

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ АГРОЕКОЛОГІЇ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

*Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису*

**МАГДІЙЧУК АННА ПЕТРІВНА**

УДК 574.42:502.52:502.6

**ДИСЕРТАЦІЯ  
ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СУКЦЕСІЇ ФІТОЦЕНОЗІВ  
ПЩАНИХ КАР'ЄРІВ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ**

Спеціальність 101 – Екологія  
(10 – Природничі науки)

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії.  
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,  
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

  
\_\_\_\_\_  
(підпис/ініціали на прізвище здобувача) Анна МАГДІЙЧУК

***Наукові керівники:***

**Мудрак Олександр Васильович**, доктор сільськогосподарських наук,  
професор;

**Дем'янюк Олена Сергіївна**, доктор сільськогосподарських наук, професор,  
член-кореспондент НААН.

**Київ–2023**

## АНОТАЦІЯ

*Магдйчук А.П.* Екологічні особливості сукцесії фітоценозів піщаних кар'єрів Правобережного Лісостепу. – Кваліфікаційна праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 – Екологія (10 – Природничі науки). – Інститут агроекології і природокористування Національної академії аграрних наук України, Київ, 2023.

Дисертаційна робота присвячена виявленню закономірностей поширення фітоценозів піщаних кар'єрів Правобережного Лісостепу України. Дослідження проводили в межах Центрального Поділля (Хмельницька область) на прикладі Андрійковецького піщаного кар'єру.

З літературними та архівними даними в історичному аспекті було виділено чотири етапи флористичних досліджень еколого-ценотичних груп різних типів рослинності регіону, які проводили в екологічному, геоботанічному, флористичному, систематичному, фітосозологічному напрямках. Детальне вивчення флори стало передумовою виникнення созологічного напрямку досліджень, який отримав пріоритет у контексті збереження та охорони навколишнього середовища.

Нові сучасні та перспективні напрями досліджень у регіоні стосуються визначення особливостей відновлення рослинних угруповань у межах малородючих і деградованих ділянок, які залишаються після такого антропогенного втручання як видобування корисних копалин, надмірна експлуатація земельних та інших ресурсів, стихійні лиха.

Тому *метою* дисертаційної роботи є визначення особливостей формування фітоценозів на відпрацьованих піщаних кар'єрах та оцінювання ефективності проведення фітомеліоративних заходів кар'єрно-відвальних комплексів гірничо-промислових ландшафтів Правобережного Лісостепу.

Встановлено, що в кар'єрно-відвальних комплексах гірничо-промислових ландшафтів первинне заселення видів, формування фітоценозів

та ґрунтоутворюючі процеси залежать від типу кар'єру, ступеня порушень території і властивостей субстратів. Важливим екологічним аспектом після завершення робіт із видобування корисних копалин є проведення гірничо-технічної і біологічної рекультивації сформованих гірничо-промислових ландшафтів.

Визначено, що в межах регіону дослідження розташована значна кількість розробок корисних копалин, серед яких значна кількість родовищ із видобування піску. Особливості формування флористичної структури в локальних умовах девастрованих земель проводили на прикладі Андрійковецького піщаного кар'єру із застосуванням загальнонаукових, емпіричних, фізіологічних, польових, статистичних, камеральних і лабораторних методів досліджень.

Територія дослідження характеризується значними порушеннями ґрунтового покриву, різкими перепадами висот, що створює висотну диференціацію у формуванні фітоценозів, а нестійкі схилі ділянки підлягають частим процесам водної і вітрової ерозії, що унеможливорює перебіг первинних сукцесійних процесів. Засобами дистанційного зондування встановлено, що стадії сукцесії проходять неоднорідно через різні екотони. В межах східної частини кар'єру та внутрішньої частини схилів західної і центральної частини практично відсутній рослинний покрив.

Результатами агрохімічного дослідження встановлено, що в межах кар'єру у верхньому шарі практично відсутня забезпеченість гумусовими сполуками, що ускладнює процеси формування стабільних фітоценозів. Водночас рН ґрунту є нейтральною, що є оптимальним для розвитку рослин. Визначено, що на формування фітоценозів не впливає такий лімітуючий чинник як уміст важких металів.

В умовах кар'єру було ідентифіковано 76 видів вищих судинних рослин, серед яких провідне місце займають родини *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Rosaceae* та *Poaceae*. Більшість родин (17 найменувань) мають низький

рівень флористичного запасу (1–2 види), що становить 32,9% від загальної кількості видів.

Згідно з хорологічного аналізу флори визначено, що домінуючими типами ареалів у флорі кар'єру є голарктичні (17 видів), євразійські (16 видів), плюризональні (9 видів), європейські (9 видів) ареали.

Виявлено, що частка багаторічних полікарпічних трав (35 видів або 46%), переважає над одно-дворічними монокарпічними травами (24 види або 31,6%). Індикатором нерівномірних умов місцезростань є розселення виду тополя чорна (*Populus nigra* L.) в усіх частинах кар'єру з фенотиповими відмінностями та уповільненням темпу розвитку.

Визначено, що за екологічною структурою переважають світлолюбні (48,7%), мезотрофні (64,5%), мезофітні (39,5%), мегатермні (52,6%) види. Серед ценоморф найчисельнішими є рудеранти, степанти, пратанти, пратанти-рудеранти, пратанти-сильванти.

Проаналізовано зміни фітоценозів і елементів антропогенного ландшафту, які відбулись за період дослідження: специфічні екологічні умови новоутвореного техногенного екотопу надають перевагу представникам адвентивної флори, які формують осередки інвазійно-небезпечних видів рослин у межах кар'єру. За ступенем адаптації до антропогенних змін виділено автохтонну (25 видів) і аллохтонну (18 видів) фракції, а ступінь синантропізації становить 56,6%, що є загрозою для формування природної флори досліджуваного регіону. Це доводить, що диференціація видової структури відбувається саме через вплив антропогенної діяльності та сформовані екотопічні умови.

Для вивчення тенденцій і темпів змін місцевості було визначено динаміку їхнього розвитку за використання аерофотознімків у різні роки існування та створено ландшафтно-екологічні карти. В структурі гірничо-промислового ландшафту виділено основні ділянки: горбисте монолітне днище піщаного кар'єру без рослинності; круті (до 80°) піщані «стінки» кар'єру без рослинності; горбисті суглинисто-піщані поверхні, що заросли

злаковою рослинністю і різнотрав'ям; мікрогорбкувата поверхня піщано-суглинистих відвалів, що заросли рудеральною рослинністю; схили піщано-суглинистих відвалів, що заросли рудеральною рослинністю, деревами і чагарниками; валоподібні насипи, що заросли злаковою рослинністю і чагарниками; мікрогорбкуваті уступи розкритих порід, що заросли різнотравно-злаковою рослинністю і поодинокими деревами; похилі поверхні, що заросли різнотравною рослинністю; пониженні ділянки з достатнім зволоженням, що заросли вологолюбною рослинністю; піщано-суглинисті ділянки в межах кар'єру, не зайняті розробками.

З'ясовано, що площа ділянок, на яких не відбулось піонерне заселення видів, зменшилась. На деяких ділянках відбулось заселення моно- і полікарпічними травами, однак на схилових ділянках та на ділянках з активним несанкціонованим видобуванням копалин не припиняються деструктивні процеси, які перешкоджають первинному заселенню видів. Зменшення впливу цих процесів едафічного середовища забезпечить формування зональної природної флори.

Визначено, що покращення структури субстратів можливе за рахунок сапонітової глини. Згідно результатів досліджень, додавання сапонітової глини до піщаних субстратів покращує водно-фізичні властивості ґрунтів, його структуру, зменшує показник фітотоксичності ґрунтів і є джерелом органічних та неорганічних сполук, які не лише стимулюватимуть ріст і розвиток рослин, але й пришвидшують процеси ґрунтоутворення. Виявлені сполуки гумінової кислоти сприяють формуванню ґрунтових агрегатів; цукроза, фруктоза, глюкоза і лактоза створюють живильне середовище для рослин; ряд неорганічних елементів (K, Na, Mg, Zn, Cu) переходять у водний розчин та стають доступними для рослин.

Піщані кар'єри є перспективними структурними елементами в аспекті дослідження та використання як відновлювальні території для подальшого включення і розширення екологічної мережі. Відомі способи інтеграції гірничо-промислових ландшафтів у структуру міст та у природоохоронні

системи. Не рекультивовані частини кар'єрів можуть відігравати важливу роль у збереженні рідкісних видів та їх угруповань.

Поділля є одним із найбільш перспективних унікальних регіонів України щодо збереження ландшафтно-біотичного різноманіття і відновлення девастрованих земель. Кар'єри в регіоні є оригінальними за своїм походженням, структурою, умовами, природними властивостями, просторовим розташуванням, особливістю геологічної будови, характером біотично-ландшафтною структури, господарським освоєнням.

Нами запропоновано виділяти відновлювальні території регіональної екомережі на основі наступних критеріїв: ступеня природності території; рівня біорізноманіття; ландшафтно-ценотичної репрезентативності; структурно-функціонального призначення; існуючого режиму збереженості; площі (конфігурації). Відповідно до проведеної оцінки визначено, що сумарний показник значимості Андрійковецького піщаного кар'єру як потенційної відновлювальної території відповідає низькому рівню. Рекомендовано проводити такі інженерні заходи як виположування та укріплення схилів, що буде сприяти швидшому поширенню зонального біорізноманіття, наближенню умов кар'єрно-відвального комплексу до природних та визначення кар'єру як осередку зонального біорізноманіття як структурного елементу екологічної мережі.

**Ключові слова:** рослинність, синтаксономія, екоморфи, рослинні асоціації, динаміка рослинних угруповань, чужорідні види, оселища, антропогенний вплив, фітомеліорація, дистанційне зондування, екологічна мережа, охорона біорізноманіття.

## ABSTRACT

*Mahdiichuk A.P.* Ecological features of succession of phytocenoses of sand quarries in the Right-Bank Forest-Steppe.

Dissertation for the degree of Philosophy Doctor of Ecology, speciality 101 – Ecology (10 – Natural sciences). – Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS of Ukraine, Kyiv, 2023.

This PhD dissertation is devoted to the identification of patterns of sand quarries phytocenoses distribution in the Right Bank Forest Steppe. The research was conducted within the Central Podillia (Khmelnysky region) on the example of the Andriikovetskyi sand quarry.

From the literature and archival data in the historical aspect, were distinguished four stages of floristic studies of ecological and coenotic groups of different types of vegetation in the region, which were carried out in ecological, geobotanical, floristic, systematic, phytosozological directions. Detailed studies of the flora became a prerequisite for the emergence of the sociological direction of research, which received priority in the context of preservation and protection of the environment.

New, modern and perspective directions of research in the region relate to the determination of the features of the plant communities restoration within the limits of infertile and degraded areas, which remain after such anthropogenic action as the extraction of minerals, natural disasters or unprofitable land use.

Therefore, the purpose of this work is to determine the peculiarities of the formation of plant cover on spent sand quarries and to assess the effectiveness of phytoremediation measures in the quarry-dump complexes in the Right Bank Forest Steppe.

During the research in quarry-mining complexes was noted, that the primary settlement of species, the formation of phytocenoses, and soil-forming processes are dependent on the type of quarry, the degree of disturbance of the territory, and the properties of the substrates. An important ecological aspect after the

completion of mineral extraction works is the carrying out of mining technical and biological reclamation of mining landscapes.

The author determined, that a significant number of mineral developments are located in the region under study, including a significant number of sand mining deposits. Peculiarities of the formation of the floristic structure in the local conditions of devastated lands were carried out on the example of the Andriikovetskyi sand quarry, using general scientific, empirical, physiological, field, statistical, cameral and laboratory methods of research.

The territory of research is characterized by significant ground cover disturbances, sharp height differences, which creates altitudinal differentiation in the formation of vegetation cover, and unstable sloping areas are subject to frequent processes of water and wind erosion, which makes impossible the course of primary succession transformations. It was established by remote sensing (UAV), that the stages of succession pass unevenly through different ecotones, within the eastern part of the quarry and the inner part of the slopes of the western and central parts there is no/practically no vegetation cover.

The results of an agrochemical analysis revealed, that there is practically no supply of humus compounds within the quarry, which complicates the processes of forming stable phytocenoses. At the same time, the reaction of the soil is neutral, which is optimal for the plant development. It was determined, that the formation of phytocenoses is not affected by such a limiting factor as the high content of heavy metals.

In this research territory were identified 76 species of plants, the leading place is occupied by the families *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Rosaceae* and *Poaceae*. Most of the families (17 names) have a low level of floristic stock (1–2 species), which is 32,9% of the total number of species.

According to the chorological analysis of the flora, it was determined, that the dominant habitat types in the flora of the quarry are Holarctic (17 species), Eurasian (16 species), plurizonal (9 species), and European (9 species) habitats.



It was found, that the share of perennial polycarpic grasses (35 species or 46%) prevails over one-biennial monocarpic grasses (24 species or 31,6%). An indicator of uneven growth conditions is the distribution of the black poplar species (*Populus nigra* L.) in all parts of the quarry with phenotypic differences and a slowing down of the pace of development.

It was defined, that according to the ecological structure, prevail light-loving (48,7%), mesotrophic (64,5%), mesophytic (39,5%), megathermic (52,6%) species. Among the cenomorphs, the most numerous are ruderals, stepants, pratants, pratants-ruderals, and pratants-sylvants.

Applicant analyzed the phytocenoses changes and man-made landscape elements that occurred during the study period: specific ecological conditions of the newly formed man-made ecotope give preference to representatives of the adventitious flora, which form centers of invasive and dangerous species of these plants within the quarry. According to the degree of adaptation to anthropogenic changes, were distinguished autochthonous (25 species) and allochthonous (18 species) fractions, the degree of synanthropization is equal 56.6%, which is a threat to the formation of natural flora region. This proves, that the differentiation of the species structure occurs precisely due to the influence of anthropogenic activity and the formed ecotopical conditions.

In the structure of the mining landscape, were highlight the next main areas: the hilly monolithic bottom of the sandpit without vegetation; steep (up to 80°) sandy walls of the quarry without vegetation; hilly loamy-sandy surfaces overgrown with cereal vegetation and various herbs; micro-bumpy surface of sandy loam dumps overgrown with ruderal vegetation; slopes of sandy-loam dumps overgrown with ruderal vegetation, trees and bushes; shaft-shaped embankments overgrown with cereal vegetation and bushes; micro-bumpy ledges of overburden rocks, overgrown with grass-cereal vegetation and single trees; sloping surfaces overgrown with various herbaceous vegetation; low-lying areas with sufficient moisture, overgrown with moisture-loving vegetation; sandy and loamy areas within the quarry, not occupied by developments.

During the period of observations, it was found, that the land areas, where no introduction of pioneer settlement of species, was decreased. In some areas, mono- and polycarpic species have been colonized, but the destructive processes don't stop on the slopes and in active unauthorized mining areas. Reducing the influence of these processes of the edaphic environment will ensure the formation of zonal natural flora species.

The author determined, that improvement of the substrate structure is possible due to saponite clay. According to research results, the addition of saponite clay to sand substrates improves the water-physical properties and structure of soils, reduces the phytotoxicity index and is the source of organic and inorganic compounds, that will stimulate the growth and development of plants and speed up the processes of soil formation. The identified humic acid compounds contribute to the formation of soil aggregates; sucrose, fructose, glucose and lactose create a nutrient environment for plants; a number of necessary inorganic elements (K, Na, Mg, Zn, Cu) pass into an aqueous solution and become available to plants.

Sand quarries are promising structural elements in terms of research and use as restoration areas for further inclusion and expansion of the ecological network. There are well-known ways of integrating mining and industrial landscapes into the structures of cities and nature protection systems. Unreclaimed parts of quarries can play an important role in the conservation of rare species and their communities. Podillia is one of the most promising unique regions of Ukraine to regarding the preservation of landscape and biotic diversity and restoration of devastated lands. The quarries in the region are original in terms of their origin, structure, conditions, natural properties, spatial location, feature of the geological structure, nature of the biotic and landscape structure, economic development.

We were proposed to allocate the restoration territory of the regional eco-network based on the following criteria: degree of naturalness of the territory; level of biodiversity; landscape and cenotic representativeness; structural and functional purpose; existing conservation regime; areas (configurations).

According to the conducted assessment, it was determined, that the overall indicator of the significance of the Andriikovetskyi sand quarry as a potential restoration area corresponds to a low level. It is recommended to carry out such engineering measures as laying out and strengthening the slopes, which will contribute to the faster spread of zonal biodiversity, bringing the conditions of the quarry-mining complex closer to natural ones, and defining the quarry as a center of zonal biodiversity as a structural element of the ecological network.

**Key words:** vegetation, syntaxonomy, ecomorphs, plant associations, dynamics of plants communities, alien plants, habitats, anthropogenic influence, phytomelioration, remote sensing, ecological network, biodiversity protection.

**СПИСОК ПРАЦЬ ЗДОБУВАЧА,  
ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

**Статті у фахових виданнях України, які включені до міжнародних  
наукометричних баз:**

1. Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Етапи досліджень еколого-ценотичних груп рослинності Поділля. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 4. С. 47–54. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2021.252955> (проведено пошук та аналіз літератури, підготовлено статтю до друку).
2. Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Водно-фізичні властивості ґрунту як чинник формування фітоценотичного покриву девастрованих земель. *Збалансоване природокористування*. 2021. № 4. С. 93–99. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2021.253092> (проведено дослідження, аналіз результатів, підготовлено статтю до друку).
3. Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Екологічні особливості флористичної структури девастрованих земель Правобережного Лісостепу України. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 1. С. 32–37. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2022.257123> (проведено польові дослідження, аналіз наукової літератури та результатів досліджень, підготовлено статтю до друку).
4. Мудрак О.В., Дем'янюк О.С., Магдійчук А.П. Гірничо-промислові ландшафти Правобережного Лісостепу як потенційні структурні елементи регіональної екомережі. *Екологічні науки*. 2022. № 43. С. 149–153. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.4-43.24> (проведено аналіз наукової літератури, узагальнено результати досліджень, підготовлено статтю до друку).
5. Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Просторово-часовий аналіз фітоценотичного покриву гірничо-промислових ландшафтів Правобережного Лісостепу. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 3. С. 17–26. DOI:

<https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2022.266406> (проаналізовано результати досліджень, підготовлено статтю до друку).

6. Mudrak O., Магдiйчук А. Mining and industrial landscapes of Podillya as potential structural elements of the regional ecological network. *Scientific Horizons*.2022. 25(4). P. 88–99. DOI: [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(4\).2022.89-99](https://doi.org/10.48077/scihor.25(4).2022.89-99) (опрацьовано наукову літературу, проаналізовано результати власних досліджень, підготовлено статтю до друку).

#### **Матеріали конференцій:**

1. Магдiйчук А.П. Особливості проведення рекультивації піщаних кар'єрів Хмельницької області. «VIN SMART ECO»: I Міжнародна науково-практична конференція (м. Вінниця, 16–18 травня 2019 р.). Вінниця, 2019. С. 119–121.

2. Мудрак О.В., Магдiйчук А.П. Біологічний етап як важлива складова рекультивації піщаних кар'єрів Хмельницької області. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві: Міжнародна науково-практична конференція* (м. Київ, 4–5 липня 2019 р.). Київ, 2019. С. 184–187.

3. Мудрак О.В., Магдiйчук А.П. Фітоценотичні зміни девастрованих земель Центрального Поділля (на прикладі Андрійковецького піщаного кар'єра). *Подільські читання. Екологія, охорона довкілля, збереження біотичного та ландшафтного різноманіття: наука, освіта, практика: Міжнародна науково-практична конференція* (м. Хмельницький, 10–12 жовтня 2019 р.). Хмельницький, 2019. С. 192–195.

4. Магдiйчук А.П., Мудрак О.В. Перспективи використання сапоніту для рекультивації девастрованих ділянок в умовах Центрального Поділля. *Збалансоване природокористування: традиції, перспективи та інновації: Міжнародна науково-практична конференція* (м. Київ, 3 грудня 2019 р.). Київ, 2019. С. 81–83.

5. Магдійчук А.П., Мудрак О.В. Едафічні умови порушених територій як головний чинник формування рослинності в умовах Центрального Поділля. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві: Міжнародна науково-практична конференція* (м. Київ, 7–8 липня 2020 р.). Київ, 2020. С. 130–132.
6. Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Науково-практичні засади використання рослин для ремедіації забруднених ґрунтів Центрального Поділля. *Збалансоване природокористування: традиції, перспективи та інновації: Міжнародна науково-практична конференція* (м. Київ, 23–24 вересня 2020 р.). Київ, 2020. С. 59–62.
7. Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Екологічні проблеми рекультивації піщаних кар'єрів на Поділлі. *Регіональні геоecологічні проблеми в умовах сталого розвитку: IV Міжнародна науково-практична конференція* (м. Рівне, 22–24 вересня 2020 р.). Рівне, 2020. С. 128–131.
8. Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Особливості поширення фітоценозів піщаних кар'єрів в умовах Центрального Поділля. «VIN SMART ECO»: *Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції* (м. Вінниця, 20–21 травня 2021 р.). Вінниця: КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти», 2021. С. 104–105.
9. Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Синантропна флора Андрійковецького піщаного кар'єру в умовах Центрального Поділля. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції* (м. Київ, 7–8 липня 2021 р.). Київ: ДІА, 2021. С. 120–121.
10. Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Девастовані землі Центрального Поділля як складові елементи екологічної мережі. *Збалансоване природокористування: традиції, перспективи та інновації: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції* (м. Київ, 20–21 жовтня 2021 р.). Київ: ДІА, 2021. С. 87–88.

11. Мудрак О., Магдійчук А. Антропогенний вплив видобування піску на компоненти довкілля в межах Поділля. *«Екологічна безпека – сучасні напрямки та перспективи вищої освіти»: II Міжнародна Інтернет-конференція* (Харків, 25 лютого 2022 р.). Харків, 2022. С. 82–84.

12. Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Тенденція зміни вегетаційного індексу в межах Андрійковецького кар'єрно-відвального комплексу. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції* (м. Київ, 07–08 липня 2022 р.). Київ, 2022. С.213–216.

### ***Методичні рекомендації***

1. Стратегія сталого розвитку: Методичні вказівки до виконання практичних робіт студентами очної денної і вечірньої форм навчання спеціальності 101 – «Екологія» ступеня вищої освіти «магістр». Укладачі: Мудрак О.В., Магдійчук А.П., Андрусак Д.В. Вінниця: КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти». 2021. 116 с.

2. Збалансоване природокористування: Методичні вказівки до виконання практичних робіт студентами очної денної і вечірньої форм навчання спеціальності 101 – «Екологія» ступеня вищої освіти «магістр». Укладачі: Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Вінниця: КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти», 2021. 82 с.

## ЗМІСТ

	ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	18
	ВСТУП	19
1	<b>РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ФІТОЦЕНОТИЧНОГО ПОКРИВУ ДЕВАСТОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ</b>	24
1.1	Основні етапи досліджень флори регіону	24
1.2	Особливості формування фітоценозів в локальних умовах техногенно-порушених земель	29
2	<b>РОЗДІЛ 2. УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	52
2.1	Еколого-географічні умови досліджуваного регіону	52
2.2	Матеріали і методи дослідження	71
3	<b>РОЗДІЛ 3. ДИНАМІКА ФОРМУВАННЯ ФІТОЦЕНОТИЧНОГО ПОКРИВУ ДЕВАСТОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ</b>	83
3.1	Основні чинники формування рослинності в межах регіону дослідження	83
3.2	Динаміка формування фітоценотичного покриву девастрованих земель регіону досліджень	95
4	<b>РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ФЛОРИСТИЧНОЇ СТРУКТУРИ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО КАР'ЄРНО-ВІДВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ</b>	111
4.1	Систематична та екологічна структура флори досліджуваного регіону	111
4.2	Біоморфологічний та екоморфологічний аналіз флори досліджуваного регіону	116



	<b>РОЗДІЛ 5. ВПЛИВ ЗАСТОСУВАННЯ ПОТЕНЦІЙНО-РОДЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ НА СУКЦЕСІЙНУ ДИНАМІКУ ДЕВАСТОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ</b>	122
5		
5.1	Дослідження зміни водно-фізичних властивостей та елементного складу <i>ex situ</i> під впливом сапонітових глин	122
5.2	Біодіагностика піщаних субстратів та дослідження сукцесійної динаміки в умовах <i>in situ</i> під впливом сапонітових глин	132
	<b>РОЗДІЛ 6. КАР'ЄРНО-ВІДВАЛЬНІ КОМПЛЕКСИ ЯК ПОТЕНЦІЙНІ СТРУКТУРНІ ЕЛЕМЕНТИ РЕГІОНАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ МЕРЕЖІ</b>	140
6		
6.1	Кар'єрно-відвальні комплекси гірничо-промислових ландшафтів як структурні елементи регіональної екомережі	140
6.2	Андрійковецький піщаний кар'єрно-відвальний комплекс як відновлювальна територія регіональної екомережі	146
	<b>ВИСНОВКИ</b>	157
	<b>РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ</b>	159
	<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	160
	<b>ДОДАТКИ</b>	186

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ,  
СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ ВИМІРЮВАННЯ, СКОРОЧЕНЬ**

- АБР** – агробіорізноманіття
- АЛ** – антропогенні ландшафти
- АФЗ** – аерофотозйомка
- БГЦП** – біогеоценотичний покрив
- БР** – біорізноманіття
- БТ** – буферні території
- ВТ** – відновлювальні території
- ГДВ** – гранично-допустимі викиди
- ГДК** – гранично-допустимі концентрації
- ГДС** – гранично-допустимі скиди
- ГПЛ** – гірничо-промислові ландшафти
- ЕМ** – екологічна мережа
- ЗКУ** – Зелена книга України
- КВК** – кар’єрно-відвальні комплекси
- КТ** – ключові території
- ЛК** – ландшафтні комплекси
- НПС** – навколишнє природне середовище
- ОВД** – оцінка впливу на довкілля
- ОіТПЗФ** – об’єкти і території природно-заповідного фонду
- ПЗМ** – природно-заповідна мережа
- ПЗФ** – природо-заповідний фонд
- РЕМ** – регіональна екологічна мережа
- СЕО** – стратегічна екологічна оцінка
- СМ** – Смарагдова мережа
- ТГ** – територіальна громада
- ФЦ** – фітоценози
- ФЦП** – фітоценотичний покрив
- ЧКУ** – Червона книга України

## ВСТУП

**Обґрунтування вибору теми.** Наслідки освоєння корисних копалин, зокрема видобуток піску, є важливою екологічною проблемою як для розвинених країн, так і для країн, що розвиваються. На рівні з економічними перевагами від видобування піску, в межах пост-майнінгових територій виділяють низку негативних екологічних наслідків локального і глобального рівнів. Серед них найважливішими є виснаження природних ресурсів, руйнування структури ландшафтів, забруднення атмосферного повітря, порушення режиму ґрунтових вод, втрата властивостей субстратів, які спричиняють зменшення біорізноманіття через непридатність для подальшого спонтанного відновлення екосистем тощо [12;14;28;30].

Пошук оптимальних шляхів для покращення екологічної ситуації на деградованих ділянках гірничо-промислових ландшафтів і їх подальше збалансоване використання є важливим питанням у межах Правобережного Лісостепу, зокрема Поділля. Досліджувані гірничо-промислові ландшафти в регіоні оригінальні за походженням, екологічними умовами, просторовим розташуванням, геолого-геоморфологічною будовою, розвитком сучасних еколого-фітоценотичних процесів, господарським освоєнням тощо [157].

