532 p. [In Ukrainian].

- inian]. URL: [https://webirbis.korolenko.kharkov.com/cgi-bin/cgi-irbis\\_64.exe?LNG=uk&C21COM=S&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS&S21FMT=fullweb&S21ALL=%28<>A%3DRomas,%20Mikola%20Ivanovich\\$<>%29&Z21ID=&S21SRW=AVHE-AD&S21SRD=&S21STN=1&S21REF=&S21CNR=20](https://webirbis.korolenko.kharkov.com/cgi-bin/cgi-irbis_64.exe?LNG=uk&C21COM=S&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS&S21FMT=fullweb&S21ALL=%28<>A%3DRomas,%20Mikola%20Ivanovich$<>%29&Z21ID=&S21SRW=AVHE-AD&S21SRD=&S21STN=1&S21REF=&S21CNR=20)
27. Shelyag-Sosonko, Yu. R., Didukh, Ya. P., Ustymenko, P. M., Korotchenko, I. A., & Yuglichek, S. (2000). Forest vegetation 30 km zone of Khmelnytskyi NPP. *Ukrainian Botanical Journal*, 157(3), 250–256. [In Ukrainian]. URL: [https://www.researchgate.net/publication/306358367\\_forest\\_vegetation\\_of\\_the\\_30\\_kilometre\\_zone\\_of\\_the\\_khmelnytskyi\\_aes\\_in\\_Ukrainian\\_Lisova\\_ros\\_linnist\\_30\\_km\\_zoni\\_Hmelnickoi\\_AES](https://www.researchgate.net/publication/306358367_forest_vegetation_of_the_30_kilometre_zone_of_the_khmelnytskyi_aes_in_Ukrainian_Lisova_ros_linnist_30_km_zoni_Hmelnickoi_AES)
  28. The IUCN Red List of Threatened Species. Version (2024-1). [In English]. URL: <https://www.iucnredlist.org>.
  29. The nature of Malopoliske Pogorynia region. Flora. (2015). Edited by Novosad V. V. Khmelnytskyi. Polygraphist, 400 p. [In Ukrainian]. URL: <https://nenc.gov.ua/wp-content/uploads/2016/12/Priroda-Malopoliskogo-Pogorinnia.pdf>
  30. Tsybulya, M. M., Sasyuk, A. V., Mnyukh, O. V., & Yakubenko, B. Ye. (2022). Species of plants of the Red Book of Ukraine in the territories and objects of the nature reserve fund of the National Nature Reserve "Male Polissya". *Materials of the VI All-Ukrainian Plein Air on Natural Sciences*. Odesa: Odeku, 90–93. [In Ukrainian]. URL: <https://sci.idubgd.edu.ua/bitstream/123456789/13982/1/Materiali%20VI-go%20Vseukrainskogo%20pleneru%20z%20pitan%20prirodnichikh%20nauk%20C%2025-26%20chervnia%202022%20r.pdf>
  31. Tunçez, T. O., Vardar, F., & Vardar, N. (2025). Environmental Impact Assessment of Nuclear Power Plants. *International Journal of New Findings in Engineering, Science and Technology*, 3, 70–85. <https://doi.org/10.61150/ijonfest.2025030107>
  32. Zhumadilov, D. (2022). Effect of Nuclear Power Plants on Local Crop Yields. *Journal of Agricultural and Applied Economics Applied Economics*, 54, 114–136. <https://doi.org/10.1017/aac.2021.32>

K. V. Novosad<sup>1,2</sup>, O. F. Scherbakova<sup>1,3</sup>, V. V. Novosad<sup>1</sup>, O. A. Kovalenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> National Museum of Natural History of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup> Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

<sup>3</sup> PHEE "Kyiv Medical University" Kyiv, Ukraine

## SOZOPHYTES AND RARE COENOTIC DIVERSITY VASCULAR PLANTS OF THE KHMELNYTSK NPP INFLUENCE ZONE IN THE CONDITIONS OF INCREASING ANTHROPOPRESING IN CONNECTION WITH THE EXPANSION OF THE POWER FACILITY

To stabilize the energy system of Ukraine, which under wartime conditions relies mainly on nuclear generation, construction of four new power units at the Khmelnytskyi Nuclear Power Plant (KhNPP) began in 2024. In connection with this, we conducted detailed scientific floristic research on the rare phyto- and coenotic diversity of vascular plants within the industrial site of the NPP, the water area and shores of its cooling reservoir, the dam, and throughout the entire impact zone of the energy facility. We determined that, according to the geobotanical zoning of Ukraine, the KhNPP territories belong to the Central European Province of Broadleaf Forests, the South-Polish – Western-Podillian Subprovince of Broadleaf Forests, and the Malopoliissia District characterized by hornbeam – oak and pine forests, floodplain meadows, and eutrophic mires. According to floristic regionalization, the territory belongs to the Malopoliissia Pohoryn Floristic Region, the Malopoliissia Subdistrict, and the Lublin – Volhynian – Malopoliissia Floristic District. We found that within the KhNPP territories, 654 native and 72 invasive species of vascular plants grow. Among them, 17 species have national protection status and 39 species have regional protection status. We established that 164 species possess international conservation status (118 species – IUCN Red List of Threatened Species; 38 – European Red List; and 8 species – CITES). Four species belong to the rare aquatic macrophytes of Ukraine, and seven communities represent the rare phytocoenotic component of the Green Book of Ukraine (*Ceratophylleta submersi*, *Nuphareta luteae*, *Sparganieta minimi*, *Nymphaeeta albae*, *Salvinietta natantis* and *Sagittarieta sagittifoliae*, *Alneta incanae*). We recorded a population of the rare species *Epipactis helleborine* (*Orchidaceae*), which has both national and international conservation status, directly on the KhNPP construction site. This population has survived in a technogenic zone covering about 40 m<sup>2</sup> in a forest remnant dominated by *Pinus sylvestris*. The population is small, consisting of no more than 40 individuals of different ages, and its age spectrum is fully represented and bimodal, dominated by generative and virginal individuals. We analyzed the rare phyto- and coenotic components of the KhNPP impact zone, identified the main anthropogenic factors, and forecasted the influence of the construction of new power units on population structures and community composition. We developed and proposed measures that will significantly reduce the negative impact of KhNPP construction on the flora, rare components, and unique coenoses. We also introduced population-level phytomonitoring of sozophyte and expansive invasive species.

**Keywords:** flora; vascular plants; rare component; rare community; Red Book of Ukraine; Green Book of Ukraine; phytoinvasions; anthropopressure.