Процеси природного відновлення біогеоценотичного покриву і рельєфу порушених гірничо-промисловою діяльністю земель проходять повільно або можуть бути неефективними, тому виявлення основних чинників впливу на формування фітоценозів з урахуванням локальних умов техногенно-порушених земель, розробка нових методів для покращення загального екологічного стану пост-майнінгових територій, зокрема піщаних кар'єрів, є *актуальним* питанням.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційну роботу було виконано у 2018–2022 рр. в Інституті агроекології і природокористування НААН згідно з програмою наукових досліджень Національної академії аграрних наук України за темою 06.00.01.02.Ф.

«Розробити наукові основи управління структурою фітоценозів в агроєкосистемах в умовах змін клімату» (ДР № 0121U108967).

**Мета та завдання дослідження.** *Метою дослідження* є визначення екологічних особливостей сукцесій фітоценозів на відпрацьованих піщаних кар'єрах та оцінка ефективності проведення фітомеліоративних заходів кар'єрно-відвальних комплексів гірничо-промислових ландшафтів Правобережного Лісостепу України.

Досягнення мети передбачало виконання наступних *завдань*:

- виявити основні чинники впливу на формування фітоценозів з урахуванням локальних умов техногенно-порушених земель;
- визначити основні напрями флористичних досліджень, які проводились у регіоні;
- проаналізувати особливості сукцесій фітоценозів в умовах Андрійковецького піщаного кар'єру;
- визначити систематичну структуру ідентифікованих видів флори, провести її біоморфологічний та екоморфологічний аналіз;
- встановити ступінь антропогенної трансформації флори в межах піщаних кар'єрно-відвальних комплексів гірничо-промислових ландшафтів;
- визначити вплив сапонітової глини на структуру та водно-фізичні властивості піщаного субстрату;
- оцінити можливість внесення Андрійковецького піщаного кар'єру до складу регіональної екомережі як відновлювальної території.

**Об'єктом дослідження** – видовий склад фітоценозів піщаних кар'єрно-відвальних комплексів гірничо-промислових ландшафтів Правобережного Лісостепу України.

**Предметом дослідження** – структура фітоценозів піщаних кар'єрно-відвальних комплексів гірничо-промислових ландшафтів Правобережного Лісостепу України.

**Методи досліджень.** Під час виконання дисертаційної роботи були застосовані загальнонаукові (аналіз, синтез, логічної побудови), *емпіричні*

(спостереження, порівняння, експеримент), *фізіологічні* (біотестування), *польові* (маршрутний), *статистичні* (статистичний аналіз, графічна обробка результатів), *камеральні лабораторні* методи досліджень, а також аерофотозйомки і моніторингу структурних елементів навколишнього природного середовища піщаних кар'єрно-відвальних комплексів гірничо-промислових ландшафтів Правобережного Лісостепу України.

***Наукова новизна одержаних результатів.***

*Виявлено*, що диференціація видової структури флори відбувається через вплив антропогенної діяльності та сформовані геологічні, орографічні, едафічні, кліматичні і гідрологічні умови: для досліджуваного кар'єру характерними є поширення значної кількості сегетально-рудеральних видів, а синантропізація може стати головним каталізатором втрати репрезентативного видового різноманіття.

*Вперше* проведено оцінку піщаного кар'єрно-відвального комплексу як потенційної відновлювальної території в структурі регіональної екомережі Центрального Поділля. *Встановлено*, що сумарний показник значимості Андрійковецького піщаного кар'єрно-відвального комплексу відповідає низькому рівню, тому надано рекомендації щодо подальшого проведення додаткових заходів для стабілізації і наближення його умов до природних.

***Практичне значення одержаних результатів.*** На основі проведених досліджень визначено позитивний вплив сапоніту на водно-фізичні властивості піщаних субстратів кар'єрно-відвальних комплексів, що утворились на території Правобережного Лісостепу. Рекомендовано оптимальне економічно обґрунтоване дозування сапонітової глини, що складає 30% від маси піщано-сапонітової суміші. Результати дисертаційної роботи можна застосовувати для оцінювання місць видобування корисних копалин та девастрованих земель як потенційних структурних елементів регіональної екомережі, зокрема як осередків біорізноманіття.

Матеріали дисертаційного дослідження використано в освітньому процесі Хмельницького національного університету і КЗВО «Вінницька

академія безперервної освіти» для підготовки здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) і другого (магістерського) рівнів за спеціальністю 101 «Екологія» галузі знань 10 «Природничі науки» при викладанні освітніх компонентів (навчальних дисциплін) «Загальна екологія та неоекологія», «Техноекологія», «Заповідна справа», «Збалансований розвиток територій», «Системний аналіз якості навколишнього середовища», «Стратегія сталого розвитку», «Збалансоване природокористування».

**Особистий внесок здобувача.** Дисертація є самостійним дослідженням автора, яке проводилось у 2018–2022 рр. Спільно з науковими керівниками, було визначено мету, завдання, основні цілі та концепцію досліджень, сформовано висновки і підготовлено матеріали для публікацій у наукових виданнях. Особисто проведено аналіз інформаційних джерел за тематикою дослідження, визначено план та проведено лабораторні, польові й емпіричні дослідження, узагальнено результати та проведено статистичну обробку отриманих даних.

**Апробація результатів дисертації.** Результати проведених досліджень було апробовано в рамках роботи науково-практичних конференцій: I Міжнародній науково-практичній конференції «VIN SMART ESO» (м. Вінниця, 16–18 травня 2019 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві» (м. Київ, 4–5 липня 2019 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Подільські читання. Екологія, охорона довкілля, збереження біотичного та ландшафтного різноманіття: наука, освіта, практика» (м. Хмельницький, 10–12 жовтня 2019 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Збалансоване природокористування: традиції, перспективи та інновації» (м. Київ, 3 грудня 2019 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві» (м. Київ, 7–8 липня 2020 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Збалансоване

природокористування: традиції, перспективи та інновації» (м. Київ, 23–24 вересня 2020 р.); IV Міжнародній науково-практичній конференції «Регіональні геоекологічні проблеми в умовах сталого розвитку» (м. Рівне, 22–24 вересня 2020 р.); II Міжнародній науково-практичній конференції «VIN SMART ECO» (м. Вінниця, 20–21 травня 2021 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві» (м. Київ, 7–8 липня 2021 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Збалансоване природокористування: традиції, перспективи та інновації» (м. Київ, 20–21 жовтня 2021 р.); II Міжнародній Інтернет-конференції «Екологічна безпека – сучасні напрями та перспективи вищої освіти» (Харків, 25 лютого 2022 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві» (м. Київ, 7–8 липня 2022 р.).

**Публікації.** За результатами досліджень опубліковано 20 наукових праць, з них 6 фахових наукових статей, 2 методичні рекомендації та 12 тез доповідей у збірниках міжнародних науково-практичних конференцій.

**Структура і обсяг дисертації.** Дисертація складається з анотацій, вступу, 6 розділів, висновків, списку використаних джерел (232 найменування, із яких 59 латинською мовою) та додатків. Загальний обсяг дисертації налічує 212 сторінок, з них основна частина становить 142 сторінки. Основний текст містить 29 таблиць та 31 рисунок.

# РОЗДІЛ 1

## ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ФІТОЦЕНОТИЧНОГО ПОКРИВУ ДЕВАСТОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

### 1.1 Основні етапи досліджень флори регіону

Складовою частиною пошуку шляхів раціонального використання природних ресурсів та забезпечення охорони й відновлення девастрованих земель є проведення комплексного аналізу і структуризації флористичних даних досліджень регіону. Девастровані землі характеризуються відсутністю родючого шару, різкими змінами рельєфу, низькою продуктивністю, що своєю чергою призводить до порушення санітарно-гігієнічних та екологічних умов регіону загалом [129].

Розташування Правобережного Лісостепу, його ландшафтне різноманіття, едафічні, геолого-геоморфологічні, орографічні і гідрокліматичні умови обумовили появу значної кількості видів вищих судинних рослин впродовж тривалого часу. Поділля є його історико-географічним регіоном, площею 60,9 тис. км<sup>2</sup> (10,1% території України), який за адміністративно-територіальним поділом включає Тернопільську (Західне Поділля), Хмельницьку (Центральне Поділля), Вінницьку (Східне Поділля) області [172]. Основні характеристики областей (станом на 2022 р.) наведено в таблиці 1.1 [86].

Наукові дослідження флори, які проводили різні дослідники у межах Поділля, нами виділено в чотири етапи.

*Перший етап (від язичницьких часів – кінець XIX ст.).* Один із перших загальних природничих описів Подільської губернії був здійснений землеміром К. Екстером (1800, 1806), більш повне уявлення про особливості рельєфу, гідрологічне забезпечення території, флористичний і фауністичний склад опублікував дослідником В. Марчинським (1820) [29; 181].



Таблиця 1.1

**Основні показники областей, що входять до складу Поділля**

Назва адміністративно-територіальної одиниці	Площа області, км <sup>2</sup>	Кількість районів, шт.	Кількість територіальних громад, шт.	Кількість населених пунктів, шт.	Кількість населення, осіб
Тернопільська (Західне Поділля)	13823	3	55	1058	1036590
Хмельницька (Центральне Поділля)	20645	3	60	1451	1254702
Вінницька (Східне Поділля)	26513	6	63	1503	1545416

В. Бессер (1822, 1827), проводив фахові і фітосистематичні дослідження в різних частинах Поділля. А. Андржиєвський (1823–1869), порівнював флористичне різноманіття, конкретизував місцезростання типових та рідкісних для регіону рослин. Р. Траутфеттер (1851, 1853) наводив опис рослинно-географічних округів, згідно запропонованого ним поділу на округи, територія Поділля відносилась до округу черешні звичайної (*Prunus avium* L.) [106].

У цей період відомі праці Г. Бельке (1859), який працював у межах Кам'янецьчини; О. Рогович (1869) описав флору Київського навчального округу на основі власних досліджень та узагальнюючи дані В. Тишецького (1828); В.В. Монтрезор (1881, 1886, 1898) описав рослинність лук, степів, урочищ, лісів та місцезростання рідкісних видів у південній частині Поділля; І. Шмальгаузен (1886) склав та узагальнив список типових видів флори Подільської губернії із зазначенням місцезростань рідкісних видів [137].

Отже, початковий етап досліджень мав загальний флористичний напрям: за цей період було створено перші списки типових видів із зазначенням їх місцезростань, які формували фундаментальні знання про структуру видового складу флори регіону.

Другий етап (перша половина ХХ ст.) характеризувався поглибленням знаннями про особливості поширення флори та її генезис. У напрямі

вивчення особливостей поширення видів працювали Й. Пачоський (1900, 1910), Б. Гринецький (1911), Г. Запалович (1911), С. Маковецький (1913), В. Шафер, С. Кульчинський, Б. Павловський (1924), О. Савостіанов (1925) [106; 107; 137].

М. Котов (1928) проводив комплексні ґрунтово-геоботанічні дослідження в межах Проскурівського округу. Нові дані про флористичний склад території опублікували у своїх працях Д. Богацький (1928), Ф. Гринь (1931, 1936), Ю. Молотківський (1936), М. Косець (1937), М. Круцкевич (1937) [107; 137].

Ю. Клепов (1928, 1938) здійснив дослідження широколистяних лісів, їх генезис та реліктові неморальні елементи. Праці В. Шафера (1930, 1935) включали описи реліктових видів, аналіз лісових і степових угруповань, хорологію та фітоценологію букових лісів в межах Поділля. М. Косець (1947) охарактеризував структуру букових лісових екосистем відповідно до ботаніко-географічних округів Західного Поділля [106; 146].

Отже, другий етап відзначається збільшенням наукового інтересу до питань ідентифікації видів та опису їх типових місцезростань. Значна кількість праць була присвячена вивченню лісових, лучних і степових еколого-ценотичних груп. Дослідження проводили в межах геоботанічних, флористичних і систематичних напрямів.

*Третій етап (друга половина ХХ ст. – кінець ХХ ст.)* характеризується поглибленим вивченням еколого-ценотичних груп флори окремих частин Поділля, що стало основою природного районування території. Характерним для цього періоду є фрагментарне вивчення флори регіону: С. Харкевичем було визначено місцезростання конюшини люпинової (*Trifolium lupinaster* L.), А. Барбаричем – рододендрону жовтого (*Rhododendron luteum* Sweet), П. Погребняк – клокички (*Staphylea pinnata* L.), В. Хржановський (1952, 1958) визначив характерні види родофлори з перевагою поширення шипшини звичайної (*Rosa canina* L.) [106; 107; 184].

Питання геоботанічного районування розглядалось Є. Брадєс (1957, 1961, 1977). Опис реліктової рослинності мезотрофних боліт міститься в праці А. Барбарича [107; 137].

Результати вивчення лісової рослинності опубліковано в працях В. Осичнюк (1959, 1960). Ю. Шеляг-Сосонко (1971, 1980) разом із Г. Куковицею дослідив зникаючі види і визначив можливі межі геоботанічного районування рівнинної частини території Поділля [106; 107].

Праці К. Геренчука (1979, 1980) містять інформацію про геологію, геоморфологію, клімат, едафічні, ландшафтні, гідрологічні і флористичні особливості території Західного і Центрального Поділля [186; 187]. Більш повні відомості про рослинність регіону містяться у працях Б. Заверухи (1963–1965, 1983–1985), які присвячені хорології, ценоекології, генезису Волино-Поділля [106].

С. Зелінка і С. Стойко (1983) обґрунтували необхідність створення деяких регіональних ландшафтних парків (РЛП) у межах Поділля. Інформацію про рідкісні та зникаючі види букових лісів Поділля опублікували С. Ковальчук і О. Кльоц (1984). Цілеспрямовані дослідження флори та раритетних видів в межах Центрального Поділля здійснювала Л. Любінська і Л. Юглічек (1987–2017) [137; 146].

За результатами експедицій ботаніка і болотознавця Т. Андрієнко (1997–1998), за участі О. Прядко і Л. Юглічек, було створено РЛП «Мальованка», заказники «Праліс», «Дорогоща», «Хутірський», пам'ятка природи «Три дуби», заповідне урочище «Вільшина» та ботанічної експозиції Краєзнавчого музею міста Нетішина [137].

Отже, третій етап характеризується комплексністю і систематичністю, еколого-ценотичні групи досліджуються в хорологічному, геоботанічному і флористичному напрямках. Цілі наукового пошуку поступово спрямовуються на охорону і збереження флористичного багатства регіону з появою фітосозологічного напрямку дослідження.

*Четвертий етап (початок XXI ст.).* У цей період проводяться цілеспрямовані дослідження фітосозологічного напрямку, які стають основою проектування й розбудови національної екологічної мережі.

Ареалами поширення рідкісних і зникаючих видів рослин, а також питання їх охорони розглянуто у працях Л. Казімірової і Р. Білика (2001) [119]. Характеристику унікальних ксеротермних угруповань дослідили Я. Дідух та І. Коротченко (2003) [87]. В. Черняк, Г. Синиця (2008) визначили рідкісні і зникаючі види рослин в межах Західного Поділля. Списки виявлених у межах Центрального Поділля видів рослин, занесених до Червоної книги України, надала Л. Казімірова. М. Козак (2012) проводив ґрунтовні дослідження особливостей водної рослинності, звертаючи увагу на питання антропогенного впливу та охорони угруповань [118; 124; 223].

В. Мельник та О. Корінько (2005) проаналізували букові ліси, дослідили динаміку та особливості острівного поширення бука (*Fagus sylvatica* L.) на Поділлі. Детальну класифікацію грабових лісів провели Є. Воробйов, В. Любченко, В. Соломаха, О. Орлов (2008) [68; 146].

Дослідження продуктивності штучних і природних лісових насаджень, а також питання раціонального лісокористування та господарського впливу висвітлили в спільній праці М. Гордієнко, А. Бондар, Г. Криницький [78].

Експедиції з метою вивчення флори об'єктів ПЗФ, розкриття цінності та унікальності видового різноманіття, визначення ролі заповідних територій в прогнозуванні можливих впливів господарської діяльності на фіторізноманіття, його збереження і раціональне використання на прикладі НПП «Подільські Товтри» та «Верхнє Побужжя», природного заповідника «Медобори», Голицького заказника проводили вчені: О. Кагало та Н. Скібіцька (2000–2002), В. Протопопова, Л. Крицька, М. Шевера, В. Новосад, О. Оптасюк, В. Онищенко, Т. Андрієнко (2008), Л. Казімірова, С. Мосякін, Т. Соломаха, Я. Дідух, П. Устименко, Г. Оліяр (2001–2003), Т. Вініченко, Г. Оліяр, В. Соломаха (2004), М. Музика (2003–2005),

В. Бондаренко, Г. Криницький, В. Крамарець (2006), В. Черняк, Г. Синиця, І. П'ятківський (2014) тощо [67; 115; 117; 137; 146; 207; 224].

У межах Східного Поділля, питаннями збереження, відтворення та охорони фіторізноманіття займались В. Шевчук, Т. Андрієнко, Я. Дідух, І. Коротченко, О. Орлов, О. Любчак, Ю. Клименко, Г. Мудрак, С. Криклива та ін. В дослідженнях О. Мудрака розкрито питання видового різноманіття Східного Поділля в аспекті раритетних компонентів флори, характеристики об'єктів ПЗФ, важливість створення та збереження структурних елементів регіональної екологічної мережі [157; 171].

Отже, четвертий етап досліджень має яскраво виражений фітосозологічний та екологічний напрями досліджень. Внаслідок збільшення впливу антропогенної трансформації, фітосозологічний напрям залишається пріоритетним напрямом досліджень у регіонів контексті збереження біорізноманіття та збільшення природо-заповідного потенціалу регіону.

Формування лісових насаджень із видів, екологічно пристосованих до фізико-географічних і кліматичних умов регіону, підвищує стійкість та стабільність таких екосистем, а введення порід інтродуцентів у насадження комплексних зелених зон урбанізованих екосистем значно впливає на загальний стан території, підвищуючи їх цінність та рекреаційну привабливість.

## **1.2 Особливості формування фітоценозів в локальних умовах техногенно-порушених земель**

Значний антропогенний вплив на природні ландшафти здійснює гірничодобувна промисловість, на потреби якої щороку виділялось понад 7 тис. га земель переважно сільськогосподарського або лісгосподарського призначення [112].

Переведення ресурсів у розвідані запаси дозволяє розпочинати видобування у промислових масштабах. Воно передбачає

геологорозвідувальні роботи, збагачення та переробку видобутої мінеральної сировини у вторинну сировину. Вторинні продукти гірничого і переробного виробництв можна також вважати перспективними ресурсами, однак одна частина їх нерентабельна, а інша – готова до використання у межах господарських потреб. Загальна послідовність перетворення мінеральних ресурсів у мінеральну сировину зображена на рисунку 1.1 [200].



**Рис. 1.1. Етапність вивчення і використання мінеральних ресурсів [200]**

Сучасні технології, які використовують для добування корисних копалин, базуються на двох основних способах: відкритий (кар'єрний) і закритий (шахтний). За оцінкою Л. Єстеревської, значним за ступенем впливу на ґрунтовий покрив видів діяльності є видобування корисних копалин у відкритий спосіб, при цьому частка добування копалин відкритим способом становить до 45% від загальної кількості, а глибина кар'єрів може сягати до 150 м [104; 230].

За глибини відкритих розробок понад 500 м, площа відвалів породи може перевищувати площу кар'єру в 4–5 разів [112].

Деградовані землі в межах кар'єрних виїмок, сформованих за екстенсивного відкритого видобування корисних копалин, характеризуються появою суттєвих порушень структури покриву: при розкритті породи переміщуються і складаються ресурсовмісні породи, внаслідок чого знімається родючий шар ґрунту; змінюється гідрологічний режим; порушуються біоценотичні зв'язки. Родючість на таких ділянках низька, що робить такі об'єкти малоприсадибними для формування стійких і багатих фітоценозів.

Шкоду ґрунтовому покриттю наносять як ведення господарської діяльності, так і її припинення, при цьому порушені ґрунти непридатні для раціонального рентабельного використання без меліоративних перетворень. Важливим завданням після виведення кар'єрів з експлуатації залишається визначення стану місць видобування та якісне проведення основних етапів рекультивації. До них належать підготовчий, інженерно-технічний (або гірничотехнічна рекультивація) та біологічний етапи.

Підготовчий етап включає дослідження і типізацію порушених територій, вивчення специфіки умов, визначення можливості подальшого використання земель після завершення рекультиваційних робіт.

Гірничотехнічна рекультивація включає в себе комплекс інженерних заходів – зняття шару ґрунту, виположування, вирівнювання, покриття поверхні шаром родючого чи потенційно-родючого матеріалу тощо. Придатність до рекультивації визначають за структурою, рівнем рН, вмістом токсичних солей, натрію, гранулометричним складом, мінеральним складом фракції від 1 нм до 2 нм, твердістю ґрунтової кірки, вмістом гумусу тощо. За результатами досліджень Демидова А. та ін. (2013), дані показники, разом із такими показниками, як вміст гумусу, целюлозолітичною активністю, кількістю агрегатів розміром 3–5 мм, рівнем рН, концентрацією іонів Ca, Mg, Na, K,  $\text{HCO}_3$  у водній витяжці вказують на зв'язок між едафічними умовами порушених земель та продуктивністю фітоценозів. Фітотоксичні породи потребують додаткових заходів з нейтралізації [84; 108; 145; 200].

В межах сучасних досліджень, для стабілізації едафічних умов на гірничотехнічному етапі рекультивації Н. Wang та ін. (2018) запропонували впровадження інженерних рішень для укріплення або спорудження нових штучних схилів; за допомогою засобів дистанційного зондування, V. Carabassa та ін. (2020), Р. Шевчук (2019) визначили можливість моніторингу та кількісної оцінки процесів відновлення місць видобування, активність робіт та стан видобувних об'єктів, особливо якщо в їх межах не здійснювались будь-які природо-відновні заходи; за допомогою засобів дистанційного зондування, J.C. Padro та ін. (2022) розглянули можливість здійснення ідентифікації процесів водної ерозії; для захисту ґрунтових вод та створення мікроклімату Т. Semerago та ін. (2019) використали метод заповнення додатковими матеріалами (відходами) [8; 40; 52; 58; 227].

V. Carabassa та ін. (2020) за період 10-річних досліджень використання осаду стічних вод (мулу) виявили покращення органічної складової породи за рахунок секвестрації більшої кількості карбону; В. Коніщук та ін. (2015) зазначили, що сапропель з його унікальним складом, значними покладами та низькою собівартістю є перспективним і безпечним органо-мінеральним добривом для рекультивації земель; покращення складової здійснили Р. Venetkova та ін. (2020) за рахунок пересадки ґрунту та рослинної підстилки з непорушених територій; В. Ohsowskita ін. (2015, 2017), С. Hidayat та ін. (2017) в якості практичного інструменту для відновлення успішно використали органічну складову (біовугілля, компост чи послід) та арбускулярні мікоризні грибки [4; 9; 19; 37; 38; 127].

Наступним етапом відновлення деградованих земель є біологічна рекультивація або фітомеліорація, який включає роботи, спрямовані на остаточне відновлення родючості і біологічної продуктивності порушених земель. Перед початком видобування корисних копалин варто проводити дослідження видового різноманіття в межах кар'єрів, оскільки це буде майбутнім орієнтиром для вибору шляху для відновлення та вибору методик рекультивації [84; 126].



Фітомеліорація, як технологічний напрям відновлення деградованих ландшафтів, виникла в другій половині XVIII ст. у промислово розвинених країнах. Перші дані про проведення робіт із відновлення порушених земель відносять до періоду від 1766 р. до 1794 р., до початку експлуатації Рейнського буро-вугільного басейну в Німеччині. В Україні початок фітомеліоративних досліджень порушених територій пов'язують із спробами озеленення териконів Донбасу, що були проведені у період з 1948 р. до 1951 р. Інститутом лісівництва АН України [72].

Перші фітомеліоративні роботи включали створення у степовій і лісостеповій зонах системи полезахисних смуг; створення водорегулюючих і берегоукріплюючих насаджень у басейні Дніпра, пов'язаних із створенням Дніпровського каскаду водосховищ; заліснення Олешківських пісків; заліснення пісків Полісся; проведення біологічної рекультивації відвалів, териконів, кар'єрів, звалищ; створення протиерозійних насаджень. Площа фітомеліоративних насаджень в Україні сягає декількох мільйонів гектарів [133].

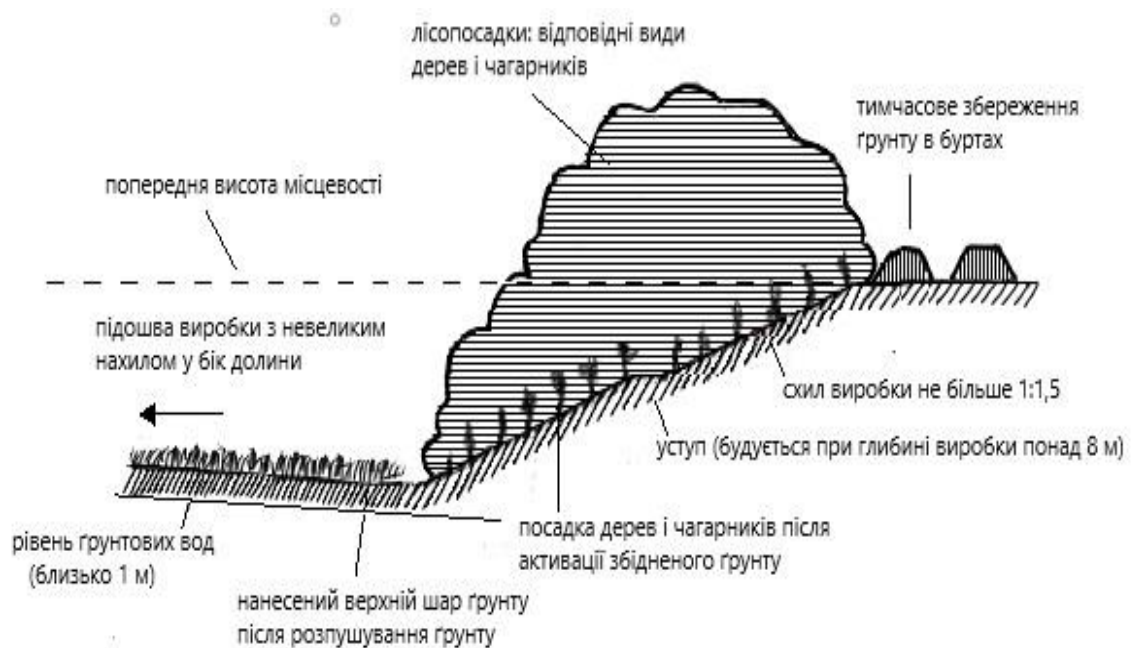
За визначенням Ю. Бялловича (1949), фітомеліорація являє собою покращення природних умов за допомогою рослин. Ним було сформульовано основні принципи фітомеліорації, до яких належать: принцип фітомеліоративного урочища (біогеоценозу); принцип всебічної дії і всебічної корисності; принцип скоординованості; принцип міжурочищної фітомеліорації; принцип багатоступеневості [66; 149].

Обсяг робіт на цьому етапі рекультивації регулюється залежно від стану і подальшого використання порушеної території. Мета сільськогосподарської рекультивації – підготовка землі під рілля, багаторічні насадження чи природні кормові угіддя. Лісова рекультивація застосовується частіше і може здійснюватися на токсичних ґрунтах та у несприятливих умовах рельєфу [84; 126].

Найпоширенішим способом лісової рекультивації є створення лісопосадок. Деревні види мають потужну широко-розгалужену кореневу

систему, яка здатна витягувати елементи мінерального живлення, що знаходяться у розсіяному стані в товщі літосфери, з подальшою їх акумуляцією на поверхню. Древа і кущі концентрують та зберігають елементи живлення у деревині тривалий час, створюючи запас маси живої речовини, а їх продуктивність менше залежить від показників родючості ґрунтів [149].

Підготовка території для подальшого формування лісових насаджень зображена на рисунку 1.2.



**Рис. 1.2. Облаштування кар'єру для заліснення [134]**

Рекреаційна рекультивация виконується з метою створення зон відпочинку біля міст та інших населених пунктів. Санітарно-гігієнічна рекультивация здійснюється з метою консервації порушених земель, припинення шкідливої дії кар'єрів, відвалів на природне середовище. Будівельна рекультивация здійснюється для підготовки порушених земель під спорудження житлових будинків, підприємств, складів тощо [180].

Використання рекреаційної рекультивации несе за собою великі витрати, а сільськогосподарська та лісова рекультивации вимагають складного ґрунтотехнічного етапу. Найменш витратною є санітарно-гігієнічна

рекультивация, її доцільно використовувати у випадках, коли деградовані ділянки землі не мають цінності для ведення господарської діяльності.

Для успішного проведення заходів з відновлення порушених земель, Я. Геником (2013) була запропонована технологічна класифікація, яка об'єднує процеси порушення територій і відновлення ландшафтів, що полегшує ідентифікацію порушених земель, розробку проєктів із фітомеліорації та розрахунок витрат на реалізацію проєктованих заходів [73].

Додатковим негативним чинником, який буде перешкоджати проведенню етапів фітомеліорації, є наявність важких металів. Вміст у породі таких елементів, як As, В, Cr, Со, Mn, Мо, Ni можуть викликати токсичну дію. Адаптивні механізми рослин, пов'язані з поглинанням і переміщенням забруднюючих речовин, залежать від розподілу, зберігання і детоксикації металів у коренях і листках, однак накопичення високих концентрацій важких металів спричиняють незворотні зміни, зокрема Cu, Zn, Cd, Pb [13; 23; 27].

Згідно класифікації В. Самохвалової (2014), за виявлення важких металів використовують такі біологічні методи екологічної реабілітації ґрунтів як біодеградація та біопоглинання, основою яких є здатність живих організмів у процесі життєдіяльності акумулювати забруднювачі. Одночасно біологічні агенти можуть виконувати функцію оструктурення і покращення показників субстрату [198].

Для фітоекстракції металів з ґрунту використовують спеціально підібрані види рослин-гіперакумуляторів, таких як бурачок стінний (*Alyssum murale* L), лисохвіст лучний (*Alopecurus pratensis* L), бурачок бертолоні (*Alyssum bertolonii* Desv), кардамінопсис Галлера (*Arabidopsis halleri* L), гірчиця сарептська (*Brassica juncea* (L.) Czern), петрушка кучерява (*Petroselinum crispum* L), полин звичайний (*Artemisia vulgaris* L), кавун звичайний (*Citrullus vulgaris* (L.)Schrad), портулак городній (*Portulacaoleracea* L.), деякі види бамбуку (наприклад *Phyllostachys praecox*) та місканту гігантського (*Miscanthus x Giganteus*) [1; 5; 31; 35; 41; 53].

Допоміжними засобами в фіторемедіації є шари матеріалів, які забезпечують захист рослин від хвороб і шкідників, електричний струм, регулятори росту, а також використання сорбуючих елементів для кращого зв'язування рухомих форм металів. За дослідженням В. Самохвалової та ін. (2014), метод передбачає використання мінеральних субстратів, а саме внесення глинистих мінералів (монтморилоніт і палигорськіт) у дозі 2 т/га у малородючі (піщані чи супіщані) сильно забруднені ґрунти [31; 47; 199].

Індикатором ефективності проведених рекультиваційних заходів є рівень біорізноманіття, який може свідчити про неправильно обрані методики і стратегії ренатуралізації. У дослідженні рослинності М. Lane та ін. (2019) було виявлено поширення мезотрофних трав на різновікових відновлених ділянках, в той час як типовими для території є низинні вересові види: таку тенденцію пов'язують із нижчими за природні значення показниками кислотності і вмісту органічних речовин, отже проведені відновні заходи є безрезультатними [48].

При дослідженні відновних процесів, М. Samraio та ін. (2021) виявили зменшення чисельності птахів, які є дуже чутливими до порушень екосистем з огляду на їх взаємодію з рослинами, харчовою поведінкою та просторово-часовим розподілом; зміни чисельності були пов'язані із використанням у рекультивації алепської сосни (*Pinus halepensis* Mill), що підтверджує важливість використання для відновлення рослинного покриву зональних видів [49].

Потенціал збереження кар'єрів у якості середовищ існування видів розглядався в численних дослідженнях павуків, бабок, прямокрилих, твердокрилих, метеликів, диких бджіл, мурах, амфібій, птахів тощо: дослідженням R. Gentili та ін. (2020) визначено, що багатство флори та лускокрилих залежить від показників новоутвореного ґрунту, а використання насінневих сумішей є неефективним, оскільки ці види за декілька років були витіснені видами з суміжних територій; в дослідженні гострокрилих перетинчастокрилих, М. Hendrychová та ін. (2016) відзначили, що на

нерекультивованих ділянках мешкало вдвічі більше рідкісних видів із учетверо більшою чисельністю, а також деякі регіонально-вимерлі види; згідно зі спостереженнями L. Twerd та ін. (2021), поширення видів у піщаних кар'єрах, які не піддавалися реабілітації, сильно впливало на спільноти жалких перетинчастокрилих та на динаміку змін трофічних ґільдій і створювала умови для їх колонізації новими видами [15; 18; 56].

За даними С. Kerbiriou та ін. (2018), кар'єри є сприятливим середовищем для існування кажанів, однак чисельність і якість їх існування залежить від здійснених заходів з рекультивації, розмірів кар'єру та наявності ділянок з подальшим вилученням корисних копалин [7].

Формування та зміна фітоценозів в межах кар'єрно-відвальних комплексів, де рослинність раніше була відсутня, можливе і без участі людини. Здатність до змін – одна з важливих властивостей фітоценозів, оскільки фітоценози є відкритими системами, на які здійснюють вплив зовнішні чинники. Незворотні зміни, які проявляються у заміні одних фітоценозів іншими отримали назву сукцесій [80; 216].

Перші праці, пов'язані з вивченням динаміки рослинності належать К. Беру, який описав первинні сукцесії заростання субстратів при таненні льодовиків у 40-х роках XIX ст. Ф. Клементс одним із перших розробив теорію сукцесій, важливу роль у розвитку цієї теорії зіграли також праці А. Тенслі, В. Людї. В подальшому теорію розвинув В. Сукачов: на його принципах була запропонована класифікація елементарних змін рослинності Б. Міркіна, Г. Розенберга (1978). За визначенням Т. Работнова (1992), *«в умовах субстратів, які утворюються після видобування корисних копалин, та які є придатними для нормальної життєдіяльності рослин, виникає первинна сукцесія, за присутності рослинних зачатків у відкладах або за потрапляння ззовні рослинних діаспор, видовий розподіл яких повністю залежить від сформованих екологічних умов в межах кар'єрних виїмок»*. Ф. Клементс первинне заселення видів визначав як «стадію міграції» [191].

Класифікація сукцесій за різними чинниками наведена у таблиці 1.2 [216].

Таблиця 1.2

**Класифікація сукцесій рослинних угруповань  
(за Б.М. Міркіним, Л.Г. Наумовою, 1998)**

Варіант	Типи і підтипи сукцесій			
	Автогенні		Аллогенні	
	сингенез	ендоекогенез	гейгогенез	гологенез
<b><i>За масштабом часу:</i></b>				
Швидкі (десятиріччя)	+		+	
Середні (століття)		+	+	+
Повільні (тисячоліття)		+		+
Дуже повільні (десятки тисяч)		+		+
<b><i>За зворотністю:</i></b>				
Зворотні			+	+
Незворотні	+	+	+	+
<b><i>За ступінню сталості процесу:</i></b>				
Постійні	+	+	+	+
Непостійні			+	+
<b><i>За історією:</i></b>				
Первинні	+	+		
Вторинні	+	+		
<b><i>За характером зміни структури та функцій:</i></b>				
Прогресивні	+	+	+	+
Регресивні	+	+	+	+
<b><i>За антропогенністю:</i></b>				
Природні	+	+	+	+
Антропогенні	+	+	+	+

Первинні сукцесії за своєю природою є сингенетичними і ендоекогенетичними водночас: після припинення експлуатації кар'єрів, на оголеному субстраті відбувається процес піонерного засвоєння рослин, що за класифікацією В. Сукачова (1954), визначається як сингенетична автогенна сукцесія. В результаті життєдіяльності рослин змінюються умови середовища, що є етапом ендоекогенетичної сукцесії [147].

На перших етапах формування кар'єрно-відвальних комплексів майже в усіх природних зонах можна виділити три основні етапи сингенетичної сукцесії:

- перший етап триває до шести років і закінчується утворенням мозаїчного рослинного покриву;
- другий етап у середньому триває від п'яти років до десяти років і характеризується створенням складних багатовидових фітоценозів з більш чітко вираженим зональним характером флори;
- третій етап розпочинається після десятирічного віку (з посиленням геологічної диференціації видового складу), де переважає внутрішня біоценотична діяльність молодих за віком угруповань [134].

Як зазначено в праці F. Rebele (2013), природна сукцесія може бути швидкою на збіднених піщаних субстратах та рудеральному підґрунті і повільною на багатих ґрунтах: багатий поживними речовинами субстрат сприяє тривалому домінуванню багаторічних трав, яка перешкоджає колонізації деревини та припиняє сукцесію [44].

В умовах відносно родючих порід, які виносяться на поверхню при видобуванні, та за сприятливих кліматичних умов, процеси самозаростання проходять інтенсивно і в межах 10–15 років поверхня кар'єрів покривається дерном трав, чагарниками і деякими видами дерев [147].

За високого вмісту фітотоксичних порід у відвалах, різко виражених морфометричних параметрів техногенного рельєфу, несприятливого водного режиму характерним є слабкий розвиток рослинності: впродовж 20 та більше років значні площі залишаються повністю без рослинного покриву з активізацією ерозійних процесів [125].

За повільного перебігу сукцесії або її відсутності, доцільним є втручання людини для імітації моделі Ф. Іглера чи моделі сприяння [147]. Підбір характерних для регіону екологічних видів рослин може одночасно сприяти захисту від синантропізації [49; 195].

Процеси розселення видів залежать від різного типу обмежень. Наявність в складі ґрунту високих концентрацій солей, карбонатів та інших особливостей для життєдіяльності одних видів стають обмеженням для поширення непристосованих видів. Деякі види рослин тісно пов'язані із біоценотичними умовами, тому їх розселення можливе лише за утворення певних міжвидових зв'язків [213; 214].

Специфічні екологічні умови новоутворених техногенних екотопів надають певну перевагу представникам синантропних видів (особливо з високим інвазійно-небезпечним потенціалом), які здатні спонтанно проникати у трансформовані напівприродні рослинні угруповання, розривати існуючі ценотичні зв'язки, пригнічувати, інсуляризувати популяції аборигенних видів, формуючи нові фітоценози. Збіднення генофонду місцевої флори відбувається як за рахунок повного зникнення місцевих популяцій тотальних видів, так і за скорочення їх ареалу, чисельності, репродуктивної здатності. За ступенем адаптації до антропогенних змін середовища, дані види виділяють в автохтонну (апофітну) і аллохтонну (адвентивну) фракції [2; 17; 25; 36; 65; 136; 189; 195; 225].

Randelović D. & Jovanović S. (2023) з'ясували, що значна кількість сегетально-рудеральних видів може сприйматись як біологічний сигнал того, що деградована земля здатна до відновлення, тому дані види вивчаються на предмет їх здатності до акумуляції неорганічних і органічних забруднювачів та потенціал використання у рекультивативній деградованих земель [43].

Детальне вивчення структури флори порушених земель включає в себе визначення її систематичної та екологічної структури. За визначенням О. Толмачова (1978), *«систематична структура флори є властивим для кожної флори розподілом видів між систематичними категоріями вищого рангу. Вона відображає закономірності пристосування видів до максимального використання екологічного багатства регіону, являючись кількісною характеристикою таксонів, що складають цю флору, і відображаючи характер її організації та диференціації»* [213].



Визначення екологічної структури флори є відображенням розподілу видів за відношенням до екологічних чинників: світла, тепла, води, вмісту поживних речовин. Дані чинники впливають на фотосинтез, ферментативну активність, транспірацію, дихання, акумуляцію елементів для продукування органічної речовини тощо. Дефіцит елементів мінерального живлення спричиняє порушення метаболізму [78].

У кар'єрно-відвальних комплексах формування фітоценозів перш за все залежить від едафічних умов, типу кар'єру і ступеню порушень території, що доведено результатами досліджень вітчизняних і закордонних вчених.

Дослідження природного заростання залізородних відвалів проводили А. Мазур та ін. (2015), А. Павленко та ін. (2017), В. Антонік та ін. (2017). Чинники аерогенного, гідрологічного і гідрохімічного характеру сприяють формуванню геоекосистеми стихійного типу, де формуються регресивні сукцесії антропогенного походження, які мають спрощену структуру та тривають із різною швидкістю залежно від диференціації едафічних умов. Збільшення видового різноманіття досягається найчастіше наявністю чи відсутністю контактів порушеної території з ділянками з природною рослинністю [61; 141; 183].

В умовах базальтових кар'єрів проводили дослідження Л. Савчук та І. Виговський (2019), Л. Савчук і В. Володимирець (2021). Було виявлено, що етапи сукцесії проходять одразу після завершення дії антропогенного впливу, із формуванням зональної флори і раритетними включеннями на невеликих ділянках. Порушення ґрунтового субстрату та поява стихійних сміттєзвалищ сприяють трансформації екоотопів, швидкому поширенню та натуралізації адвентивних видів рослин [196; 197].

В специфічних умовах техногенних сірчаних родовищ, розвиток проростків на вершинах відвалів чи окремих пагорбів може стримуватись надмірним пересиханням породи, несприятливим вітровим режимом, підвищеною інсоляцією і перегрівом субстрату. У. Назаровець та ін. (2017) відзначили відсутність рослинних зачатків у неогенових відкладах

Подорожницького сірчаного кар'єру, а самозаростання в кар'єрі відбувалось за міграції діаспор. В дослідженнях М. Копій (2018) у межах Яворівського сірчаного кар'єру було визначено вплив фітоценозу на накопичення органічних речовин та зміни фізико-механічних властивостей сформованих ґрунтосумішей: наслідком таких змін є формування складніших за видовим складом рослинних угруповань [130; 177].

Подібний розвиток рослинності характерний для кар'єрів лесових порід: за отриманими даними А. Бончовського і О. Безсмертної (2020), після розкриття шарів з високим вмістом гумусу та інших органо-мінеральних сполук, етапи сукцесії проходять аномально швидко, що стимулює ініціальний педогенез [64].

Дослідження відновлення продуктивності посттехногенних територій вугільних і гранітних родовищ проводилось Я. Геником і В. Заячуком (2015), Є. Івановим та ін. (2020), В. Савосько та ін. (2019), А. Зубовим (2019), П. Чегоркою та ін. (2020), О. Музиченко та ін. (2020), А. Шиллін та У. Башуцькою (2022) тощо. Такі види кар'єрів відзначаються значними трансформаціями ландшафтних профілів, що є причиною нерівномірності екологічної структури флори; є значними джерелами забруднення усіх компонентів довкілля; є об'єктами підвищеної екологічної небезпеки через горіння та інтенсивні процеси водної і вітрової ерозії. Поява рослинного покриву з послідовною зміною стадій сукцесії є свідченням можливості природного самозаростання кар'єрів із перспективою використання оптимальних видів для подальшого заліснення. Поява аборигенних видів створює умови для поширення мохів і рослин-тінелюбів, коренева система яких закріплює ґрунтосуміші, що сприяє сповільненню ерозійних процесів [62; 74; 110; 111; 175; 195; 222].

У ході досліджень піщаних кар'єрів розглядались різні за кінцевою метою та способами реалізації методи ренатуралізації. Після детального вивчення стану порушеної території, виникає необхідність проведення інженерно-технічних етапів, що підтверджує дослідження А. Томчука та

В. Федонюка (2016) піщаного кар'єру Підкасинь: відновлення природно-ресурсного потенціалу цієї ділянки шляхом самовідновлення є неможливим. Згідно з даними Я. Мольчака (2021), прогнозовані рекультиваційні заходи Радошинського піщаного кар'єру включатимуть формування технічних водойм, що стане новим середовищем поширення водної рослинності [152; 215].

При дослідженні піщаного кар'єру Лоченіце, V. Weis та ін. (2019) було запропоновано метод реабілітації шляхом створення на частині території двох акваторій з водно-болотними угіддями, а на іншій частині рекомендовано провести заліснення та групову висадку дерев. Схоже дослідження проведено в агломерації Катовіце, де рекультивація проводилась шляхом затоплення і створення водосховищ; шляхом заліснення і шляхом заповнення пустою породою з вугільних шахт [26; 57].

Дослідження М. Asabonga та ін. (2016) вказують на можливість вилучати види рослин до проведення робіт з видобування піску і зберігати їх для подальшого використання при відновленні, паралельно використовуючи методи, які зменшуватимуть ерозію ґрунту [3].

Оскільки субстрат після видобутку характеризується низькою родючістю, С. Hidayat та ін. (2018) запропоновано використовувати піщані кар'єри для вирощування сільськогосподарських культур із застосуванням додаткових заходів, зокрема комбінації застосування компосту та *Tithonia diversivolia*, за яких врожайність обраної культури – перцю чилі (*Capsicum annum* L.) у субстраті піщаних кар'єрів була найвищою [19].

Доцільність і ефективність проведення рекультиваційних та фітомеліораційних заходів у межах піщаних кар'єрів визначалась шляхом порівняння нерекультивованих ділянок із рекультивованими ділянками, непорушеною територією або з іншими об'єктами видобування корисних копалин. Хороший результат спостерігали з поєднанням рекультиваційних заходів та спонтанним відновленням рослинності: за дослідженням L. Sebelikova та ін. (2016), спонтанно відновлені ділянки та ділянки з

проведеною лісовою рекультивацією розвивалися в бік лісу за певний часовий проміжок, однак спонтанно відновленні ділянки характеризувались різноманітнішим видовим багатством з більшим потенціалом поширення видів. В дослідженні К. Řehouňková та ін. (2016), поєднання заходів із рекультивації та спонтанної сукцесії показувало кращі показники, у порівнянні з ділянками, де був застосований лише один метод [45; 50].

У дослідженнях М. Horáckova та ін. (2019) було виявлено вплив самовідновлення та лісової рекультивації на банк насіння 11 піщаних кар'єрів в районі Тршебонь (Чехія): схожість банку насіння із виявленою надземною рослинністю низька і складає близько 40%, типові види притаманні першим етапам сукцесії, тому банк насіння не може бути джерелом остаточного відновлення екосистеми. Збереження початкових сукцесійних стадій є бажаним, якщо пріоритетним є підтримання типових для сухих піщаних луків видів [20].

За визначенням Р. Salgueiro та ін. (2020), спонтанні сукцесії можуть зробити цінний внесок в охорону компонентів навколишнього природного середовища, виключаючи необхідність проведення дорогих методів рекультивації, а новоутворений рельєф може виступати в якості вторинного чи замінного середовища існування видів [48].

Значення самовідновлення піщаних кар'єрів з природоохоронної точки зору визначили L. Sebelikova та ін. (2019): було виявлено, що в межах ділянок, де відбувалось самовідновлення рослинного покриву, спостерігалось більше різноманіття сухостійних та помірно-зволожених лук, а також видів з Червоного списку, які зберігались впродовж тривалого часу. В ході дослідження О. Раһмонов та ін. (2019) було виявлено два типи біотопів, які включені до Директиви Ради 92/43/ЄЕС «Про збереження природних середовищ існування і дикої фауни та флори». Не рекультивовані ділянки кар'єру можуть відігравати важливу роль у збереженні місць існування рідкісних видів на локальному і міжрегіональному рівнях. Згідно з К. Řehouňková та ін. (2019), збереження мозаїки різних сукцесійних стадій,

які включають переривчастий і суцільний рослинний покрив, слід застосовувати як ефективне рішення для підтримки різноманітних середовищ існування видів, що знаходяться під загрозою зникнення [42; 46; 51].

На формування фітоценозів в межах кар'єрно-відвальних комплексів здійснюють вплив такі чинники, як вміст поживних речовин та водно-фізичні властивості субстрату. Серед необхідних для росту рослин, виділяють такі елементи, як: С, Н, О, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn тощо. У непорушених екосистемах рослини отримують ці елементи з ґрунтового розчину через мінеральне вивітрювання, з атмосфери, через осадження, відмирання та розкладання рослинності. Найбільш важливим є вміст N. Вміст P найчастіше є дефіцитним у деградованих ґрунтах, де його важко відновити. K є третім за важливістю елементом, який легко вимивається, особливо з піщаних ґрунтів. За нестачі комплексу NPK використовують мінеральні добрива [2; 6].

Ґрунтова волога істотно впливає на процеси ґрунтоутворення, зумовлюючи інтенсивність перебігу біологічних, біогеохімічних, елювіальних і гідрогенно-акумулятивних процесів. Водний режим ґрунту та його фізичні властивості мають безпосередній вплив на стан родючості ґрунту, схожість насіння і врожайність культур. Низьку врожайність найчастіше спричиняє атмосферна та ґрунтова посуха. Ґрунти, для яких характерна висока ступінь розораності, утримують проникнення води у глибші шари ґрунту, при цьому ґрунти в природних умовах мають кращу фільтраційну здатність. Ситуація кардинально відмінна в порівнянні з місцями видобутку корисних копалин, які характеризуються значно вищим ступенем розораності. Важливою екологічною особливістю техноземів є профільний розподіл швидкості водопроникності, яка зумовлює життєдіяльність біоти та визначає водний баланс того чи іншого едафотопу й режим зволоження, що має прямий вплив на ґрунтоутворюючі процеси. Особливості техноземів залежать від водно-фізичних властивостей і зв'язку альbedo з вологістю ґрунту [16; 105; 113; 116; 120; 135; 143; 150; 193; 203; 221].

Визначення таких параметрів, як гігроскопічна вологоємність (кількість води, яку сухий ґрунт може поглинути з повітря), капілярна вологоємність (кількість води, яка утримується в ґрунті менісковими силами в стані капілярного насичення при заповненні водою капілярів), межа розкочування (значення вологості, при якій ґрунт переходить із пластичного стану у твердий), повна вологоємність (стан вологості ґрунту, коли всі його пори повністю насичені водою і відсутній відтік), водопідіймальна здатність ґрунту (властивість викликати висхідне пересування в ньому води за рахунок капілярних сил) вказують на здатність ґрунтів або субстратів забезпечувати рослини необхідною кількістю води [185].

Покращення водно-фізичних властивостей та елементної складової порушених субстратів можлива за внесення глинистих матеріалів, які через свої фізичні і хімічні властивості впливають на родючість ґрунту, контролюючи надходження та доступність поживних речовин шляхом секвестрації й стабілізації органічної речовини ґрунту. При цьому вони контролюють фізичні властивості ґрунту через утворення мікроагрегатів, впливаючи на кислотність ґрунту та контролюючи популяцію і активність ґрунтових мікроорганізмів [24].

Таким мінералом є сапонітова глина. Назва «сапоніт» походить від латинського *sapo, saponis* – мило або мильний камінь, його було винайдено ще у 1840 р. L.F. Svanbergom. Це мінерал підкласу шарових силікатів, групи монтморилонітів із високим вмістом оксиду магнію. Родовища сапоніту локалізовані в різних країнах світу, зокрема в Японії, Туреччині, Великобританії, Іспанії та Чехії. Відомі відкриті родовища сапонітових глин на Фарерських островах (в Данії), штаті Монтана (США), біля озера Верхне (Канада), а також в Україні – Ташківське та Варварівське родовища, які мають запаси близько 60 млн тонн [54; 83].

В літературі можна зустріти наступні хімічні формули сапоніту [83]:

1. За Є. Лазаренком:  $Mg_3[(OH)_2Al_{0,33}Si_{3,67}O_{10}] \cdot nH_2O$ ;
2. За К. Фреєм:  $(_{0,5}Ca, Na)_{0,33}(Mg, Fe)_3(Si, Al)_4O_{10}(OH)_{2,4}H_2O$ ;

3. За J.A. Mandarino, M.E. Back:  $(Ca, Na_2)_{0.15}(Mg, Fe)_3(Si, Al)_4O_{10}(OH)_{2.4}(H_2O)$ .

Сапоніт і його композити знаходять широке застосування у багатьох сферах господарства і використовуються в різних галузях: у сільському господарстві для відновлення земельних ресурсів, покращення родючості, виготовлення та консервації кормів для тварин, виробництві засобів захисту рослин, аерозолів, виноробстві, тощо; як адсорбенту для виведення радіонуклідів і солей важких металів; як технічний сорбент та каталізатор для адсорбції та водоочищення; широке застосування сапоніту в хімічній, паперовій, парфумерній, керамічній, лакофарбовій промисловості, будівництві, тощо [55; 59; 71; 194; 232].

Швидкі темпи урбанізації, низький відсоток заповідності територій, втрата лісових екосистем, руйнування цілісності ландшафтних комплексів призвели до швидкої втрати значної частини біорізноманіття. В межах Поділля, в місцях прямого видобутку сформувалися кар'єрно-відвальні комплекси, які набули рис так званих «бедлендів», тому існує необхідність у рекультивациі порушених та відпрацьованих гірничо-промисловою діяльністю земель, загальною площею понад 3 тис. га [157; 163; 171; 172; 173].

За даними Державного кадастру природно-заповідного фонду [182], станом на 01.01.2021 р., в Україні нараховувалося 8633 території та об'єкти природно-заповідного фонду, загальною площею понад 41 000 км<sup>2</sup>. У відсотковому відношенні показник заповідності становить всього 6,8%, при нормі 12–15% та оптимального показника – 18–20%. Це дуже низький показник заповідності порівняно із загальноєвропейськими стандартами, де він становить 15,33% і недостатнім для підтримання загальної екологічної рівноваги та забезпечення належної охорони видів [172].

Сучасною інтегральною концепцією на шляху до сталого розвитку є створення комплексної багатофункціональної природоохоронної системи – екологічної мережі, до якої входять природні біотичні елементи, абіотичні

елементи, екосистеми, змінені і деградовані ЛК (та їх елементи), що пов'язані між собою функціонально й територіально та вимагають збереження і відновлення шляхом невиснажливого використання [171].

Ідея Європейської ЕМ була визначена головним напрямом реалізації Всеєвропейської стратегії збереження біотичного і ландшафтного різноманіття, прийнятої на конференції «Довкілля для Європи» (м. Софія, 1995 р.). Більшість країн Європейської Спільноти здійснили перехід від стратегій збереження одиниць біотичного різноманіття до створення національних екологічних мереж (NENs) [34; 69; 171].

Із врахуванням європейського досвіду регулювання, охорони та використання природно-заповідних територій, розвиток національної екомережі в Україні здійснюється відповідно до основних вимог функціонування Пан'європейської екомережі на національному, регіональному і локальному рівнях. До структурних елементів національної екомережі відносять ключові, сполучні, буферні та відновлювані території. Відновлювані території забезпечують формування просторової цілісності екомережі, для яких мають бути виконані першочергові заходи щодо відтворення первинного природного стану [157; 171; 172; 188; 204].

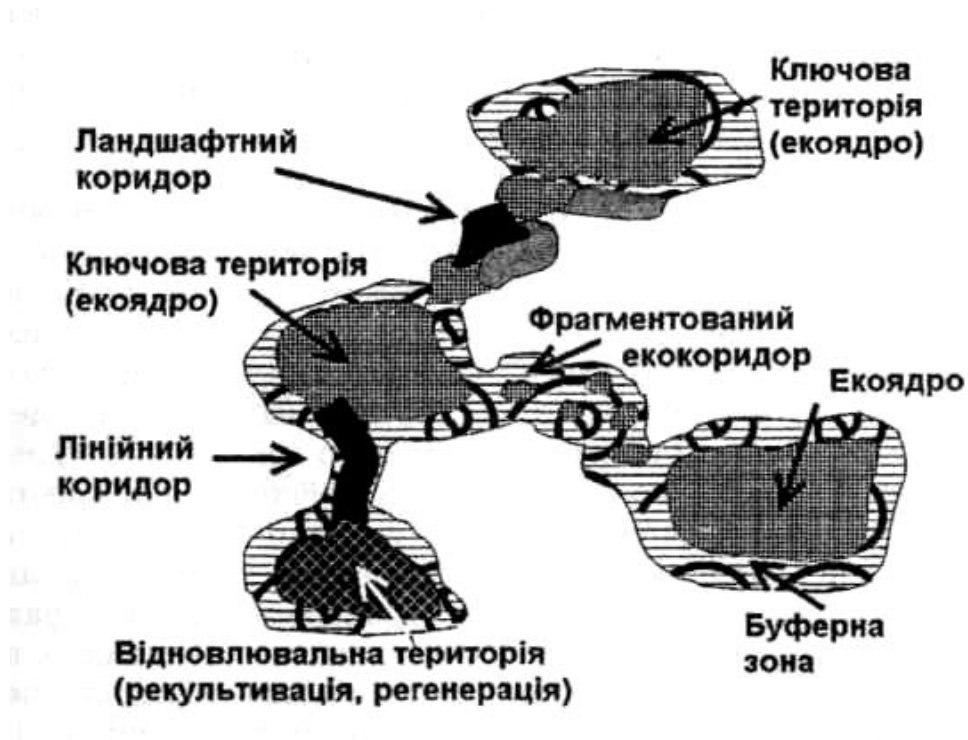
Модель системи основних структурних елементів екологічної мережі наведено на рисунку 1.3.

Перші основні принципи створення екологічної мережі України, пропозиції щодо формування її структури, критерії виділення основних елементів екомережі розглядали Ю. Шеляг-Сосонко (1999, 2005), Я. Мовчан (2001) [151; 228; 229].

Актуальним є вивчення прикладних аспектів формування регіональної екомережі Поділля. Тому питання наукового обґрунтування внесення елементів у структуру регіональної екомережі, виділення репрезентативних природних і штучних територій, визначення умов ефективного функціонування складових екомережі розглядалось у дослідженнях П. Царика (2005), Т. Андрієнко (2008), Л. Юглічек та Т. Виговської (2012),



О.Мудрака (2012), Г. Мудрак (2018), Є. Ткач, В. Шавріної (2019), Ю. Овчинникової (2019), Н. Ковки (2019, 2020) тощо [107; 122; 123; 153; 157; 174; 179; 210; 220; 231].



**Рис. 1.3. Модель системи основних структурних елементів ЕМ в інтегральній організації збереження біо- і георізноманіття (за В. Коніщуком, 2011 [128])**

Оригінальними формами заповідання є природні і антропогенні геологічні об'єкти, які мають різні види цінності. Згідно з класифікації загальногеологічних заповідних об'єктів (за Ю. Зінько, Р. Гнатюком, О. Шевчук, 2003 [109]), виділено такі категорії, як геологічні, гідрологічні, комплексні пам'ятки природи; загально-геологічні, ландшафтні, карстово-спелеологічні, палеонтологічні заказники; заповідні урочища; парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва.

Відомі шляхи інтеграції гірничо-промислових ландшафтів в структури міст за основними принципами проведення відновлювальних робіт. Виділяються нові цілі рекультивації, зокрема відновлення природних

екосистем, які не будуть експлуатуватися, за винятком використання їхнього рекреаційного потенціалу (із застосуванням геоботанічних методів і методів геологічної розвідки) [218; 219].

Закинуті кар'єри без сміття можуть використовуватись як відслонення вапняків у наукових цілях або як атракційні об'єкти в сфері геологічного і краєзнавчого туризму, оскільки видозмінений рельєф різко відрізняється від природних елементів ландшафту та містить на відносно обмеженій території різноманітні природні й антропогенні комплекси.

Багато прикладів туристичних зон є в Європі: королівські соляні шахти Величка і Бохні, амфітеатри (Польща), кам'яновугільні копальні Валлонії (Бельгія), копальні Раммельсберга, вугільна шахта Цольферайн та Лужицький озерний край (Німеччина), шахтарське місто Рьорус (Норвегія), кам'яновугільний басейн у регіоні Нор-Па-де-Кале (Франція), Сади Бутчартів (кар'єри з вапняку) та Канаді [70; 131; 202].

### **Висновки до розділу 1**

Вивчення рослинного покриву в межах території Поділля має довготривалу історію, в якій ми можемо виділи основні чотири етапи.

На сучасному етапі здійснюється вплив антропогенних чинників, що вказує на необхідність прогнозування можливих загроз для флористичного різноманіття регіону. Після виведення кар'єрно-відвальних комплексів з експлуатації, важливим питанням залишається якісне проведення етапів рекультивації і фітомеліорації, які будуть направлені на повернення території у сприятливий екологічний стан, придатний для рентабельного використання та розвитку біотичного потенціалу девастрованих земель.

Аналіз наукових результатів провідних учених показав, що відмінність фізичних і хімічних властивостей субстратів впливає на перебіг початкових стадій первинної сукцесії та на подальші етапи формування біоценозів і біогеоценозів у межах кар'єрних розробок. Окрім того, формування фітоценозів залежить від типу кар'єру та ступеню порушень території, що

доведено результатами наукових праць вітчизняних і закордонних вчених; водно-фізичні властивості; елементний склад.

Покращення структури субстратів порушених видобуванням територій можна досягти шляхом внесення шару потенційно-родючих або родючих порід (наприклад, сапонітовою глиною).

Кар'єрно-відвальні комплекси є перспективними об'єктами для заповідання та внесення в структуру екологічної мережі у якості відновлювальної території з подальшою інтеграцією в якості осередку біорізноманіття.

Відповідно до результатів, було опубліковано фахові статті і тези [138; 154; 167; 168].

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1 Еколого-географічні умови регіону досліджень

Дослідження особливостей структури та етапів відновлення фітоценозів девастрованих земель проводили в межах місць видобування піску на території Хмельницької обл. (Центральне Поділля) в умовах Правобережного Лісостепу України. План розташування об'єкту – Андрійковецького піщаного кар'єрно-відвального комплексу в межах регіону дослідження зображено на картосхемі (рис. 2.1).

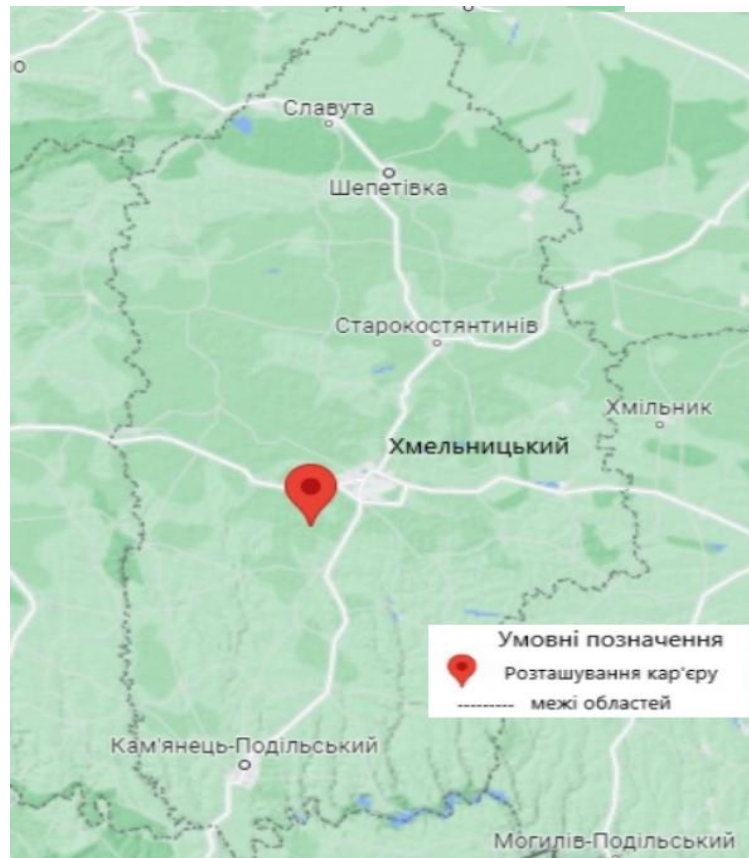


Рис. 2.1. План розташування об'єкту дослідження

*Загальна характеристика регіону.* Регіон дослідження є північною частиною суббореального ґрунтового біокліматичного поясу, яка

протягається безпервною смугою від Передкарпаття на заході до західних відрогів Середньоруської височини.

Різноманіття властивостей природних компонентів ландшафтів, регіональні відмінності їх структури та господарське використання визначено значними розмірами лісостепової зони. Рельєф регіону дуже розвинутий: він включає велику кількість глибоких річкових долин, балок, ярів, різних горбів, круті схили яких розмиті водою. Особливо розчленованим є рельєф Правобережного Лісостепу [132].

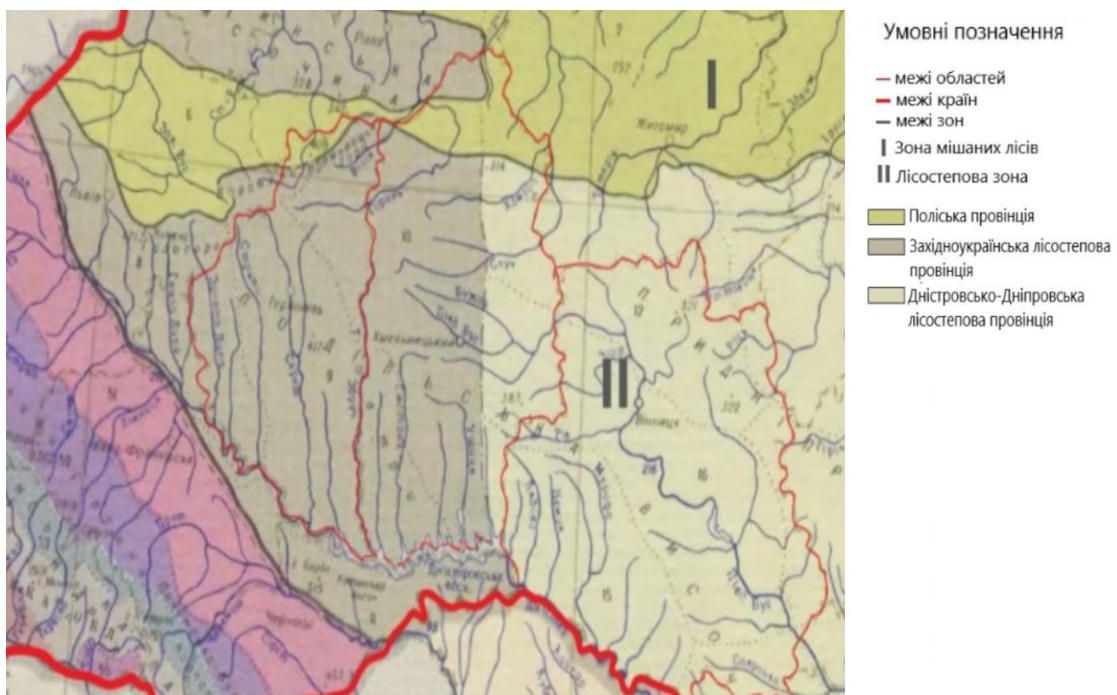
Для регіону характерною особливістю є чергування степових і лісових ділянок. Середня розораність зони складає 70%. Характер лісової рослинності змінюється від заходу на схід, із загальним переважанням широколистяних лісів. Склад широколистяних лісів Правобережного Лісостепу характеризується рядом деревних, чагарникових і трав'янистих рослин, ареал яких не поширюється на Лівобережну частину: серед них бук лісовий (*Fagus sylvatica* L.), клен-явір (*Acer pseudoplatanus* L.), берека (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz), скополія карніолійська (*Scopolia carniolica* Jacq), герань темна (*Geranium phaeum* L.).

На Правобережжі проходить східний кордон ареалу таких видів, як граб звичайний (*Carpinus betulus* L.) і черешня (*Prunus avium* L.). Роль липи серцелистої (*Tilia cordata* Mill.) у деревостанах навпаки – зростає в напрямку від заходу на схід, при цьому утворюючи на Середньоруській височині липово-дубові ліси. Така ж тенденція характерна для клену гостролистого (*Acer platanoides* L.), який формує з дубом звичайним (*Quercus robur* L.) кленово-дубові ліси. Таким чином, з заходу на схід відбувається часткова зміна основних плакорних формацій.

Територія дослідження відноситься до Подільсько-Середньопридніпровської підпровінції, яка протягається від кордонів лісової зони на заході до Дніпра на сході. Природна рослинність цієї території займає до 15%, яка представлена в основному лісовими масивами. Вони характеризуються дубовими та дубово-грабовими лісами, з наявністю

ряду середньоєвропейських видів, які займають частини Подільської та Придніпровської височин, схили пагорбів, балки та річкові долини. При цьому дубово-грабові ліси пов'язують із ділянками з більш розвиненими мережами річкових долин і балок, що посилює промивний режим ґрунтів і процеси вилугування. В свою чергу це сприяло формуванню в межах регіону світло-сірих опідзолених ґрунтів. Території з менш розвиненою мережею річкових долин та уповільненим режимом вилугування сприяли поширенню формацій дуба скельного (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) під якими сформувався темно-сірий опідзолений ґрунт. На поширення лісових масивів впливає також експозиція схилів: північні та західні схили з більшим рівнем вологи займають дубово-грабові ліси, на більш сухіших та південних схилах переважають дубові ліси [60].

Поділля як регіон локалізоване в межах Правобережного Лісостепу, у південно-західній частині Східно-Європейської платформи, в межах Українського кристалічного щита і Волино-Подільської плити. Фізико-географічне районування регіону зображено на рисунку 2.2 [75].



**Рис. 2.2. Фізико-географічне районування досліджуваного регіону (розроблено на основі Географічної енциклопедії України [75] із доповненням автора)**

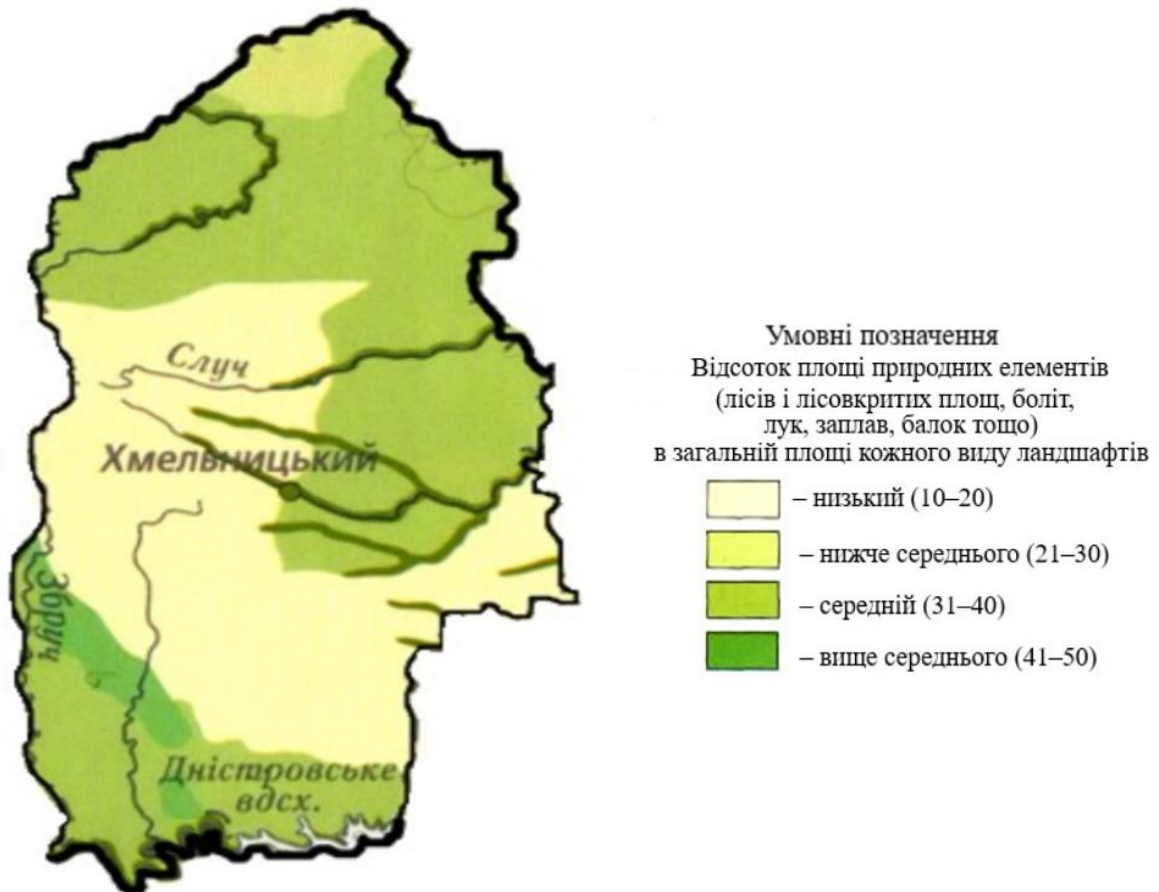
Згідно з фізико-географічного районування [75], Центральне Поділля розташоване в межах лісостепової зони – Західноукраїнської лісостепової провінції. Згідно з фізико-географічного районування території України (Маринич, Шищенко, 2005) Західноукраїнська лісостепова провінція (край) збігається із зоною широколистяних лісів, яка займає територію між Українськими Карпатами, мішанолісовою та лісостеповою зонами. Однак, як зазначають автори, приналежність цієї території до території Лісостепу сумнівна за результатами кліматологічних, ландшафтних і геоботанічних досліджень, а також домінуванням за микулинського етапу ґрунтоутворення буроземно-лісових природних комплексів, які істотно відрізнялись від лісостепів центральних частин Волинської і Подільської височини. Тому включення Західноукраїнського краю до лісостепової зони вважають несправедливим [144].

Хмельницька область (Центральне Поділля) простягається з півночі на південь на 225 км, від Полісся до долини Дністра і включає території Подільської, Придніпровської і Волинської височин, що зумовлює значне ландшафтне, екосистемне, ценотичне і видове різноманіття. Область включає ділянки з поліським рельєфом (рівнинні лісові території з болотами), типові подільські ділянки з розсіченим рельєфом та родючими ґрунтами, Товтрова гряда (залишки древнього тортонського бар'єрного рифу), плато, розчленоване каньйоноподібними долинами річок тощо [103;157].

*Геоморфологічні особливості та рельєф.* Рельєф території генетично належить до структурно-денудаційного, що є результатом активної протидії двох потужних сил: внутрішньої (ендогенної), що являє собою тектонічні підняття та зовнішньої (екзогенної), яка проявляється ерозійною діяльністю водних потоків. Взаємодія цих двох сил носить пульсуючий характер. Цикли стабільного розвитку змінюються циклами інтенсивних тектонічних рухів, активного прояву процесів глибинної ерозії, врізання русел у тераси, утворення цоколів. Крім ендогенних і екзогенних процесів, значний вплив на рельєф здійснює господарська діяльність людини: масштабна вирубка лісів,

розорювання схилів, розвідування та розробка родовищ корисних копалин у кар'єрах, будівництво дамб, формування великих площ із твердими побутовими відходами тощо.

Сучасний стан ландшафтів зображено на рисунку 2.3.



**Рис. 2.3. Сучасний стан ландшафтів Центрального Поділля  
(розроблено на основі Екологічного атласу України (2009) [102]  
із доповненням автора)**

Сучасний стан екосистем наведено в Додатку А [157].

Регіон за геоморфологічним районуванням (за О. Мариничем, П. Шишченко, 2005) відноситься до Східноєвропейської полігенної рівнини [144]. Він розміщений у межах Волино-Подільської області пластово-денудаційних височин і пластово-аккумулятивних підвищених рівнин та Придніпровсько-Приазовської області цокольних пластово-денудаційних височин і пластово-аккумулятивних підвищених рівнин. Центральне Поділля



(крім північного регіону) належить до підобласті Подільської структурно-денудаційної височини [132; 157].

Волино-Подільська височина займає західну частину Лісостепу, простягаючись з північного заходу на південний схід від верхньої течії річки Західний Буг і верхніх лівих приток річки Дністер до долини річки Південний Буг і його верхніх лівих приток. На півночі вона межує з Поліською низовиною, підіймаючись над нею крутим уступом. На південному заході – обмежується річкою Дністер, а на південному сході – зливається з Причорноморською низовиною. В рельєфі це припіднята рівнина, на якій зустрічаються плоскі і хвилясті рівнини, пагорби, вузькі каньйоноподібні долини, пологі схили, круті уступи.

Різноманіття рельєфу зумовлене особливостями геологічного розвитку і тектонічної будови території, а також поширенням гірських порід. Серед екзогенних, перше місце займають водно-ерозійні процеси, які створюють різні форми рельєфу: промоїни, яри, балки, долини.

На другому місці – еолові форми, карстові форми, утворені внаслідок розчинення вапняків і гіпсів, іноді на схилах, в місцях виходу ґрунтових вод, зустрічаються зсуви породи. Карст представлений печерами, лійками, воронками, тріщинами, комірками, борознами, карстовими полями, травертинами [157].

При всій різноманітності природних комплексів, у межах Центрального Поділля є два типи ландшафтів – поліський тип подільських ландшафтів та лісостеповий. Місцезнаходження об'єктів дослідження – лісостеповий тип ландшафтів [187].

*Гідрокліматичні умови.* Регіональні особливості кліматичних умов зумовлені географічним положенням. Вони змінюються через значну протяжність регіону із заходу на схід, із півночі на південь та простежується помітне збільшення континентальності клімату. За термічним режимом і режимом зволоження, клімат Поділля помірно-континентальний, з м'якою зимою та теплим вологим літом.

Циркуляційні процеси пов'язані з західним перенесенням повітряних мас, проходженням циклонів і антициклонів та відрізняються сезонними змінами. Загалом панує континентальне помірне повітря, яке приносить суху погоду. Взимку проникає повітря периферичної частини Сибірського антициклону, з типовими сухими холодними континентальними повітряними масами. Із Арктики регулярно приходять антициклони, з різкими зниженнями температури, посиленням вітром, заметілями.

Морські тропічні маси з Середземномор'я зумовлюють хмарну погоду, опади, відлиги, ожеледь. Влітку і восени антициклони переміщуються із заходу, в чому виявляється вплив Азорського максимуму, встановлюються тепла і сонячна погода. Навесні і на початку осені на територію Поділля проникає арктичне повітря, яке приносить різке похолодання. Цілий рік регіон перебуває під впливом насичених вологою повітряних мас з Атлантичного океану.

Влітку атлантичні циклони зумовлюють значну хмарність, опади, зниження температури повітря, а взимку – потепління, снігопади, відлигу. Середній тиск повітря в циклонах практично незмінний, впродовж року показник становить близько 1005 гПа. Циркуляційні процеси зумовлюють домінування вітрів західного, північно-західного та південно-західного напрямку. Його швидкість за місяць змінюється від 2,2 до 2,6 м/с влітку і від 3,4 до 4,3 м/с взимку [157].

Територія за термічним режимом характеризується м'якою зимою з середніми температурами січня від  $-4^{\circ}\text{C}$  до  $-6^{\circ}\text{C}$  і теплим літом із середніми температурами липня від  $+18^{\circ}\text{C}$  до  $+20^{\circ}\text{C}$ . Середньорічна температура повітря коливається від  $6,6^{\circ}\text{C}$  до  $7,3^{\circ}\text{C}$ . Влітку абсолютний максимум може сягати  $+39^{\circ}\text{C}$ , а абсолютний мінус може становити  $-34^{\circ}\text{C}$  [187].

За розподілом основних кліматичних показників, особливо суми активних температур вище  $10^{\circ}\text{C}$ , територію Центрального Поділля поділяють на північну, центральну та південну кліматичні зони. До північної

кліматичної зони входить Мале Полісся, тут теплий період року тепліший за центральний, але холодніше за південний [157].

Сума активних температур вище  $10^{\circ}\text{C}$  становлять  $2500\text{--}2550^{\circ}\text{C}$ , річні суми опадів із заходу на схід зменшуються від 600 мм до 550 мм. Південний кліматичний район відрізняється тепловими характеристиками, мозаїчним полем опадів, різноманіттям мікрокліматів складно побудованої поверхні [157; 187].

Територія дослідження локалізована в межах Центральної кліматичної зони, вона займає більшу частину регіону і називається холодним Поділлям. Суми активних температур коливаються від  $2400^{\circ}\text{C}$  до  $2500^{\circ}\text{C}$ , теплий період року найкоротший (250–255 діб), безморозний період 150–163 доби, літній сезон – 90–98 діб, тривалість снігового покриву – до 85–93 діб. Кількість опадів із заходу на схід зменшуються від 600 мм до 570 мм [157; 187].

Особливості геолого-геоморфологічної будови і регіональні відмінності кліматичних умов визначають водний баланс території та умови формування режиму поверхневих і підземних вод, сприяють інтенсивному водообміну в регіоні й розвитку відносно густої гідрографічної мережі.

Річки мають змішане живлення – дощове, снігове, підземне. Найбільша водонасиченість фіксується в березні-квітні, під час танення снігу та в першій половині літа, під час випадання дощів. У другій половині літа спостерігається нестійка межень.

Льодостав на ріках починається в останній декаді грудня, (інколи на початку січня) і триває 60–65 діб, товщина криги коливається від 5–10 см до 80–90 см, трапляються зими без льодоставу. Максимальний рівень повені припадає на другу половину березня, в холодну пізню весну – у квітні [157].

Поверхневі води використовуються для водопостачання, гідроенергетики, риборозведення, судноплавства, рекреації і туризму. Підземні води – для рекреації та водопостачання. За водогосподарським районуванням, досліджуваний регіон відноситься до Подільського

водогосподарського району, якому властиві такі показники, як високий ступінь водозабезпечення, відносно низька густина населення, середня якість вод і середній рівень водоспоживання [157; 187].

Центральне Поділля має досить розгалужену мережу річок, ставків, водосховищ, природних озер мало. В межах регіону нараховують понад 3 тисячі річок загальною протяжністю близько 10 тис. км. Річки відносяться до басейнів Дністра, Південного Бугу, Горині і мають ряд ознак: ріки басейну Дністра течуть на південь, паралельно одна до одної; ріки центральної частини регіону – Південний Буг, його притоки, Случ і Хомора – на схід; ріки басейну Горинь і Корчик – на північ.

Ріки північних напрямків течуть молодими невиробленими майже без придолинних схилів. Ріки південних напрямків виробили глибокі каньйоноподібні долини, східного – мають неглибокі долини з пологіми схилами, розгалуженою мережею балок. Карта поверхневих вод зображена на рисунку 2.4, гідрографічне районування – у Додатку Б [157].



**Рис.2.4. Поверхневі води Центрального Поділля  
(розроблено на основі Національного атласу України (2008) [178]  
із доповненням автора)**

Ставки на території Центрального Поділля розкидані в лісах, біля річок та на Товтровій гряді. Загальна кількість поверхневих водойм – біля 200, з них площею 1 га та більше – понад 50. Найбільша їх кількість зосереджена в басейні річки Горинь на Волинському плато. Споруджені ставки і водосховища, загальною кількістю 1858 та площею 22092 га, розміщені в басейнах річок Горинь і Південний Буг. Найбільші – Нетішинське (2000 га), Щедрівське (1258) та Новоставське на річці Бужок (1168), Кузьминське (765) на Случі, Моломолинецьке (330), Новосинявське (270), Мислятинське (302 га) [121].

Площа боліт на території незначна і займає близько 30 тис. га. Вони поширені в заплавах річок Горинь, Вілія, Случ, Хомора, а в долинах річок Південний Буг та Дністер – трапляються лише у верхів'ях. За характером торфово-болотних земель Центральне Поділля поділяють на три зони: Центральне Полісся (Шепетівська ТГ, Полонська ТГ, частина Ізяславської ТГ); Мале Полісся (Ізяславська ТГ); Подільський Лісостеп (решта регіону). Найбільше боліт локалізовано в зоні Центрального Полісся, в зоні Подільського Лісостепу їх кількість незначна, деякі мають науково-пізнавальне значення і взяті під охорону. Всі болота – евтрофні, а торфовища високозольні.

На найбільш обводнених ділянках боліт зростають очеретяні, очеретяно-осокові, лукові, рогузові, лепешнякові угруповання, на найменш обводнених – осокові, хвощово-осокові угруповання. Водно-болотні угіддя, що мають народногосподарське і природоохоронне значення, локалізовані в Волочиській, Красилівській, Летичівській і Хмельницькій ТГ, площею 2665 га [157; 187].

*Геоботанічне районування.* Види, які складають природну флору кожного окремого природно-географічного регіону, не розподілені дисперсно-хаотично чи розсіяні рівномірно по всій території. Залежно від комплексу екологічних умов регіону (едафічних, геоморфологічних,

гідрологічних, мікрокліматичних, орографічних тощо) види групуються в певних типах та групах фітоценозів.

Тенденції ценоекологічного характеру пов'язують із фітозональними закономірностями та їх локально-регіональними модифікаціями, а також із генезисом самої флори.

Згідно з флористичним районуванням (за Т. Андрієнко та ін., 1985), територія дослідження локалізована в межах Північнополярктичного підцарства, Європейської області, Центральноєвропейської провінції, Люблінсько-Волиноподільської підпровінції, Розточсько-Подільського округу [60]. Територія дослідження розташована в межах Європейсько-сибірської лісостепової області, Східноєвропейської лісостепової провінції, Української лісостепової підпровінції і характеризується від'ємним балансом вологи і меншою кількістю опадів (від 550 мм/рік на заході і 450 мм – на сході). До зони входить більша частина Подільської і Придніпровської височини, відроги Середньоруської височини, центральна частина Придніпровської низовини і Полтавської рівнини.

Згідно з геоботанічного районування (за Я. Дідухом та Ю. Шеляг-Сосонко, 2003), територія дослідження локалізована в межах Східноєвропейської лісостепової провінції дубових лісів, остепнених луків та лучних степів, Української лісостепової підпровінції, Північноподільського округу грабово-дубових, дубових лісів, остепнених луків і лучних степів [89].

Як зазначали Я. Дідух та Ю. Шелях-Сосонко, попереднє віднесення Центрального Поділля до Східноєвропейської провінції широколистяних лісів є неоднозначним. Цю територію не можна віднести до Центральноєвропейської провінції через відсутність букових лісів та лучних степів союзу *Cirsio-Brachypodium*, також не можна віднести до Східноєвропейської провінції широколистяних лісів, що територіально відмежована на півночі смугою лісостепу. Відсутність великих площ степів зумовлена не зонально-кліматичними чинниками, а едафічними, зокрема геоморфологічною та геологічною будовою, рельєфом, розчленованістю та

підвищенням рельєфу, виходом на поверхню кислих порід Кристалічного щита, наявністю пісковиків, вапняків [89].

Геоботанічне районування Центрального Поділля зображено на рисунку 2.5 [157].



**Рис. 2.5. Геоботанічне районування Центрального Поділля (подано на основі Екологічного атласу України (2009) [102] із доповненням автора)**

У минулому, значна площа території була зайнята лучними степами і широколистяними лісами. Під степами формувались різновиди чорнозему. Зараз степова зона повністю розорана, невеликі ділянки природних степів розташовані на природоохоронних територіях або схилових ділянках. Лісові масиви були поширені на добре дренованих височинах та високих схилових ділянок у долинах річок. Серед природної флори тут збереглися ліси, які займали площу біля 12% території. Загалом, тут зростає понад 1800 видів

рослин та проживає 360 видів хребетних тварин. Серед них велику частку складають рідкісні види [60; 103; 187].

*Ґрунти та вплив господарської діяльності.* За агроґрунтовим районуванням (Н. Бреус, М. Полупан, 1989), територія дослідження знаходиться в Суббореальному ґрунтово-географічному поясі, в Центральній Лісостеповій та Степовій ґрунтово-біокліматичній області, в ґрунтово-кліматичній зоні Лісостепу, в межах Західнолісостепової і Центральнолісостепової підвищеної провінції. Крайня північна частина Західного та північна частина Центрального Поділля відноситься до Поліської агроґрунтової зони Західно-Поліської провінції [157].

Формування генетичних груп ґрунтів та їх розповсюдження на території регіону пов'язане з кліматичними умовами, нерівномірним рослинним покривом, господарською діяльністю людини, а найбільшу роль у процесі ґрунтоутворення відіграють дуже розчленований рельєф та ґрунотворні породи. Внаслідок цього спостерігається складне мозаїчне поширення ґрунтового покриву.

Більшість ґрунтів тут утворилися на лесовидних суглинках і лесах, меншість – на пісках, супісках, вапняках, глинах, алювіальних відкладах. На території з переважно рівнинним рельєфом і лісостеповою рослинністю вони стали основою для формування різних типів ґрунтів. Ґрунотворними процесами в Лісостепу є дерновий і підзолистий, причому на заході більш розвинутий підзолистий, на сході – дерновий процес ґрунтоутворення [157; 230].

Найпоширенішими в регіоні дослідження є ґрунти: ясно-сірі, сірі та темно-сірі опідзолені, чорноземи опідзолені, чорноземи типові глибокі, перегнійно-карбонатні, лучно-чорноземні, лучні, дерново-підзолисті, лучно-болотні, болотні та торфово-болотні. На лесах і лесовидних суглинках та добре дренованих елементах рельєфу сформувались автоморфні сірі лісові і чорноземні ґрунти, на продуктах вивітрювання твердих карбонатних порід – дерново-карбонатних. На елювіальних і алювіальних відкладах у



пониженнях, на днищах балок, у заплавах, в умовах надмірного зволоження утворились гігроморфні чорноземно-лучні, лучні, лучно-болотні та болотні ґрунти і торфові відміни, а на щільних глинах, плакорах, схилах – мочалисті і мочарні. На піщаних давньольодовикових відкладах під сосновими лісами сформувались дерново-підзолисті ґрунти [157].

Території, з яких відбирали зразки для подальших досліджень, розташовані на місцевості, де поширений темно-сірий опідзолений тип ґрунтів.

Темно-сірі опідзолені ґрунти поширені в межах Правобережного Лісостепу нерівномірно. Загальна площа становить 1 192 тис. га. Темно-сірі опідзолені ґрунти залягають невеликими ділянками серед сірих опідзолених і чорноземів опідзолених. Сформувались вони переважно в умовах зріджених освітлених дубових лісів із добре розвинутим трав'янистим вкриттям. Тому характеризуються ще більш інтенсивним розвитком дернового процесу і, як наслідок, більш інтенсивною гумусованістю [187].

В освоєному розвитку, темно-сірі опідзолені ґрунти пройшли дві стадії: степову (дерновий процес ґрунтоутворення) і лісову (опідзолення). Тому за своїми ознаками і властивостями вони наближаються до чорноземів, а саме: мають більш темне забарвлення і гумусовані значно глибше, до 60 см, прокрашуючи гумусом не лише елювіальний горизонт, а і верхню частину ілювіального. Їх будова наступна [132]:

HE (гумусово-елювіальний горизонт) – до 35 см, темно-сірий, але з помітною сивиною від кремнезему  $\text{SiO}_2$ , пухкий, неміцно грудкуватий зі слабою пластинчастою структурою, перехід добре помітний за структурою і зволоженням.

HI (перехідний гумусово-елювіальний горизонт) – до глибини 60 см, верхня гумусова на частина ілювіального горизонту, темно-бурий, ущільнений, з чіткою горіхуватою структурою грані горіхів припудрені  $\text{SiO}_2$ , поступово переходить у нижню негумусовану частину ілювіального

горизонту червоно-бурого забарвлення, дуже щільну, призматичної структури, по гранях призм – колоїдна лакування.

РІ (слабко-ілювіальна порода) – з глибини від 90 см до 95 см, жовто-палевий з темно-бурими натоками колоїдів по гранях призм видних окремоностей, менш щільний.

РК (грунтотворна порода) – з глибини від 100 см до 130 см, різкий перехід по лінії залягання карбонатів.

Темно-сірі опідзолені ґрунти також характеризуються значним перерозподілом за профілем мулу і збагаченням фракціями пилу. Фізико-хімічні властивості сприятливіші, що пов'язано з їх ліпшою гумусованістю. Гумусу вони містять від 3% до 3,5%, із поступовим зменшенням вниз за профілем, тому загальні запаси у шарі від 0 см до 100 см становлять близько 300 т/га. У складі гумусу суттєво зростає група гумінових кислот, яка переважає над фульвокислотами [230].

За гранулометричним складом, темно-сірі опідзолені ґрунти бувають від супіщаних до глинистих. У суглинкових видозмінах цих ґрунтів переважають фракції грубого пилу. У легкосуглинкових і середньосуглинкових ґрунтах вона коливається в межах від 52,2% до 56,6% та в межах від 51,5% до 55,6%. У важкосуглинкових фракцій – коливається в межах від 36,1% до 48,3%. На другому місці за кількістю у легкосуглинкових ґрунтах перебуває фракція дрібного піску, у середньо суглинкових і важко суглинкових – дрібного пилу [132].

Реакція ґрунтового розчину темно-сірих опідзолених ґрунтів слабо кисла (значення рН від 5,5 од. приладу до 6,0 од. приладу), абсолютна величина гідролітичної кислотності зростає від 3,0 мг·екв/100 г до 3,5 мг·екв/100 г ґрунту, однак вища насиченість основами (від 80% до 90%) зменшує її негативну дію. Сума обмінних основ дорівнює в межах від 14 мг·екв/100 г до 18 мг·екв/100 г [230].

З глибиною кислотність зменшується і зростає насиченість основами. Збільшення гумусованості і насиченості основами, слабо кисла реакція

середовища зумовлює і вищий вміст у них елементів живлення. Загальний азот становить від 0,15% до 0,30%, що легко гідролізується – від 5 мг·екв/100 г до 6 мг·екв/100 г ґрунту. Ці ґрунти мають більш сприятливі агрофізичні властивості. В них зростає кількість водостійких агрегатів, через що вони менш запливають, кірка менш щільна. Істотно зростає вологемність. Темно-сірі опідзолені ґрунти мають більш високу природну родючість. Бонітет – від 40 балів (у супіщаних) до 59 балів (у важкосуглинкових) [132].

Загалом, ґрунтовий покрив сприятливий для вирощування сільськогосподарських культур лісостепової зони, проте розораність регіону сягає 62,8%, сільськогосподарські угіддя займають 76,1%, орні землі – 82,6%. Площа агроландшафтів становить 4639,1 га, значної шкоди яким завдає водна та вітрова ерозія. Площа еродованих земель збільшилась за 40 років до 49% і становить близько 38% від загальної площі ріллі [230].

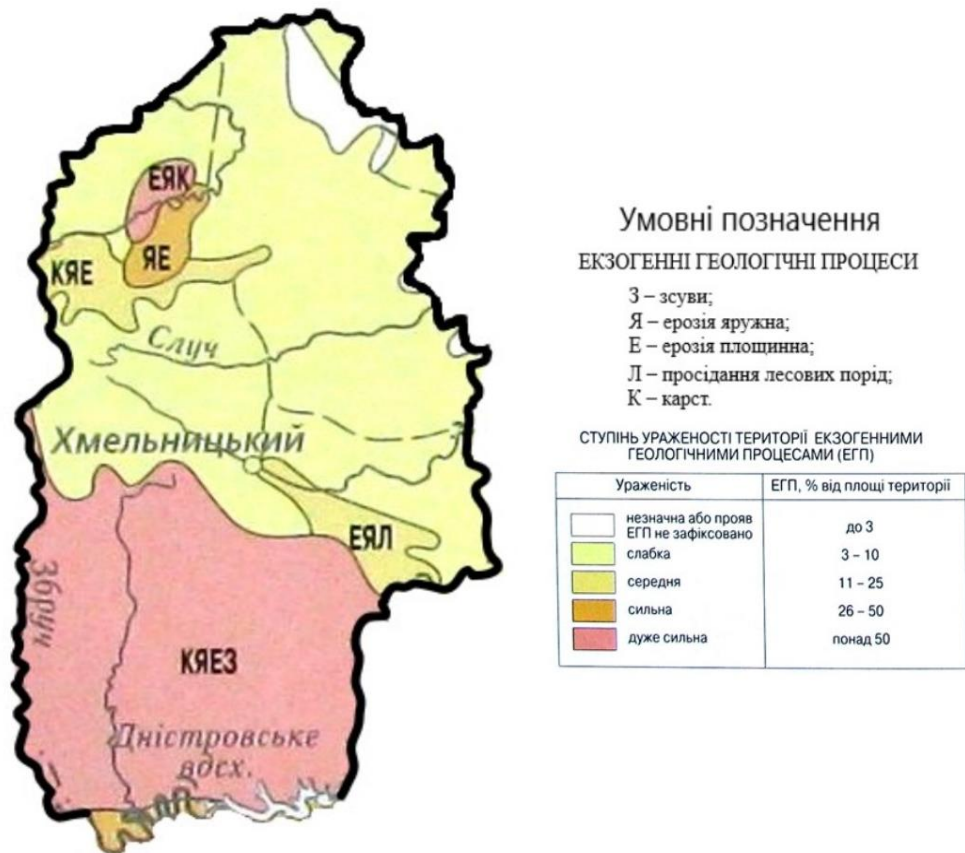
Розвитку ерозійних процесів сприяє неефективне використання ґрунтових ресурсів (інтенсивне розорювання схилів горбів, збільшення площі просапних культур, зменшення кількості і площі полезахисних лісосмуг, надмірне осушення і зрошення) і технологій обробітку ґрунту.

Поширення екзогенних геологічних процесів зображено на рис. 2.6 [157].

*Загальна характеристика флористичного різноманіття.* Як було визначено раніше, географічне положення і збільшення частки антропогенного впливу визначили біорізноманіття території з переважанням селітебно-промислових і аграрних ландшафтів в структурі регіону.

Зональна рослинність представлена в основному незначними площами широколистяних лісів і лучних степів. Діброви притаманні для територій річок Південний Буг і Дністер та їх приток. Соснові притаманні територіям борових терас річок. Луки поширені у всій території невеликими пасмами, лучні степи локалізовані переважно на схилових балках та річкових долинах,

нерозораних горбах і курганах. Фрагменти справжніх і чагарникових степів поширені в південній частині досліджуваного регіону.



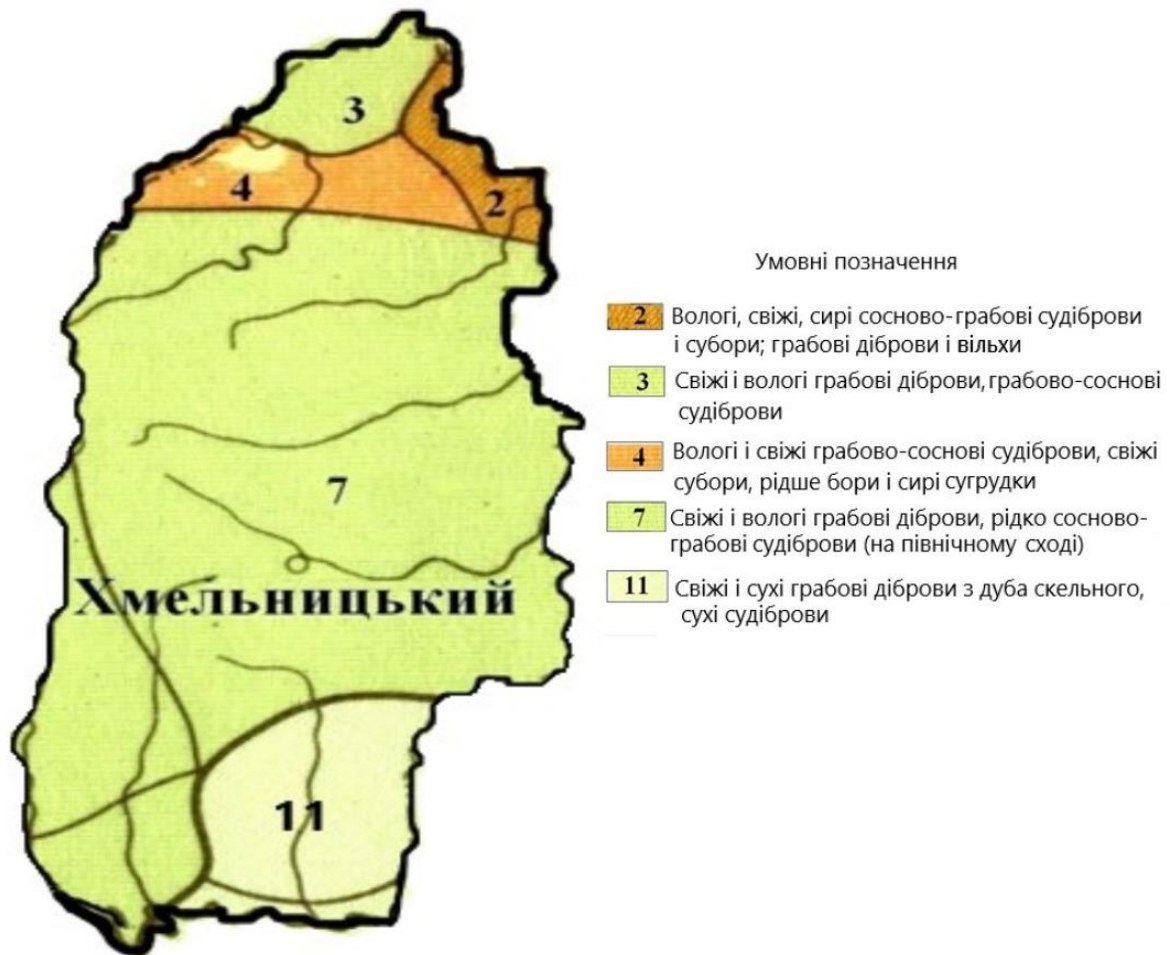
**Рис. 2.6. Екзогенні геологічні процеси Центрального Поділля (подано на основі Екологічного атласу України (2009) [102] із доповненням автора)**

Лісотипологічне районування території зображено на рисунку 2.7 [157].

У межах регіону було виявлено та ідентифіковано понад 1900 видів вищих і насінних судинних рослин, що належать до 685 родів, 143 родин, 5 відділів. Різноманіття сучасного рослинного покриву пов'язують із проникненням представників бореальної, неморальної, понтичної, середземноморської флор, формуванням ендеміків і реліктів. Трапляються види, які збереглися з дольдовикових і льодовикових епох [137; 157].

Типовими представниками бореальної флори регіону є сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), береза повисла (*Betula pendula* Roth.), жимолость пухната (*Lonicera xylosteum* L.), ялина європейська (*Picea abies* (L.) H.Karst.), верес

(*Calluna vulgaris* (L.) Hill.), крушина ламка (*Frangula alnus* Mill), брусниця (*Vaccinium vitis-idaea* L.), чорниця (*Vaccinium myrtillus* L.), веснівка дволиста (*Maianthemum bifolium* (L.) F.W.Schmidt), золотушник звичайний (*Solidago virgaurea* L.) тощо.



**Рис. 2.7. Лісотипологічне районування Центрального Поділля  
(подано на основі Екологічного атласу (2009) [102]  
із доповненням автора)**

Неморальними елементами природної флори регіону є граб звичайний (*Carpinus betulus* L.), клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), липа серцелиста (*Tilia cordata* Mill.), яблуня лісова (*Malus sylvestris* Mill.), груша звичайна (*Pyrus communis* L.), черешня (*Prunus avium* L.), ліщина (*Corylus avellana* L.), зірочник лісовий (*Stellaria holostea* L.). Серед неморальних видів переважають пан'європейські види, з включеннями центральноєвропейських

видів – підсніжник білосніжний (*Galanthus nivalis* L.), кадило сарматське (*Melittis sarmatica* Klokov), арум Бессера (*Arum besserianum* Schott) тощо.

Понтична флора представлена видами вишня степова (*Prunus fruticosa* Pall.), зіновать руська (*Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. Ex Woł.) Klásk), еспарцет піщаний (*Onobrychis arenaria* (Kit.) DC), ковила волосиста (*Stipa capillata* L.), осока низька (*Carex humilis* Leysser), тимофіївка степова (*Phleum phleoides* (L.) H.Karst), шавлія поникла (*Salvia nutans* L.), вівсюнець пустельний (*Helictotrichon desertorum* (Less.)Pilg), горицвіт весняний (*Adonis vernalis* L.) тощо.

Середземноморські елементи флори включають дерен справжній (*Cornusmas* L.), клокичка периста (*Staphylea pinnata* L.), калина цілолиста (*Viburnum lantana* L.), купина широколиста (*Polygonatum hirtum* ((BosceхPoir.) Pursh), осока парвська (*Carex brevicollis* (DC)), холодок тонколистий (*Asparagus tenuifolius* Lam.), скумпія звичайна (*Cotinus coggygria* Scop.), шоломниця висока (*Scutellariaaltissima* L.) тощо.

Характерним для території є поширення видів європейського, голарктичного, палеарктичного, понтичного, субтропічного, середземноморського, паннонського, південносибірського, центрально-євразійського, гірськоєвропейського, північно-балканського типів ареалів, а також групи широко розповсюджених та адвентивних рослин. Найпоширенішими є європейські та понтичні види.

Специфічні екологічні умови сприяли збереженню близько 100 видів реліктів і ендеміків. До них належать баранець звичайний (*Lycopodium selago* L.), верба чорнична (*Salix myrtilloides* L.), шавлія кременецька (*Salvia cremenecensis* Bess), цибуля ведмежа (*Allium ursinum* L.), чебрець подільський (*Thymus podolicum* L.), рокитничок подільський (*Chamaecytisus podolicus* (Błocki) Klask), сон великий (*Pulsatilla grandis* Wender), плющ звичайний (*Hedera helix* L.), тонконіг різнобарвний (*Poa versicolor* Besser), лунарія оживаюча (*Lunaria rediviva* L.) тощо [157].

У межах регіону дослідження поширені лісовий, лучний, болотний, степовий типи рослинності. Ліси займають близько 13,9% території. Основна частина лісових масивів зосереджена у її поліській частині, де вони займають близько 39,2% лісовкритої площі. У межах інших географічних районів площа під лісами приблизно становить: у Придністер'ї – 17%, Побужжі – 15%, північному Поділлі – 12% від загальної лісовкритої площі. Домінуючими типами лісу є свіжі грабові та ясенево-грабові діброви (88,5%) [158]. Поширення рослинності в межах Центрального Поділля зображено на рисунку у Додатку В [157].

## 2.2. Матеріали і методи дослідження

Для досягнення поставленої мети було сформовано схему досліджень відповідно до поставлених завдань. Графічна структура дослідження представлена на рисунку 2.8.

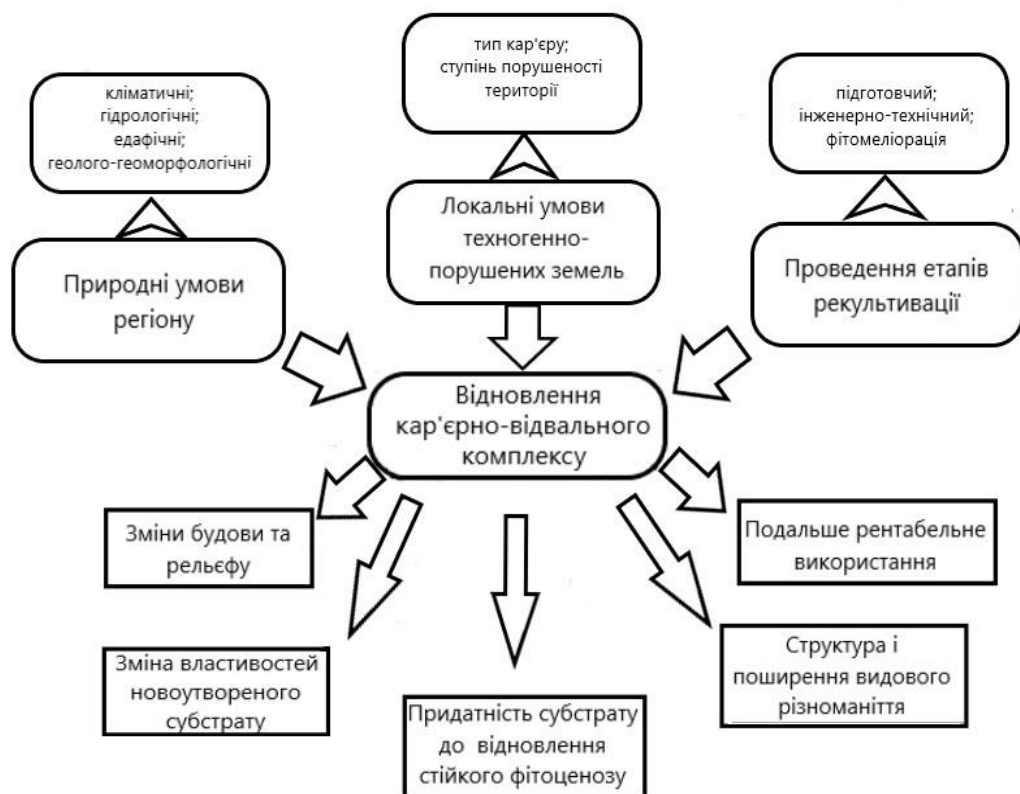


Рис. 2.8. Графічна структура дослідження

У межах дисертаційного дослідження, було проаналізовано основні чинники впливу на відновлення кар'єрно-відвального комплексу, сучасний стан, визначено ступінь антропогенної трансформації флори в умовах техногенно-порушених земель та особливості структури рослинних угруповань, охарактеризовано вплив потенційно-родючих порід на формування фітоценозів. Кар'єрно-відвальный комплекс було розглянуто як ймовірною структурною одиницею регіональної екологічної мережі.

Визначення водно-фізичних властивостей, фітотоксичності, елементного складу досліджуваних зразків проводились у трьохкратній повторюваності.

Водно-фізичні властивості субстрату девастованих земель досліджували відповідно до ДСТУ Б В.2.1-17:2009 і загальноприйнятих методик [101;185].

Зразки відбирались з території досліджень – Андрійковецького кар'єрно-відвального комплексу (кар'єр А) та Барсуківського кар'єрно-відвального комплексу (кар'єр Б). Як контрольний зразок було обрано пробу ґрунту біля непорушеної території як приклад еталонних природних показників водно-фізичних властивостей, характерних для ґрунтів зони Правобережного Лісостепу.

Зразки відбирали у 8 точках та перемішували для утворення об'єднаної проби. Із об'єднаної проби методом «квадрату» відбирали усереднену пробу: розміщену пробу на аркуші паперу ділили на умовні 4 частини. Протилежні частини об'єднували та проводили досліді, решту зберігали для подальших досліджень.

Для отримання однорідних зразків, відібрану усереднену пробу перед аналізом просіювали через сито з діаметром отворів 0,25 мм. Частилки, які залишились на ситі, розтирали ізнову просіювали. Просіювання через ґрунтові сита проводять з закритою кришкою і відкривали її не раніше, ніж через 3 хв після закінчення просіювання для осідання дрібних часточок (пилу).



Для визначення впливу сапоніту на водно-фізичні властивості піщаних субстратів використовували сапоніт із Ташківського родовища фракцією 0,1 мм.

Вплив сапоніту на водно-фізичні властивості вивчали шляхом послідовного перемішування піщаних субстратів із різними кількостями сапонітової глини (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

**Дози сапонітової глини у дослідному субстраті**

Субстрат, %	Сапонітова глина, %
90	10
80	20
70	30
60	40
50	50

У зразках природного ґрунту, суміші піщаного субстрату із різними дозами сапонітової глини визначались такі водно-фізичні параметри, як капілярна вологоємність; повна вологоємність; вміст гігроскопічної води; вологість на межі розкочування; водопідіймальна здатність.

Для розрахунку значення гігроскопічної вологоємності використовувалась формула 2.1:

$$H_2O_{\text{гир}} = \frac{m_1 - m_2}{g}, \quad (2.1)$$

де,  $m_1$  – маса бюксу та ґрунтової наважки до висушування, г;

$m_2$  – маса бюксу та ґрунтової наважки після висушування, г;

$g$  – маса проби після висушування, г.

Коефіцієнт перерахунку на сухий ґрунт обчислювали за формулою 2.2:

$$K = \frac{100 + H_2O_{\text{гир}}}{100}, \quad (2.2)$$

Значення капілярної вологоємності розраховували за формулою 2.3:

$$A = \frac{100(c - b) \cdot K}{b - a}, \quad (2.3)$$

де, а – пустий циліндр, г;

б – циліндр з наважкою, г;

с – циліндр з наважкою після водонасичення, г;

К – коефіцієнт перерахунку.

Значення повної вологості розраховували за формулою 2.4:

$$ПВ = \frac{a-b}{b} \cdot 100 \quad (2.4)$$

де, а – маса ґрунту після насичення водою, г;

б – маса сухого ґрунту в циліндрі, г.

Розрахунок вологості на межі розкочування проводили за формулою 2.5:

$$W = \frac{m_1 - m_0}{m_0 - m} \cdot 100 \quad (2.5)$$

де,  $m_0$  – маса висушеної наважки разом з бюксом, г;

$m_1$  – маса вологої наважки разом з бюксом, г;

$m$  – маса порожнього бюксу разом з кришечкою, г.

Чим важчі ґрунти і менш структурні, тим більша потенційна висота підняття води по капілярах, а швидкість підйому – менша.

Капілярні сили починають проявлятися в порах діаметром 8 мм, але особливо виражено – у порах діаметром від 0,1 мм до 0,003 мм. Висоту капілярного підняття води вимірюють через певні проміжки часу і результати записують.

Вплив сапоніту (як меліоранту) на формування рослинного покриву вивчали безпосередньо на території піщаного кар'єру (*in situ*).

За польових досліджень встановлено, що сапоніт як меліорант зазвичай застосовують у нормах внесення 1–3 т/га в комплексі з іншими допоміжними матеріалами та меліорантами залежно від мети і бажаного результату від використання [142; 212].

Найбільший ефект досягається за внесення сапоніту на фоні мінеральних добрив у неудообрений ґрунт у дозах від 0,5% до 0,65% від маси ґрунту, що становить від 15 т/га до 20 т/га. Врожай кукурудзи на силос, вівса, пшениці озимої підвищувався до 45% і більше. При цьому вплив сапоніту зберігається на п'ятий рік, після внесення його в ґрунт, в той час, як внесення такої ж норми гною зберігає свою дію всього один сезон [211].

На визначених ділянках сапоніт вносили в дозуванні 5 т/га (0,5 кг/м<sup>2</sup>).

Біотестування ґрунтів проводили відповідно до загальноприйнятих методик [63]. Проби субстратів відбирали на глибині до 10 см.

Біотестування ґрунтів та піщано-сапонітових сумішей проводили на схожість насіння крес-салату, яке відрізняється швидким ростом, холодостійкістю і майже стовідсотковим проростанням. Цей тест-об'єкт також є чутливим до забруднення свинцем. Дослід проводили за двома паралельними зразками, на поверхню укладались по 100 насінин крес-салату, присипались та зволожувались однаковою кількістю води.

Відсоток інгібування відгуку рослин обчислювали за формулою 2.6:

$$I = 100 \% - \left( \frac{K_1 \cdot 100 \%}{K_2} \right) \quad (2.6)$$

де, I – відсоток інгібування тест-відгуку рослин, %;

K<sub>1</sub> – середнє значення тест-відгуку рослин у досліді;

K<sub>2</sub> – середнє значення відгуку рослин у контролі.

Індекс токсичності зонального ґрунту та піщано-сапонітових сумішей для кожної тест-функції розраховували за формулою 2.7:

$$ІТФ = \frac{TФ_0}{TФ_к} \quad (2.7)$$

де, TФ<sub>0</sub> – значення реєструємого тест-відгуку в досліді;

TФ<sub>к</sub> – значення реєструємого тест-відгуку в контролі.

Величина ІТФ змінюється від 0 до М, де М – будь-яка позитивна величина.

Середнє значення індексу токсичності ґрунту та піщано-сапонітових сумішей для кожного зразка розраховували за формулою 2.8:

$$IT\Phi_{\text{сер}} = \frac{IT\Phi_1 + IT\Phi_2 + IT\Phi_n}{n} \quad (2.8)$$

де,  $IT\Phi_1$ ,  $IT\Phi_2$ ,  $IT\Phi_n$  – індекси токсичності, розраховані для кожної тест-функції;

$n$  – кількість тест-відгуків, задіяних в експерименті для конкретного пункту.

Токсичність ґрунту визначали за шкалою токсичності ґрунтів Кабірова [114]. Шкала наведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

**Нормування фітотоксичності ґрунту за ІТФ (за Р.Р. Кабіровим)**

Клас токсичності	Величина ІТФ	Пояснення
VI	>1,1	Чинник має стимулюючий вплив на тест-об'єкти. Величина тест-функції перевищує контрольні
V	0,91-1,1	Чинник не має суттєвого впливу на розвиток тест-об'єкту. Величина тест-функції знаходиться на рівні контролю
IV	0,71-0,9	Різний ступінь зниження величини тест-функції в досліді
III	0,5-0,7	
II	<0,5	
I	Середовище непридатне	Загибель тест-об'єкту

Спектрометричний аналіз зразків ґрунту та піщано-сапонітових субстратів для якісного визначення вмісту речовин проводили за допомогою ІЧ-спектрофотометра Фур'є. Перевагами використання спектрометра є розширювальна здатність; висока точність визначення частот; широка область реєстрації спектру; малий час на реєстрацію спектру; можливість реєстрації слабких сигналів; відсутність розсіяного світла; наявність вбудованої електронно-обчислювальної машини [39].

Для проведення досліджень застосовували два методи підготовки проб: твердий (з використанням KBr) та рідкий (грунтовий розчин).

Попередньо, порошок KBr висушували впродовж 1 год при  $t$  від  $150^{\circ}\text{C}$  до  $200^{\circ}\text{C}$ . Маса KBr дорівнює 0,08 г, визначуваної речовини 0,02 г, загальна маса таблетки становить 0,1 г. При формуванні таблетки з піщано-сапонітової суміші (в визначеному співвідношенні 70:30), маса піску становила 0,014 г, а маса сапоніту – 0,006 г. Підготовлену суміш вносили у прес-форму (рівномірно розподіливши в кюветі) і пресували під тиском 6 атм. впродовж 5 хв. Перевагами цього методу є відсутність більшості смуг поглинання; можливість контролю за концентрацією зразку; зручність у збереженні зразків.

Підготовка ґрунтового розчину проводилась з наважки зразку масою 10 г, яку ретельно перемішували протягом 3 хв із 50 мл дистильованої води. Після цього суспензію фільтрували за допомогою фільтрувального паперу та відбирали для подальшого аналізу. Для забезпечення однакової товщини зразків слід виключати утворення повітряних бульбашок між пластинами. Спектри, отримані таким чином не є придатними для визначення вмісту речовин, оскільки товщина поглинаючого шару невідома.

Для аналізу території на наявність необхідних елементів у субстраті було проведено агрохімічні дослідження на базі акредитованої лабораторії Хмельницької філії Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України».

Було здійснено такі дослідження елементного складу субстратів та ґрунтових проб, як визначення активної кислотності і гідролітичної кислотності (ДСТУ 7862:2015 та ДСТУ 7537:2014 відповідно); визначення суми ввібраних основ (іонів кальцію та магнію) у водній витяжці (ДСТУ 7945:2015); визначення вмісту гумусу методом Тюріна (ДСТУ 7828:2015); вмісту елементів живлення: N (ДСТУ 4729:2007), P і K методом Чирікова (ДСТУ 4115-2002) [91–92; 97–100].

На ріст і розвиток рослинного покриву може впливати такий лімітуючий чинник, як вміст у субстраті важких металів. Тому нами було

визначено вміст таких важких металів як Cd (ДСТУ 4770.3:2007), Pb (ДСТУ 4770.9:2007), Cu (ДСТУ 4770.6:2007), Zn (ДСТУ 4770.2:2007) [93–96].

Для проведення агрохімічних досліджень було відібрано зразки методом об'єднаної проби з 3 місцевостей: зразок № 1 – зразок відібраної проби ґрунту сільськогосподарських угідь, які оточують всебічно територію кар'єрно-відвального комплексу, на яких вирощують соняшник і кукурудзу; зразок № 2 – зразок відібраної проби ґрунту, неподалік сільськогосподарських угідь як зразок еталонного непорушеного зонального ґрунту; зразок № 3 – зразок субстрату безпосередньо з ділянки піщаного кар'єрно-відвального комплексу, на якій не відбулось заселення видів.

Рельєф в умовах Андрійковецького кар'єрно-відвального комплексу досліджувався за допомогою засобів дистанційного зондування Землі (аерофотозйомка безпілотними апаратами та аналіз даних із штучних супутників Землі).

Методи дистанційного зондування мають такі переваги, як висока оглядовість; можливість одночасного одержання інформації про великі території; можливість переходу від дискретної картини значень показників стану навколишнього середовища в окремих пунктах території до безперервної картини просторового розподілу показників; можливість одержання інформації у важкодоступних районах; високий ступінь генералізації інформації [226].

Матеріали аерокосмічних зйомок надають інформацію про особливості будови і динаміки гірничо-промислових ландшафтів та можуть використовуватись для моніторингу відпрацьованих територій, визначення ефективності проведення етапів рекультиваційних робіт, поширення небезпечних явищ тощо.

За допомогою супутникових даних можна розрахувати NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – нормалізований індекс рослинності, один з самих розповсюджених та поширених індексів для вирішення задач, що використовують кількісну оцінку рослинного покриву.

NDVI заснований на вимірах випромінювання в яскраво-червоному ( $I_R$ , 660 нм) і інфрачервоному ( $I_{FR}$ , 730 нм) діапазонах спектру, що відображено у формулі 2.9:

$$NDVI = \frac{I_{FR} - I_R}{I_{FR} + I_R}, (2.9)$$

Чим вища щільність ґрунту покрита фотосинтетично-активними структурами, тим більше знижується відображення хвиль яскраво-червоної частини спектру і збільшується відображення в темно-червоній частині. Маючи такі дані, можна завчасно оцінити потенційний врожай на великих площах та встановити зміни в землекористуванні і природній рослинності.

За допомогою цього показника, ми проаналізували особливості формування і поширення різних типів рослинності в межах кар'єрно-відвального комплексу в період активної вегетації. Систематизація та аналіз даних NDVI здійснювали на базі системи Crop monitoring (EOS) [11].

Дослідження видового складу і структури рослинності гірничо-промислових ландшафтів включало польові дослідження в межах Андрійковецького піщаного кар'єрно-відвального комплексу, які проводили в період 2019–2022 рр. Ідентифікація видів проводилась у камеральних умовах за зібраними гербарними зразками, назви наведені відповідно до International plant name index та системи S.L. Mosyakin, M.M. Fedoronchuk [21; 32; 81].

Таксономічна структура флори виділена за системою А.Л. Тахтаджяна [209]. Оцінка екологічних груп рослин проводилась за шкалою Елленберга(1974) [10]. Життєві форми виділено за класифікаціями І.Г. Серебрякова (1964), К. Раункієра (1934), В.М. Голубєва (1965), А.Л. Бельгарда (1950); ценоморфи виділено за А.Л. Бельгардом (1980) [77; 79; 88; 208].

Хорологічний аспект флори виділено за даними літературних джерел (Флори УРСР (1939–1962)); дані про походження синантропних видів зазначено за В.В. Протопоповою та ін. (2002) [190; 217].

Оскільки для досліджуваного кар'єру характерним є процес синантропізації, було охарактеризовано апофітні та адвентивні види і здійснено їх кількісний аналіз для оцінки ступеня антропогенної трансформації флори за методиками J. Kornas (1968), В. Jaskowiak (1990), В.В. Протопопової (1991), враховуючи такі показники, як час занесення й ступінь натуралізації аллохтонної фракції [22; 25; 189].

Ступінь синантропізації визначено за формулою 2.10:

$$IS = \frac{S}{F} \times 100 \% \quad (2.10)$$

де, S – кількість синантропних видів;

F – загальна кількість ідентифікованих видів.

На основі опрацьованих інформаційних джерел виділено потенційні відновлювальні території регіональної екомережі Центрального Поділля, які знаходяться в межах Бужоцько-Бузько-Вовксько-Смотрицького екокоридору та зображено за допомогою графічних програм Adobe Illustrator та SketchBook. На основі проведених досліджень, було проведено типологічне ранжування та сформовано характеристику Андрійковецького кар'єрно-відвального комплексу як відновлювальної території регіональної екомережі Центрального Поділля в межах Бужоцько-Бузько-Вовксько-Смотрицького екокоридору [157; 158].

Створення ландшафтних карт для визначення динаміки зміни рослинності відбувалось за загальноприйнятими методиками [82]. Опис рослинності та виділення домінантних видів на пробних ділянках (розмір 10 м × 10 м) проводили за методикою Браун-Бланке, сукцесійний ряд побудований за загальноприйнятими методами. Шкала за Браун-Бланке містить наступні позиції: r – вид надзвичайно рідкісний, покриття незначне; + – вид рідкісний і має мале проєктне покриття; 1 – особин виду багато, але покриття невелике або особини розріджені, але покриття велике; 2 – число особин велике, проєктне покриття досягає показника 5–25%; 3 – число особин виду будь-яке, проєктне покриття 25–50%; 4 – число особин виду



будь-яке, проєктне покриття 50–75%; 5 – число особин виду будь-яке, проєктне покриття понад 75% [147].

Облік усіх отриманих даних, розрахунки та статистичні дані опрацьовувались за допомогою пакету програм Microsoft (Word, Excell, Access).

## Висновки до розділу 2

Територія дослідження розташована в регіоні із сприятливими агрокліматичними умовами. Згідно з фізико-географічного районування, Центральне Поділля розташоване в межах лісостепової зони – Західноукраїнської лісостепової провінції. Згідно з фізико-географічного районування України (Маринич, Шишченко, 2005) Західноукраїнська лісостепова провінція (край) збігається із зоною широколистяних лісів, тож приналежність цієї території до території лісостепу за рядом ознак є несправедливою.

Рельєф регіону дуже розвинутий, розчленований, із значним різноманіттям властивостей природних компонентів ландшафтів, за геоморфологічним районуванням (за О.М. Мариничем, П.Г. Шишченко, 2005) відноситься до Східноєвропейської полігенної рівнини.

Регіональні особливості кліматичних умов зумовлені географічним положенням, за термічним режимом і режимом зволоження, клімат помірно-континентальний, з м'якою зимою та теплим вологим літом. Згідно з флористичного районування (за Т.Л. Андрієнко та ін., 1985), територія дослідження розташована в межах Європейсько-сибірської лісостепової області Східноєвропейської провінції Подільсько-Середньопридніпровській підпровінції і характеризується від'ємним балансом вологи і меншою кількістю опадів (від 550 мм у рік на заході і 450 мм на сході).

Згідно з геоботанічного районування (за Я.П. Дідухом та Ю.Р. Шеляг-Сосонко, 2003), територія дослідження локалізована в межах Східноєвропейської лісостепової провінції дубових лісів, остепнених луків та

лучних степів, Української лісостепової підпровінції Північноподільського округу грабово-дубових, дубових лісів, остепнених луків та лучних степів.

За агрогрунтовим районуванням (Н.М. Бреус, М.І. Полупан, 1989), територія дослідження знаходиться в Суббореальному ґрунтово-географічному поясі, в Центральній Лісостеповій та Степовій ґрунтово-біокліматичній області, в ґрунтово-кліматичній зоні Лісостепу, в межах Західнолісостепової і Центральнолісостепової підвищеної провінції.

У межах регіону дослідження спостерігається складне мозаїчне поширення ґрунтового покриву, оскільки формування генетичних груп ґрунтів та їх розповсюдження пов'язане з кліматичними умовами, нерівномірним рослинним покривом, господарською діяльністю людини, а найбільшу роль в процесі ґрунтоутворення відіграють дуже розчленований рельєф та ґрунтоутворні породи. Ґрунтовий покрив сприятливий для вирощування сільськогосподарських культур лісостепової зони, проте розораність регіону значна і сягає 62,8%. Площа агроландшафтів становить 4639,1 га, значної шкоди яким завдає водна і вітрова ерозія.

Зональна рослинність представлена в основному незначними площами широколистяних лісів та лучних степів. Різноманіття сучасного рослинного покриву пов'язують із проникненням представників бореальної, неморальної, понтичної, середземноморської флор, формуванням ендеміків і реліктів. У межах регіону дослідження найбільш поширені лісовий, лучний, болотний, степовий типи рослинності.

Під час дослідження, було застосовано різноманітні методи дослідження, серед яких загальнонаукові (аналіз, синтез), лабораторні, камеральні, статистичні, фізіологічні, польові.

## РОЗДІЛ 3

### АНАЛІЗ І ДИНАМІКА ФОРМУВАННЯ ФІТОЦЕНОТИЧНОГО ПОКРИВУ ДЕВАСТОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

#### **3.1. Основні чинники формування рослинності в межах регіону дослідження**

Значну шкоду ґрунтам Правобережного Лісостепу завдає гірничодобувна промисловість. Зокрема, на території Поділля локалізовано понад 1800 кар'єрів і місць розробок корисних копалин. Особливу небезпеку створює розробка корисних копалин у межах Товтрового кряжу. Щороку під розширення старих та створення нових кар'єрів виділяється до 1 тис. га земель.

Загальна площа порушених видобувною діяльністю земель становить понад 65 тис. га, з них 25 тис. га займають хвостосховища, відвали породи, власне кар'єри. При розробці торфу порушується 26 тис. га продуктивних земель, значна частина земель заболочується у заплавах річок. Площа земель, де щорічно відбувається знищення ґрунтового покриву, становить до 4,5 тис. га.

Одним із найпоширеніших способів видобування корисних копалин є відкрите видобування піску у сухих кар'єрах. Згідно з статистичними даними, в Україні значна частка освоєння корисних копалин у відкритий спосіб припадає на видобування піску у сухих кар'єрах, яких станом на 2021 р. налічувалося 652 родовища, з них 240 родовищ у розробці і 412 родовищ, що не розробляються [85; 148].

Стан видобування піску в досліджуваному регіоні (станом на 2021 р.) наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

**Стан видобування піску в межах Поділля**

№	Область	Кількість родовищ /з них не розробляється	Балансовий запас, тис м <sup>3</sup>
1	Східне Поділля (Вінницька область)	41/30	43811,9
2	Центральне Поділля (Хмельницька область)	38/23	75759,8
3	Західне Поділля (Тернопільська область)	47/18	63881,1

Згідно з отриманих даних, Центральне Поділля займає третє місце в межах Поділля (шосте в Україні) за кількістю родовищ з видобування піску. За балансовим запасом Центральне Поділля займає перше місце, маючи 15 кар'єрів у розробці. Тому актуальними завданнями наукових досліджень у регіоні є дослідження відновлення піщаних кар'єрів та виявлення нових цінних перспективних територій для подальшого збереження і охорони природи.

Внаслідок розробки піску, на поверхні кар'єрів залишається малопродуктивний шар оголеного субстрату, який не має достатньої кількості необхідних сполук і елементів, зокрема характерна відсутність гумусових сполук і поживних елементів, низькі водно-фізичні властивості та порушена незв'язана структура, що може перешкоджати процесам самовідновлення і формуванню стійких рослинних угруповань, а також сприяє зменшенню цінності ландшафту та його біорізноманіття.

Окрім того, від структури залежить повітряний, продуктивний, екологічний режими і загалом продуктивність, оскільки саме структура є важливим показником, що характеризує фізичні властивості субстрату або ґрунту. В таких умовах активно поширюються види сегетальної і рудеральної рослинності, які різко відрізняються від природних компонентів флори регіону.

Гірничо-ландшафтні комплекси, які залишаються після видобування корисних копалин, за проведення належних заходів із ренатуралізації,

можуть стати цінними осередками біорізноманіття та увійти в потенційний резерв територій, які забезпечать просторову цілісність й розширення екологічної мережі.

Зміна структури ґрунту (піщаного субстрату) досягається шляхом раціонального використання потенціалу культурних рослин. Провідну роль відіграють кореневі системи трав'янистих рослин, оскільки корені розділяють ґрунтову масу в певних частинах покриву, стискають її, локально висушують і виділяють у місцях контакту з ґрунтовою масою необхідні органічні речовини. Створення насаджень різного цільового призначення є найбільш оптимальним і ощадливим заходом із відновлення цього типу кар'єрів, при цьому фітомеліоративні роботи орієнтовані на сприяння природному відновленню деградованих територій.

Тому основою для відновлення стану порушених видобуванням піску земель є якісне проведення етапів технічної і біологічної рекультивації та повернення земель у збалансоване природокористування й використання їх як структурних елементів регіональної екомережі як відновлювальних територій.

Андрійковецький піщаний кар'єр розташований поблизу села Андрійківці Розсошанської сільської територіальної громади Хмельницького району Хмельницької області (географічні координати 49°18'21.1"N 26°48'10.7"E) у межах Центрального Поділля в умовах Правобережного Лісостепу України. Розробка кар'єру тривала з 2006 р. по 2015 р. з метою видобування сировини для благоустрою, рекультивації і планування (для покриття доріг).

Кар'єр розташований посеред сільськогосподарських угідь, де вирощують кукурудзу та соняшник.

Динаміку зміни площі кар'єру відображено на рисунку 3.1 та представлено за результатами обробки інформації системи Crop monitoring за період до початку інтенсивного видобування породи (1988 р.); під час видобування (2006 р.); після завершення видобування (станом на 2021 р.).

Отримані дані досліджень водно-фізичних властивостей піщаного субстрату непрацюючого Андрійковецького піщаного кар'єру (кар'єр А) порівнювали із властивостями субстрату Барсуківського кар'єру (кар'єр Б), який знаходиться в експлуатації (Додаток Г).



**Рис. 3.1. Зміна площі піщаного кар'єру залежно від етапу розробки**

Барсуківський кар'єр знаходиться поблизу с. Борсуки, Новоушицької територіальної громади Кам'янець-Подільського району Хмельницької області в межах Центрального Поділля. Площа родовища – 5,04 га. Родовище експлуатується з 2009 р. (згідно з документації [206], завершення видобування планується у жовтні 2029 р.). Видобувають сировину для дорожнього будівництва, будівельних розчинів.

Формування та поширення фітоценозів у межах місць видобування корисних копалин залежить від геологічних, орографічних, гідрологічних, метеорологічних та едафічних умов новоутвореного антропогенного ландшафту.

Серед основних чинників, комплексна дія яких впливає на формування рослинності, є:

- *Склад ґрунтоутворюючих порід.* Територія дослідження локалізована в межах Волино-Подільської плити. В геологічній будові родовища беруть участь морські відклади сарматського ярусу – середнього геологічного ярусу верхнього міоцену неогенового періоду. Породи формують піски і глини, з рідкісним прошарком вапняків та піщаників.

Первинне заселення рослин прямо залежить від механічних та фізичних властивостей поверхневого шару порід, експозиції відвалів, тобто від основних едафічних умов, що визначають закріплення і проростання насіння.

Фізико-механічні властивості піщаного субстрату досліджуваних кар'єрів наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

### Фізико-механічні властивості піску в досліджуваному субстраті

Показник	Одиниця виміру	Показники			
		Андрійковецький кар'єр		Барсуківський кар'єр	
		від	до	від	до
Щільність насипна	г/см <sup>3</sup>	1,30	1,41	1,30	1,38
Щільність дійсна	г/см <sup>3</sup>	2,63	2,64	2,4	2,5
Модуль крупності	-	0,54	0,99	1,66	2,24
Вміст глини, мулу, пилу	%	2,40	19,90	1,00	6,8

За фізико-механічними властивостями піску, субстрат Андрійковецького піщаного кар'єру характеризується більш щільною структурою та наявністю більшої частки тонко дисперсної фракції глини, пилу та мулу. В той час субстрат Барсуківського піщаного кар'єру має вищий показник модулю крупності (даний показник можна оцінити як візуально, оскільки при порівнянні забраних зразків субстрати відрізнялись часткою крупних зерен піску, так і при просіюванні).

За різновидом гірських порід, покрівля Андрійковецького кар'єру складається із суглинку, продуктивна частина із тонкозернистого піску, а підшва – з глини; покрівля Барсуківського кар'єру – суглинок, продуктивна частина – пісок.

Мінеральний склад піску з Андрійковецького кар'єру включає кварц (вміст < 78%), калієвий польовий шпат (вміст < 17%), глауконіт (вміст < 2%). Мінеральний склад піску з Барсуківського кар'єру включає кварц (вміст від

94% до 96%), халцедон (вміст від 2,61% до 4%) та інші мінерали: турмалін, гранат, ільменіт, лейкоксен, рутил (вміст до 4%).

Хімічний склад піщаного субстрату кар'єрів наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

**Вміст хімічних сполук у досліджуваному субстраті**

Андрійковецький кар'єр			Барсуківський кар'єр		
Назва окислів, сполук	Вміст, %		Назва окислів, сполук	Вміст, %	
	від	до		від	до
SiO <sub>2</sub>	81,99	86,03	SiO <sub>2</sub>	85,80	89,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,94	5,25	SO <sub>3</sub>	0,38	0,5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,73	1,21	K <sub>2</sub> O	0,15	0,25
TiO <sub>2</sub>	0,11	0,27	Na <sub>2</sub> O	0,01	0,01
CaO	3,3	4,05	В.п.п.	13,66	10,24
MgO	0,3	1,01			
SO <sub>3</sub>	0,01	0,01			
K <sub>2</sub> O	1,25	1,5			
Na <sub>2</sub> O	0,79	0,82			
В.п.п.	2,9	4,10			

Згідно з хімічного складу, субстрати кар'єрів мають значні відмінності. Так, у складі субстрату Андрійковецького і Барсуківського піщаних кар'єрів частка SiO<sub>2</sub> переважає над іншими сполуками, що є закономірним; спільними сполуками в складі є SO<sub>3</sub> (частка якого більша в субстраті Барсуківського кар'єру), K<sub>2</sub>O та Na<sub>2</sub>O (частка яких більша в субстраті Андрійковецького кар'єру, що пояснюється мінеральним складом субстрату). Окрім зазначених сполук, в субстраті Андрійковецького піщаного кар'єру присутні Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (глинозем) та CaO (негашене вапно) з вмістом понад 3%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> з вмістом понад 1%; TiO<sub>2</sub> та MgO з вмістом до 1%.

- *Кліматичні умови.* В межах кар'єру кліматичні умови є достатньо сприятливими для росту та розвитку рослин. За період з 2018 р. по 2022 р., середні температури січня становили від -0,9°C до -5,5°C, середні температури липня – від 17,7°C до 21,5°C. Середньорічна температура повітря знаходилась в межах від 8°C до 9°C, що пояснюється відсутністю критичних показників: мінімальна температура становила -17°C,



максимальна 34°C. Середньорічний показник вологості знаходився у межах від 73,2% до 76,9%.

Показник фотонного іонізуючого випромінення не виходив за межі референтних значень: середнє значення фотонного іонізуючого випромінення 0,18 мкЗв/год, на вершинах відвалів порід цей показник становить 0,21 мкЗв/год.

- *Елементний склад.* Ріст і розвиток рослинності на території кар'єру залежить від вмісту поживних речовин. Їх загальний вміст свідчить про відповідний показник потенційної родючості. В умовах дефіциту та нестачі елементів живлення, нормальне функціонування організмів є неможливим, оскільки вони беруть участь у таких важливих процесах як ріст вегетативної маси, утворення органічних сполук, фотосинтез, ріст кореневої системи, регуляція водного балансу, транспорт речовин, стійкість до хвороб і шкідників тощо. Вміст органічної речовини в ґрунті має дуже важливий вплив на фізичні, хімічні та біологічні властивості ґрунту, особливо комплекс основних мікроелементів – NPK.

Результати досліджень основних агрохімічних показників піщаного субстрату та контрольних зразків (із непорушених ґрунтів та сільськогосподарських земель) наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

#### Результати агрохімічного дослідження

№ зразка	Кислотність, ммоль/100 г		Сума ввібраних основ (Ca+Mg), мг-екв/100 г ґрунту	Гумус, %	Вміст елементів живлення, мг/кг ґрунту		
	Hr	pH			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	0,91	6,7	32,4	2,68	114,8	90	227
2	4,92	5,0	16,4	1,88	95,2	138	198
3	0,43	7,1	45,0	0,3	28,0	135	270

Зразок № 1 – зразок відібраної проби ґрунту сільськогосподарських угідь, які оточують всебічно територію кар'єру. Вирощують переважно соняшник і кукурудзу. За реакцією ґрунтового середовища, досліджений

грунт – слабо кислий, практично нейтральний. Відзначається, що найвища продуктивність сільськогосподарських культур досягається саме за нейтральної та слабо кислої реакції ґрунту. Сума ввібраних основ дуже висока. Вміст гумусу середній. Забезпеченість N низька. Вміст рухомих сполук P середній. Вміст рухомих сполук K дуже високий.

Зразок № 2 – зразок відібраної проби ґрунту, відібрана неподалік сільськогосподарських угідь як зразок характерного непорушеного природного ґрунту. За реакцією ґрунтового середовища, досліджений ґрунт – середньокислий. Сума ввібраних основ підвищена. Вміст гумусу низький. Забезпеченість N низька. Вміст рухомих сполук P підвищений. Вміст рухомих сполук K дуже високий. Забір досліджуваного зразку відбирали до внесення додаткових добрив (перед засівом поля сільськогосподарськими культурами)

Зразок № 3 – зразок субстрату безпосередньо з піщаного кар'єру. За реакцією ґрунтового середовища, досліджений ґрунт – слаболужний. Сума ввібраних основ дуже висока, що може призводити до витіснення з вбирного комплексу H, Na та Al, у результаті чого реакція ґрунтового середовища наближається до нейтральної. Вміст гумусу дуже низький, що є закономірним для піщаного субстрату. Забезпеченість N дуже низька. Вміст рухомих сполук P підвищений. Вміст рухомих сполук K дуже високий.

Такий незвично-підвищений вміст рухомих сполук P та K має декілька причин і пов'язаний з мінералогічним складом піску, материнською породою (основною ґрунтоутворюючою породою в регіоні є лес); життєдіяльністю виду *Arus arus*, який локалізується в скелеподібному уступі; нерівномірним виходом на поверхню тонкого шару лесоподібних порід (сірувато-жовтого або оранжевого суглинку).

Уступ з місцем гніздування виду *Arus arus* та місце виходу суглинку зображено на рисунку 3.2.



**Рис. 3.2.** Уступ з гніздами виду *Apus apus* та прошарками суглинку

Як зазначено в огляді літератури, лімітуючим чинником формування стійких фітоценозів є вміст в субстраті важких металів, які здійснюють негативний вплив на ріст та розвиток рослин. Результати визначення вмісту важких металів у субстраті досліджуваного кар'єру наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

#### Вміст важких металів у зразках

№ зразка	Рівень забруднення важкими металами, мг/кг			
	Cu	Zn	Cd	Pb
1	0,16	0,34	0,08	0,91
2	0,28	0,39	0,06	0,96
3	1,37	0,70	0,28	0,45
ГДК, мг/кг	3,00	23,00	0,70	6,00

Зразок № 1 – зразок відібраної проби ґрунту сільськогосподарських угідь, які оточують всебічно територію кар'єру. Перевищень ГДК по жодному з представлених елементів не виявлено;

Зразок № 2 – зразок відібраної проби ґрунту, відібрана неподалік сільськогосподарських угідь як зразок характерного непорушеного

природного ґрунту. Перевищень ГДК по жодному з представлених елементів не виявлено;

Зразок № 3 – зразок субстрату безпосередньо з піщаного кар'єру. Перевищень ГДК по жодному з представлених елементів не виявлено. Спостерігається вдвічі вищий рівень вмісту Zn, практично в чотири рази більший показник Cd та в 4–8 разів вищий показник вмісту Cu, в порівнянні зі зразками №1 та №2. При цьому показник вмісту Pb вдвічі менший, ніж показники вмісту даного металу в зразках №1 та №2.

- *Господарська діяльність та новоутворені едафічні умови.* Як наслідок діяльності людини, після завершення видобування піску на Андрійковецькому піщаному кар'єрі, ми фіксуємо особливості, які притаманні «місячному ландшафту».

Ортофотоплан досліджуваного Андрійковецького піщаного кар'єру зображено на рисунку 3.3.



**Рис. 3.3. Ортофотоплан досліджуваного кар'єру**

Територія характеризується наявністю відвалів породи, нерівностей поверхні з невластивими для природних територій різкими перепадами висот до 20 м (найглибша точка розташована у північно-східній частині кар'єру та

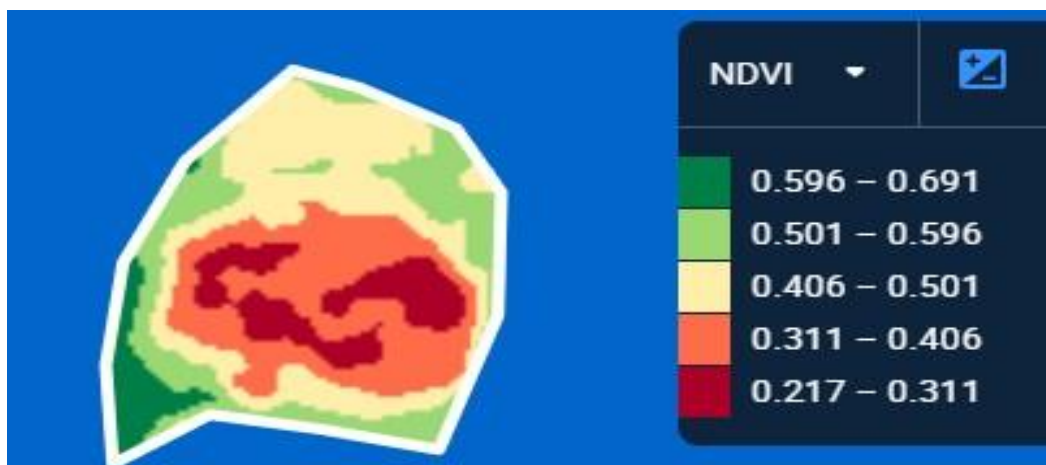
становить 328 м над рівнем моря, найвища точка – 340 м над рівнем моря) та крутими схилами (в північній і західній частині від 70° до 80°, більш пологі в південній – до 40°), які легко піддаються процесам водної та вітрової ерозії.

Відповідно до отриманих результатів, жоден із заявлених важких металів не перевищує гранично-допустимі концентрації, а отже можна виключити цей лімітуючий чинник, як такий, що здійснює вплив на формування фітоценозів.

Сформований техногенний акумулятивний рельєф, як результат тривалого видобутку піску та відсутності проведення належних гірничотехнічних етапів рекультивації, на рівні низької забезпеченості піщаного субстрату гумусними сполуками, є основними чинниками впливу на первинне заселення видів та формування стійких фітоценозів у межах Андрійковецького кар'єрно-відвального комплексу.

Прогнозування стану і подальше планування заходів із ренатуралізації і стабілізації еколого-едафічних умов, а також спостереження та моніторинг за тенденціями формування й поширення рослинності ми можемо здійснювати дистанційно за допомогою показника нормалізованого індексу рослинності (NDVI) у період активної вегетації (з травня по жовтень).

Зонування Андрійковецького кар'єрно-відвального комплексу (станом на 2022 р.) зображено на рисунку 3.6.

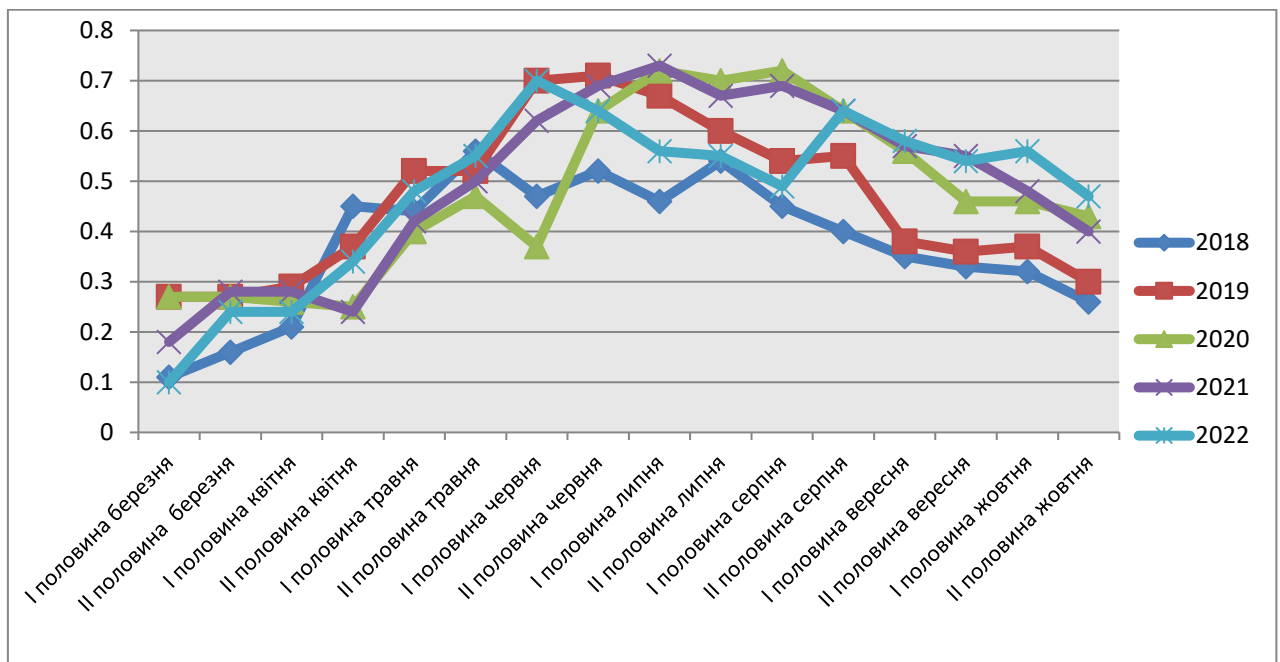


**Рис. 3.6.** Зонування обраного об'єкту дослідження

Моніторинг показника NDVI дає змогу виявляти високопродуктивні ділянки та вчасно ідентифікувати проблемні зони та деструктивні процеси (наприклад, швидкий приріст бур'янових, зменшення продуктивних площ тощо), що своєю чергою пришвидшує пошук рішень щодо поліпшення екологічного стану кар'єрно-відвальних комплексів у межах гірничо-промислових ландшафтів.

Згідно з отриманих даних, стадії сукцесії проходять неоднорідно через різні екотони, в межах східної частини кар'єру та внутрішньої частини схилів західної і центральної частини відсутній/практично відсутній рослинний покрив, а значення NDVI значно відрізняються від зон із середнім показником. Незначне покриття включає появу сегетально-рудеральної рослинності з високою інвазійною здатністю, що перешкоджає зональним сукцесійним перетворенням.

Ретроспективний аналіз отриманих моніторингових досліджень дозволяє відслідковувати динаміку розвитку біомаси на досліджуваній території за певний період. Тенденції зміни вегетаційного індексу за вегетаційний період (березень-жовтень) 2018–2022 рр. зображено на рисунку 3.7.



**Рис. 3.7.** Зміна NDVI за вегетаційний період 2018–2022 рр.

Згідно з отриманих даних, значне зростання показника вегетаційного індексу припадає на період від початку травня до початку червня. Найнижча продуктивність рослинної фітомаси спостерігалась в 2018 р., що пов'язано з більшим характером рослинної диференціації, більшими площами, не вкритими рослинністю та інтенсивними процесами зсувів породи та ерозії. Найбільшу продуктивність рослинної біомаси фіксували в 2020–2021 рр., саме в цей період відбулось заселення нових видів та зменшились ерозійні процеси на одній із схилових ділянок. У подальшому там повторно фіксувались зсуви породи. В 2022 р. у період з II половини червня по кінець липня в межах кар'єру фіксувались незначні осередки пожеж, спричинених самозагорянням несанкціонованих сміттєзвалищ, тому продуктивність рослинної фітомаси в цей період різко знизилась.

Подальший моніторинг дозволить відслідковувати динаміку поширення рослинного покриву та фіксувати вплив негативних антропогенних чинників.

### **3.2. Динаміка формування фітоценотичного покриву девастрованих земель регіону досліджень**

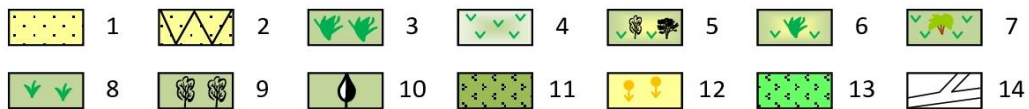
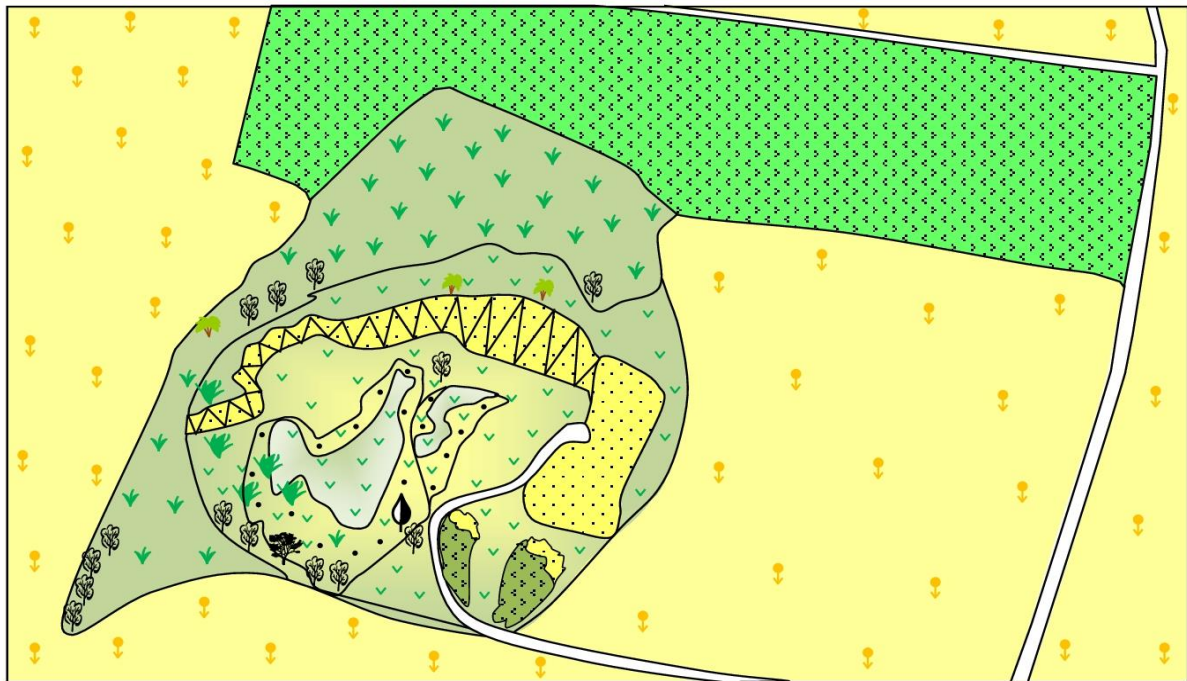
На початку нашого дослідження було відмічено нерівномірність поширення видів і етапів сингенетичної сукцесії.

Так, у межах східної частини кар'єру та в межах деяких внутрішніх силових ділянок проходили етапи первинної сукцесії, в той час як у межах західної і центральної частини фіксували появу незначної кількості деревно-чагарникових видів.

Структуру кар'єрно-відвального комплексу Андрійковецького піщаного кар'єру та особливості поширення видів в межах сформованого техногенного рельєфу станом на 2019 р. зображено на рисунку 3.8.

Невелика кількість деревних видів та чагарників поширена в західній і південній частині кар'єру (в пониженнях), на верхів'ї схилів північної

частини, поодинокі особини зафіксовані на мікрогорбкуватих уступах розкритих порід та в центральній частині: це види роду *Salix*, глід колючий (*Crataegus laevigata* Poir DC), алича (*Prunus divaricata* Ledeb), груша звичайна (*Pyrus communis* L.), шипшина собача (*Rosa canina* L.) тощо.



**Гірничо-промислові ландшафти. Кар'єрно-відвальні. Урочища.** 1. Горбисте монолітне днище піщаного кар'єру без рослинності; 2. Круті (до 80°) піщані «стілки» кар'єру без рослинності; 3. Горбисті суглинисто-піщані поверхні, зарослі злаковою рослинністю і різнотрав'ям; 4. Мікрогорбкувата поверхня піщано-суглинистих відвалів зарослих рудеральною рослинністю; 5. Схили піщано-суглинистих відвалів зарослих рудеральною рослинністю, деревами і чагарниками; 6. Валоподібні насипи зарослі злаковою рослинністю і чагарниками; 7. Мікрогорбкуваті уступи розкритих порід, зарослі різнотравно-злаковою рослинністю та поодинокими деревами; 8. Похилі поверхні, зарослі різнотравною рослинністю; 9. Пониженні ділянки з достатнім зволоженням, зарослі вологолюбною рослинністю; 10. Поодинокі дерева в піщаному кар'єрі; 11. Піщано-суглинисті ділянки в межах кар'єру, не зайняті розробками.

**Агроландшафти:** 12. Рівні розорані поверхні з сірими лісовими ґрунтами, під польовими сівозмiнами; 13. Лучно-пасовищні ділянки, зайняті різнотравними злаками.

**Дорожні ландшафти:** 14. Ґрунтова дорога.

**Рис. 3.8. Ландшафтна карта кар'єрно-відвального комплексу Андрійковецького піщаного кар'єру (2019 р.)**

Схили південної і південно-східної ділянок кар'єру мають більш щільний рослинний покрив, представлений деревними породами, що



пов'язано з тим, що з цього боку ділянка кар'єру тривалий час не розробляється. Західні ділянки схилів зайняті більш вологолюбною рослинністю, що пов'язано з тим, що ґрунтові води підходять близько до схилів кар'єру.

У західній частині кар'єру локалізований вид верба вавилонська (*Salix babylonica* L.) у кількості 1 особина. Уздовж схилів відвалів визначено місцезнаходження свидини білої (*Swida alba* L.), бузини чорної (*Sambucus nigra* L.), свидини криваво-червоної (*Swida sanguinea* (L.) Opiz).

Східна монолітна частина кар'єру, де велось активне видобування корисних копалин, характеризувалась практичною відсутністю рослинного покриву.

Підбіл звичайний (*Tussilago farfara* L.) поширений в межах мікрогорбкуватих уступів розкритих порід, формує піонерні угруповання на внутрішніх схилах та є індикатором сингенетичної сукцесії, однак формації, утворені на ділянках, які підлягають вітровій та водній ерозії, а також частим зсувам породи, є нестійкими та не відбувається переходу до наступної стадії сукцесії.

Мікрогорбкувата поверхня піщано-суглинистих відвалів характеризується появою таких видів, як полин гіркий (*Artemisia absinthium* L.), щириця зігнута (*Amaranthus retroflexus* L.), будяк пониклий (*Carduus nutans* L.), грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* L.), злинка однорічна (*Stenactis annua* (L.) Cass), пирій звичайний (*Elytrigia repens* (L.) P. Beauv), деревій звичайний (*Achillea millefolium* L.), незабудка дрібноцвіта (*Myosotis micrantha* Pallex Lehm) тощо.

Схили піщано-суглинистих відвалів заростають переважно рудеральною рослинністю, зокрема осот звичайний (*Cirsium vulgare* SaviTen), осот сірий (*Cirsium canum* L.), підбіл звичайний (*Tussilago farfara* L.), скереда дворічна (*Crepis biennis* L.) тощо.

На валоподібних насипах переважаючими є злакові: куничник наземний (*Calamagrostis epigeios* L.), грястиця збірна (*Dactylis glomerata* L.),

пирій звичайний (*Elytrigia repens* (L.) P. Beauv), тонконіг лучний (*Poa pratensis* L.) тощо.

Різнотрав'я мікрогорбкуватих уступів, горбистих суглинисто-піщаних та похилих поверхонь представлено такими видами, як горлянка повзуча (*Ajuga reptans* L.), мак дикий (*Papaver rhoeas* L.), щавель кучерявий (*Rumex crispus* L.), пастернак посівний (*Pastinaca sativa* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), собача кропива п'ятилопатева (*Leonurus quinquelobatus* Gilibex Usteri) тощо.

На внутрішніх схилах піщано-суглинистих ділянок, не зайнятих розробками, локалізовані асоціації *Rubus caesius* – *Equisetum arvense*.

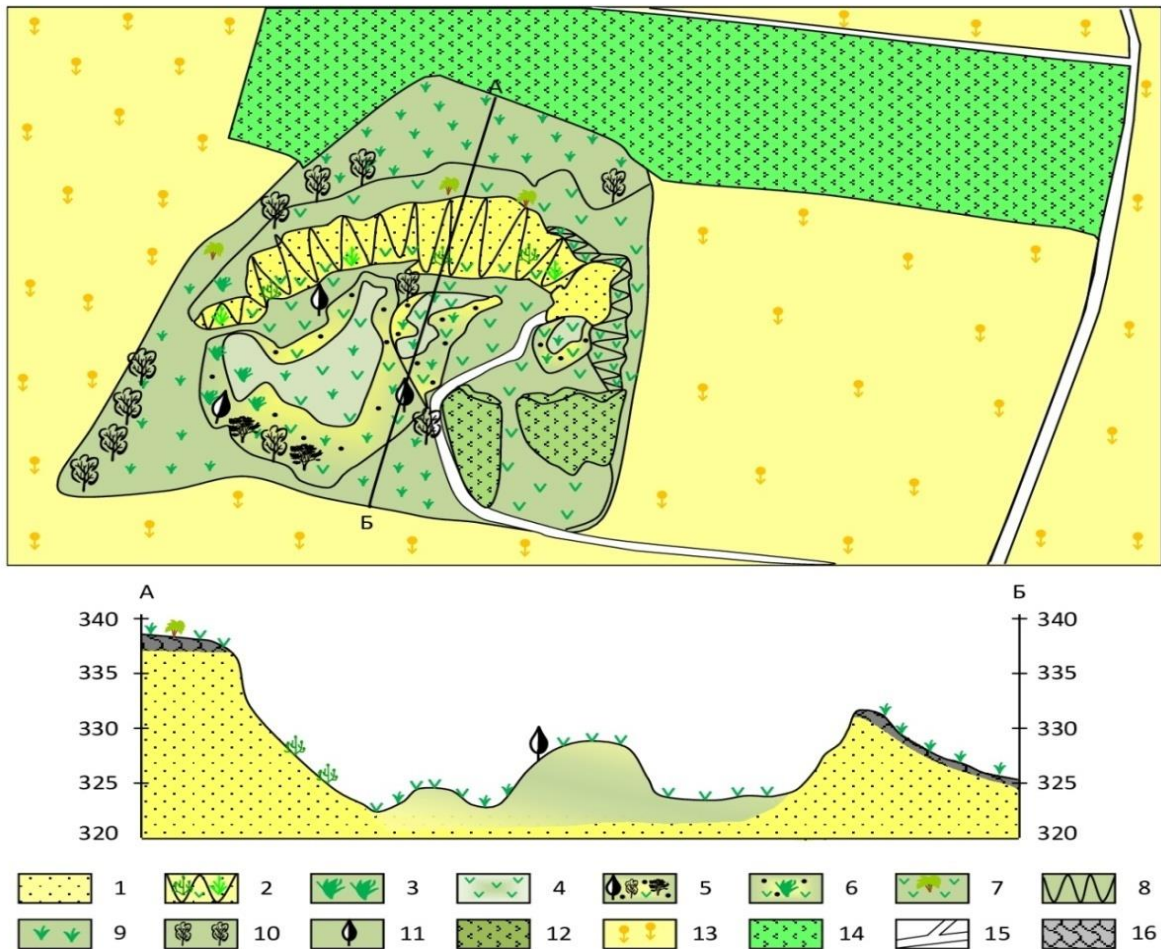
За результатом просторово-часового аналізу і за сформованим гіпсометричним профілем подамо характеристику новоутворених умов кар'єру і динаміку зміни фітоценозу за період трьохрічного спостереження.

Впродовж досліджуваного періоду виявлено, що порушення, які були викликані видобуванням корисних копалин Андрійковецького піщаного кар'єру сприяли формуванню техногенного акумулятивного рельєфу, в межах якого, як результат, поширюється значна кількість сегетально-рудеральних видів.

Кар'єр знаходиться в межах плакорного типу місцевостей і має вигляд котлована асиметричної форми глибиною до 12 м. У результаті антропогенних змін тут утворився відвальний тип ландшафту, який представлений монокотлованим типом місцевостей.

Кар'єр має один горизонт, висотою близько 6 м. З північної сторони насипана дамба розкривних порід, представлена піщано-глинистими породами і заросла різнотравною рослинністю. Абсолютні відмітки уступу розкривних порід фіксуються від 338 м до 336 м. Прилеглі до кар'єру ділянки перекриті лесоподібними суглинками і сірими та темно-сірими опідзоленими ґрунтами.

Динаміку зміни рослинного покриву та особливостей ландшафту станом на 2022 р. зображено на рисунку 3.9.



**Гірничо-промислові ландшафти. Кар'єрно-відвальні. Урочища.** 1. Горбисте монолітне днище піщаного кар'єру без рослинності; 2. Круті (до 80°) піщані «стінки» кар'єру зарослі різнотравною і рудеральною рослинністю та поодинокими кущами верби козячої; 3. Горбисті суглинисто-піщані поверхні, зарослі злаковою рослинністю і різнотрав'ям; 4. Мікрогорбкувата поверхня піщано-суглинистих відвалів зарослих рудеральною рослинністю; 5. Схили піщано-суглинистих відвалів зарослі різнотравно-злаковою, рудеральною рослинністю, деревами і чагарниками; 6. Валоподібні насипи зарослі злаковою рослинністю, кущами та деревами (верба козяча, вишня пташина, яблуня, горобина); 7. Мікрогорбкуваті уступи розкривних порід, зарослі різнотравно-злаковою рослинністю та поодинокими деревами; 8. Круті схили кар'єру, зарослі різнотравною рослинністю; 9. Похилі поверхні, зарослі різнотравно-злаковою рослинністю на сірих опідзолених ґрунтах; 10. Пониженні ділянки з достатнім зволоженням, зарослі вологолюбною рослинністю; 11. Поодинокі дерева в піщаному кар'єрі; 12. Піщано-суглинисті ділянки в межах кар'єру, не зайняті розробками.

**Сільськогосподарські ландшафти:** 13. Рівні розорані поверхні з сірими лісовими ґрунтами, під польовими сівозмінами; 14. Лучно-пасовищні ділянки, зайняті різнотравними злаками.

**Дорожні ландшафти:** 15. Ґрунтова дорога. **Інші позначки:** 16. Сірі опідзолені ґрунти.

**Рис. 3.9. Ландшафтна карта кар'єрно-відвального комплексу Андрійковецького піщаного кар'єру з гіпсометричним профілем (2022 р.)**

Станом на 2022 р. збільшилась кількість стихійних сміттєзвалищ, де відбувається періодичний підпал сміття, який в межах центрально-східної частини спричинив загорання сухостою в межах 1/3 частини кар'єру.

Схилів ділянки кар'єру представлені урочищами робочого уступу, складених піщаними відкладами. Через часткову відсутність рослинності тут активно протікають ерозійні процеси, породи легко розмиваються дощовими водами і змиваються стінками кар'єра.

Ландшафтна структура центральної частини кар'єру представлена урочищами котлованів асиметричної форми, різної величини і глибини та урочищами ступінчатих і крутих схилів. Тут переважає рудеральна і різнотравно-злакова рослинність.

У розподілі рослинного покриву досі спостерігається висотна диференціація, хоча видова різноманітність рослин залишилась незначною. Аналіз динаміки зміни флори вказує на збільшення площі фітоценотичного покриву та кількість видів в межах піщаного кар'єру.

Схили східної ділянки характеризуються піонерним засвоєнням рослин, однак деструктивні процеси в їх межах не припиняються, що підкреслює необхідність проведення рекультиваційних заходів в їх межах для стабілізації стану та подальшого формування стійкого фітоценотичного покриву.

Мікрогорбкуваті уступи розкривних порід характеризуються появою значної кількості видів, зокрема синяк звичайний (*Echium vulgare* L.), дзвоники розлогі (*Campanula patula* L.), розхідник звичайний (*Glechoma hederacea* L.), свербіжниця польова (*Knautia arvensis* (L.) Coult), підмареник м'який (*Gallium mollugo* L.), деревій звичайний (*Achillea millefolium* L.), любочки шорсткі (*Leontodon hispidus* L.), звіробій звичайний (*Hypericum perforatum* L.), полин гіркий (*Artemisia absinthium* L.), астрагал еспарцетний (*Astragalus onobrychis* L.), триреберник непахучий (*Tripleurospermum inodorum* (L.) W.D.J.Koch), стенактис однорічний (*Stenactis annua* L.Cass),

грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* L.). Частота трапляння видів в межах мікрогорбкуватих уступів розкривних порід наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

**Частота трапляння видів в межах мікрогорбкуватих уступів розкривних порід кар'єру**

№	Вид	Шкала поширення					
		2019 р.			2022 р.		
		1	2	3	1	2	3
1	<i>Ajuga reptans</i> L.	+	r	+	-	+	+
2	<i>Rumex crispus</i> L.	+	+	r	-	+	+
3	<i>Papaver rhoeas</i> L.	+	+	+	+	+	r
4	<i>Pastinaca sativa</i> L.	+	+	+	+	r	+
5	<i>Chenopodium album</i> L.	1	+	2	+	+	1
6	<i>Leonurus quinquelobatus</i> Gilibex Usteri	+	r	r	+	r	+
7	<i>Echium vulgare</i> L.	r	-	-	+	+	+
8	<i>Campanula patula</i> L.	-	-	-	+	r	+
9	<i>Glechoma hederacea</i> L.	-	-	-	+	r	+
10	<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult	r	-	-	r	-	r
11	<i>Gallium mollugo</i> L.	-	-	-	+	r	r
12	<i>Achillea millefolium</i> L.	+	-	-	1	1	+
13	<i>Leontodon hispidus</i> L.	-	-	-	+	+	r
14	<i>Hypericum perforatum</i> L.	-	-	-	r	-	r
15	<i>Artemisia absinthium</i> L.	-	-	+	+	+	1
16	<i>Astragalus onobrychis</i> L.	-	-	-	+	1	1
17	<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) W.D.J.Koch	r	-	r	r	+	r
18	<i>Stenactis annua</i> L.Cass	-	r	r	+	+	1
19	<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.	-	-	r	+	+	+
20	<i>Tussilago farfara</i> L.	2	2	2	+	1	1
21	<i>Rosa canina</i> L.	-	+	-	-	+	-
22	<i>Malus sylvestris</i> (L.) Mill.	-	-	+	-	-	+

\*Примітка. Дослідження проводили в 2019 р. і 2022 р. на трьох однотипних площах.

Домінуючими є види *Artemisia absinthium* L., *Tussilago farfara* L., *Achillea millefolium* L., *Astragalus onobrychis* L., *Chenopodium album* L.,

*Stenactis annua* L.Cass. Вид *Rosa canina* L. та *Malus sylvestris* (L.) Mill. представлений двома особинами.

Проходження стадій сукцесії досліджуваної ділянки можна відобразити наступним чином:

Піщаний субстрат → Формація *tussilago* → Монокарпічні рудеральні трави → Монокарпічні види з перехідною ценоморфою → Полікарпічні рудеральні види трави → Деревні лісостепові види.

Круті схили кар'єру характеризуються появою і заростанням різнотравною рослинністю, частота трапляння видів в межах досліджуваної ділянки відображено в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

**Частота трапляння видів в межах крутих схилів кар'єру**

№	Вид	Шкала поширення					
		2019 р.			2022 р.		
		1	2	3	1	2	3
1	<i>Tanacetum vulgare</i> L.	г	-	-	г	-	-
2	<i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg	-	+	-	-	+	-
3	<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	-	+	-	-	+	+
4	<i>Myosotis micrantha</i> Pallex Lehm	-	+	-	-	+	+
5	<i>Silybum marianum</i> (L.) P.Gaertn	+	-	-	+	+	-
6	<i>Astragalus onobrychis</i> L.	г	-	-	+	+	-
7	<i>Tussilago farfara</i> L.	+	+	1	г	+	2
8	<i>Solidago canadensis</i>	-	г	-	-	г	-

\*Примітка. Дослідження проводили в 2019 р. і 2022 р. на трьох однотипних площах.

Різнотравна рослинність представлена такими видами, як пижмо звичайне (*Tanacetum vulgare* L.), кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* F.H.Wigg), бедринець ломикаменевий (*Pimpinella saxifraga* L), незабудка дрібноцвіта (*Myosotis micrantha* Pallex Lehm), розторопша плямиста (*Silybum marianum* (L.) P.Gaertn), астрагал еспарцетний (*Astragalus onobrychis* L.) тощо. Основу проектного покриття дослідних площ складає вид *Tussilago farfara* L. Вид *Tanacetum vulgare* L. локалізований в межах однієї ділянки в кількості 1 особини.

Проходження стадій сукцесії досліджуваної ділянки можна відобразити наступним чином:

Піщаний субстрат → Формація *Bryophyta* → Монокарпічні рудеральні трави → Угрупування полікарпічних лучно-степових трав.

Частота трапляння видів в межах піщаних схилів східної ділянки кар'єру наведений в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8

**Частота трапляння видів в межах піщаних схилів східної ділянки кар'єру**

№	Вид	Шкала поширення					
		2019 р.			2022 р.		
		1	2	3	1	2	3
1	<i>Tussilago farfara</i> L.	3	2	1	2	2	1
2	<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) W.D.J.Koch	r	-	r	r	r	-
3	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	+	+	-	1	+	-
4	<i>Atriplex sagittata</i> Borkh	-	-	r	-	r	+
5	<i>Artemisia absinthium</i> L.	-	r	r	-	+	+
6	<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.	r	-	-	r	+	1
7	<i>Medicago lupulina</i> L.	+	r	+	+	+	2
8	<i>Melilotus albus</i> Medik	r	+	+	-	r	r
9	<i>Vicia sativa</i> L.	r	r	r	r	r	+
10	<i>Medicago sativa</i> L.	-	-	-	r	1	1
11	<i>Trifolium pratense</i> L.	-	+	+	+	1	2
12	<i>Vicia cracca</i> L.	-	-	-	+	1	1
13	<i>Trifolium repens</i> L.	-	-	+	+	1	2
14	<i>Populus nigra</i> L.	r	-	-	r	-	r
15	<i>Solidago canadensis</i> L.	r	-	-	r	-	-

\*Примітка. Дослідження проводили в 2019 р. і 2022 р. на трьох однотипних площах.

Окрім характерних піонерних видів, відбулось заселення ділянки з практично-відсутнім та відсутнім покривом монокарпічними видами, такими як триреберник непахучий (*Tripleurospermum inodorum* (L.) W.D.J.Koch), полин звичайний (*Artemisia vulgaris* L), лутига блискуча (*Atriplex sagittata* Borkh), полин гіркий (*Artemisia absinthium* L), жовтушник лакфіолевидний

(*Erysimum cheiranthoides* L), люцерна хмелевидна (*Medicago lupulina* L), буркун білий (*Melilotus albus* Medik), горошок посівний (*Vicia sativa* L.)). Зустрічаються і полікарпічні трави: люцерна посівна (*Medicago sativa* L.), конюшина лучна (*Trifolium pratense* L), горошок мишачий (*Vicia cracca* L.), конюшина повзуча (*Trifolium repens* L)). За рахунок поширення монокарпічних та полікарпічних видів на даній ділянці, загальна площа з відсутнім рослинним покривом в межах кар'єру зменшилась. Домінуючими є види *Tussilago farfara* L., *Trifolium pratense* L., *Vicia cracca* L., *Trifolium repens* L., *Medicago sativa* L., *Medicago lupulina* L. Вид *Populus nigra* L. представлений 3 особинами, які мають незначні фенотипові відмінності. Поширення виду *Solidago canadensis* L. на ділянках, з первинним етапом сукцесії, може становити загрозу подальшому поширенню зональних видів.

Перебіг стадій сукцесії досліджуваної ділянки можна відобразити наступним чином:

Відкритий піщаний субстрат після видобування → Формация *tussilago* → Монокарпічні рудеральні трави → Полікарпічні лучні трави (з занесенням культурних видів).

Частота трапляння видів в межах схилів піщано-суглинистих відвалів наведено в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9

**Частота трапляння видів в межах схилів піщано-суглинистих відвалів кар'єру**

№	Вид	Шкала поширення					
		2019 р.			2022 р.		
		1	2	3	1	2	3
1	<i>Cirsium vulgare</i> SavitEn	+	+	-	-	+	+
2	<i>Cirsium canum</i> L.	-	+	r	+	+	r
3	<i>Tussilago farfara</i> L.	1	+	+	1	r	1
4	<i>Crepis biennis</i> L.	+	+	-	-	+	r
5	<i>Elytrigia repens</i> (L.) P. Beauv	+	+	+	1	r	+
6	<i>Acer plantanoides</i> L.	-	r	-	-	r	r

\*Примітка. Дослідження проводили в 2019 р. і 2022 р. на трьох однотипних площах.



Схили піщано-суглинистих відвалів характеризуються появою двох особин виду *Acer plantanoides* L. За досліджуваній період збільшилась частка полікарпічних трав на окремих ділянках, загалом рослинний покрив відзначається відносною однотипністю та незначними змінами складу та проективного покриття. Домінуючими є види *Tussilago farfara* L., *Elytrigia repens* (L.) P. Beauv.

Проходження стадій сукцесії досліджуваної ділянки можна відобразити наступним чином:

Піщаний субстрат → Формація *Bryophyta* → Монокарпічні рудеральні трави → Угрупування полікарпічних лучно-степових трав → Деревні види.

Частота трапляння видів в межах внутрішніх схилів піщано-суглинистих ділянок кар'єру наведений в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10

**Частота трапляння видів в межах внутрішніх схилів піщано-суглинистих ділянок кар'єру**

№	Вид	Шкала поширення					
		2019 р.			2022 р.		
		1	2	3	1	2	3
1	<i>Rubus caesius</i> L.	3	2	3	3	2	3
2	<i>Equisetum arvense</i> L.	1	1	1	1	+	1
3	<i>Medicago lupulina</i> L.	1	1	+	1	1	+
4	<i>Astragalus onobrychis</i> L.	1	+	+	1	1	1
5	<i>Prunus divaricata</i> Ledeb	-	+	-	-	+	-
6	<i>Tussilago farfara</i> L.	+	+	1	1	1	1

\*Примітка. Дослідження проводили в 2019 р. і 2022 р. на трьох однотипних площах.

На внутрішніх схилах піщано-суглинистих ділянок, не зайнятих розробками, поширена незначна кількість видів. Як і в 2019 році, тут локалізована асоціація *Rubus caesius* – *Equisetum arvense*, яка займає основну частину проектного покриття досліджуваної площі. Внутрішні схили відзначаються незначним поширенням видів підбіл звичайний (*Tussilago farfara* L.), астрагал еспарцетний (*Astragalus onobrychis* L), люцерна

хмелевидна (*Medicago lupulina* L). Вид алича (*Prunus divaricata* Ledeb) представлений 1 особоною.

Проходження стадій сукцесії досліджуваної ділянки можна відобразити наступним чином: Чистий піщаний субстрат → Формація *tussilago* → Монокарпічні лучностепові трави → Полікарпічні лісостепові трави → Деревно-чагарникові види.

Частота трапляння видів в межах горбистих суглинисто-піщаних поверхонь наведено в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11

**Частота трапляння видів в межах горбистих суглинисто-піщаних поверхонь кар'єру**

№	Вид	Шкала поширення					
		2019 р.			2022 р.		
		1	2	3	1	2	3
1	<i>Calamagrostis epigeios</i> L.	+	+	+	+	+	+
2	<i>Dactylis glomerata</i> L.	+	+	+	+	+	+
3	<i>Elytrigia repens</i> (L.) P. Beauv	+	1	+	+	1	+
4	<i>Poa pratensis</i> L.	+	+	+	+	+	+
5	<i>Ranunculus acris</i> L.	-	r	-	-	r	r
6	<i>Galium odoratum</i> (L) Scop	-	+	-	-	1	-
7	<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	-	-	r	-	-	r
8	<i>Hypericum perforatum</i> L.	r	-	-	r	-	-
9	<i>Cichorium intybus</i> L.	r	r	-	+	+	+
10	<i>Fragaria vesca</i> L.	2	r	1	2	r	1
11	<i>Urtica dioica</i> L.	-	r	r	-	r	r
12	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	-	+	-	-	+	+

\*Примітка. Дослідження проводили в 2019 р. і 2022 р. на трьох однотипних площах.

Горбисті суглинисто-піщані поверхні характеризуються появою і заростанням таких нових видів як жовтець їдкий (*Ranunculus acris* L), підмаренник запашний (*Galium odoratum* (L) Scop.), парило звичайне (*Agrimonia eupatoria* L.), звіробій звичайний (*Hypericum perforatum* L), цикорій дикий (*Cichorium intybus* L), суниця лісова (*Fragaria vesca* L.),

кропива дводомна (*Urtica dioica* L.). Домінуючими є види *Fragaria vesca* L., *Elytrigia repens* (L.) P. Beauv, *Galium odoratum* (L) Scop (вид локалізований лише на одній ділянці). Види *Ranunculus acris* L., *Hypericum perforatum* L., *Agrimonia eupatoria* L., *Urtica dioica* L. мають незначне поширення на окремих ділянках.

Проходження стадій сукцесії досліджуваної ділянки можна відобразити наступним чином: Піщаний субстрат → Монокарпічні лісостепові види → Угруповання полікарпічних лучно-степових та лісостепових трав → Лісові деревні види.

Частота трапляння видів в межах мікрогорбкуватих піщано-суглинистих поверхонь кар'єру наведений в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12

**Частота трапляння видів в межах мікрогорбкуватих піщано-суглинистих поверхонь кар'єру**

№	Вид	Шкала поширення					
		2019 р.			2022 р.		
		1	2	3	1	2	3
1	<i>Artemisia absinthium</i> L.	+	+	+	1	+	+
2	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	+	+	r	+	+	r
3	<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.	r	+	+	-	r	r
4	<i>Carduus nutans</i> L.	-	+	+	-	r	+
5	<i>Stenactis annua</i> (L.) Cass	+	+	+	r	1	1
6	<i>Elytrigia repens</i> (L.) P. Beauv	+	+	+	+	+	+
7	<i>Achillea millefolium</i> L.	1	+	+	1	+	+
8	<i>Myosotis micrantha</i> Pallex Lehm	r	1	+	-	1	+
9	<i>Rubus caesius</i> L.	+	+	r	1	1	+
10	<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav	-	-	-	r	-	-
11	<i>Arctium lappa</i> L.	-	-	r	-	-	r
12	<i>Tussilago farfara</i> L.	1	+	+	+	+	+

\*Примітка. Дослідження проводили в 2019 р. і 2022 р. на трьох однотипних площах.

Мікрогорбкувата поверхня піщано-суглинистих відвалів характеризується появою видів ожина сиза (*Rubus caesius* L), космос роздільнолистий (*Cosmos bipinnatus* Cav), лопух справжній (*Arctium lappa* L.).

Домінуючими є види *Stenactis annua* (L.) Cass, *Achillea millefolium* L., *Myosotis micrantha* Pallex Lehm, *Rubus caesius* L., *Artemisia absinthium* L. Вид *Cosmos bipinnatus* Cav локалізований в місці несанкціонованого сміттєзвалища.

Проходження стадій сукцесії досліджуваної ділянки можна відобразити наступним чином:

Піщаний субстрат → Формація *tussilago* → Монокарпічні рудеральні трави → Полікарпічні рудеральні трави → Полікарпічні види з перехідною ценоморфою.

Частота трапляння видів в межах валоподібних насипів наведено в таблиці 3.13.

Таблиця 3.13

#### Частота трапляння видів в межах валоподібних насипів кар'єру

№	Вид	Шкала поширення					
		2019 р.			2022 р.		
		1	2	3	1	2	3
1	<i>Calamagrostis epigeios</i> L.	r	+	1	+	+	1
2	<i>Dactylis glomerata</i> L.	+	r	+	+	+	+
3	<i>Elytrigia repens</i> (L.) P. Beauv	r	+	+	+	1	+
4	<i>Poa pratensis</i> L.	-	r	-	1	+	+
5	<i>Bromus hordeaceus</i> L.	+	+	1	-	r	r
6	<i>Salix caprea</i> L.	+	-	-	+	-	-
7	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	-	+	+	-	+	+
8	<i>Malus sylvestris</i> (L.) Mill.	-	+	-	-	+	-
9	<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench)	-	-	+	-	-	+
10	<i>Fragaria vesca</i> L.	+	r	r	+	+	+
11	<i>Viola arvensis</i> Murray	r	-	r	-	-	r
12	<i>Glechoma hederacea</i> L.	-	-	+	-	+	+
13	<i>Malva sylvestris</i> L.	-	+	+	-	+	+
14	<i>Scabiosa columbaria</i> L.	r	-	-	r	r	-

\*Примітка. Дослідження проводилось в 2019 р. і 2022 р. на трьох однотипних площах.

Валоподібні насипи характеризуються заростанням злакової рослинності та різнотрав'я, кущами і деревами, зокрема верба козяча (*Salix*

*caprea* L), горобина (*Sorbus aucuparia* L), яблуня лісова (*Malus sylvestris* (L.) Mill.), вишня пташина (*Cerasus avium* (L.) Moench), які зокрема зустрічаються і в пониженнях; характерними для цієї частини кар'єру є суниця лісова (*Fragaria vesca* L.), фіалка польова (*Viola arvensis* Murray), розхідник звичайний (*Glechoma hederacea* L.), калачики лісові (*Malva sylvestris* L.), скабіоза голубина (*Scabiosa columbaria* L.). Домінуючими є види *Elytrigia repens* (L.) P. Beauv, *Calamagrostis epigeios* L., *Poa pratensis* L. Види *Viola arvensis* Murray, *Scabiosa columbaria* L. мають незначне поширення на окремих ділянках.

Проходження стадій сукцесії досліджуваної ділянки можна відобразити наступним чином: Чистий піщаний субстрат → Монокарпічні злакові трави → Полікарпічні рудеральні трави → Полікарпічні лісостепові угруповання → Дервно-чагарникові лісові види.

Подальший прогноз екологічних змін фітоценозів є можливим за умови проведення постійного моніторингу впливу природних і антропогенних чинників.

### Висновки до розділу 3

У межах регіону дослідження локалізована значна кількість розробок корисних копалин, серед яких значна кількість родовищ з видобування піску. Девастовані території, які залишаються після видобування корисних копалин, за проведення належних заходів із ренатуралізації, можуть стати цінними осередками біорізноманіття та увійти в потенційний резерв територій, які забезпечуватимуть просторову цілісність й розширення екологічної мережі.

Андрійковецький піщаний кар'єр характеризується значними порушеннями ґрунтового покриву, різкими перепадами висот, що створює висотну диференціацію у формуванні рослинного покриву, а нестійкі схилі ділянки підлягають частим процесам водної і вітрової ерозії, що унеможлиблює перебіг первинних сукцесійних перетворень.

Отримані дані дистанційного зондування підтверджують, що стадії сукцесії проходять неоднорідно через різні екотони, в межах східної частини кар'єру та внутрішньої частини схилів західної і центральної частини відсутній/практично відсутній рослинний покрив.

Ріст і розвиток рослинності на території кар'єру залежить і від вмісту поживних речовин. Згідно результату агрохімічного дослідження, в межах кар'єру практично відсутня забезпеченість гумусовими сполуками, що ускладнює процеси формування стабільних фітоценозів. При цьому реакція ґрунту є нейтральною, що є оптимальним для розвитку рослин.

За період трьохрічних спостережень зроблено висновок, що площа ділянок, на яких не відбулось піонерне заселення видів, зменшилась. На деяких ділянках відбулось заселення моно- та полікарпічними травами, однак на схилових ділянках та на ділянках з активним несанкціонованим видобуванням копалин не припиняються деструктивні процеси. Зменшення впливу таких лімітуючих чинників едафічного середовища забезпечить формування зональної природної флори.

Відсутність будь-яких ренатуралізаційних заходів у межах об'єкту дослідження доводить, що диференціація видової структури відбувається саме через вплив антропогенної діяльності та сформовані екотопічні умови.

Відповідно до результатів дослідження, було опубліковано фахові статті і тези [33; 139; 154; 155; 156; 161; 168; 170; 176].

**РОЗДІЛ 4**  
**АНАЛІЗ ФЛОРИСТИЧНОЇ СТРУКТУРИ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО**  
**КАР'ЄРНО-ВІДВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ**

**4.1. Систематична та екологічна структура флори досліджуваного регіону**

До складу флори Андрійковецького піщаного кар'єру входить 76 видів вищих судинних рослин, які у таксономічному відношенні належать до двох відділів: Equisetophyta і Magnoliophyta. Таксономічна структура флори Андрійковецького піщаного кар'єру наведена в таблиці 4.1.

*Таблиця 4.1*

**Таксономічна структура флори Андрійковецького піщаного кар'єру**

Відділ, клас	Кількість			
	Порядки	Родини	Роди	Види
Equisetophyta:				
<i>Equisetopsida</i>	1	1	1	1
Magnoliophyta:				
<i>Magnoliopsida</i>	21	23	59	70
<i>Liliopsida</i>	1	1	5	5
Разом	23	25	65	76

Кількість видів, родів та родин є важливим кількісним показником досліджуваної флори. Відділ Хвощеподібних (Equisetophyta) представлений одним видом – Хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.), його частка у кількісному відношенні становить 4,3%, тому основне видове різноманіття кар'єру належить відділу Покритонасінні (Magnoliophyta) – 95,7%. За відношенням до кількості видів, клас *Magnoliopsida* становить 92,1%, *Liliopsida* – 6,6%, *Equisetopsida* – 1,3%.

Отримані кількісні показники і їх порівняння з аналогічними для інших регіональних флор виявляють певні ботаніко-географічні закономірності рослинного світу. При характеристиці флори, важливим завданням є

ідентифікація адвентивних видів, оскільки вони є свідченням процесів трансформації природної флори.

Провідне місце серед видів вищих судинних рослин в межах регіону дослідження (Центрального Поділля) займають родини Asteraceae (що є типовим для голарктичних флор); Fabaceae (наявність яких забезпечує насичення збіднених субстратів азотом та утримання мінімальної вологи у верхніх шарах); Rosaceae та Poaceae.

Кількісний склад провідних родин за кількістю родів та видів у відсотковому співвідношенні наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

**Кількісний склад провідних родин флори  
Андрійковецького піщаного кар'єру**

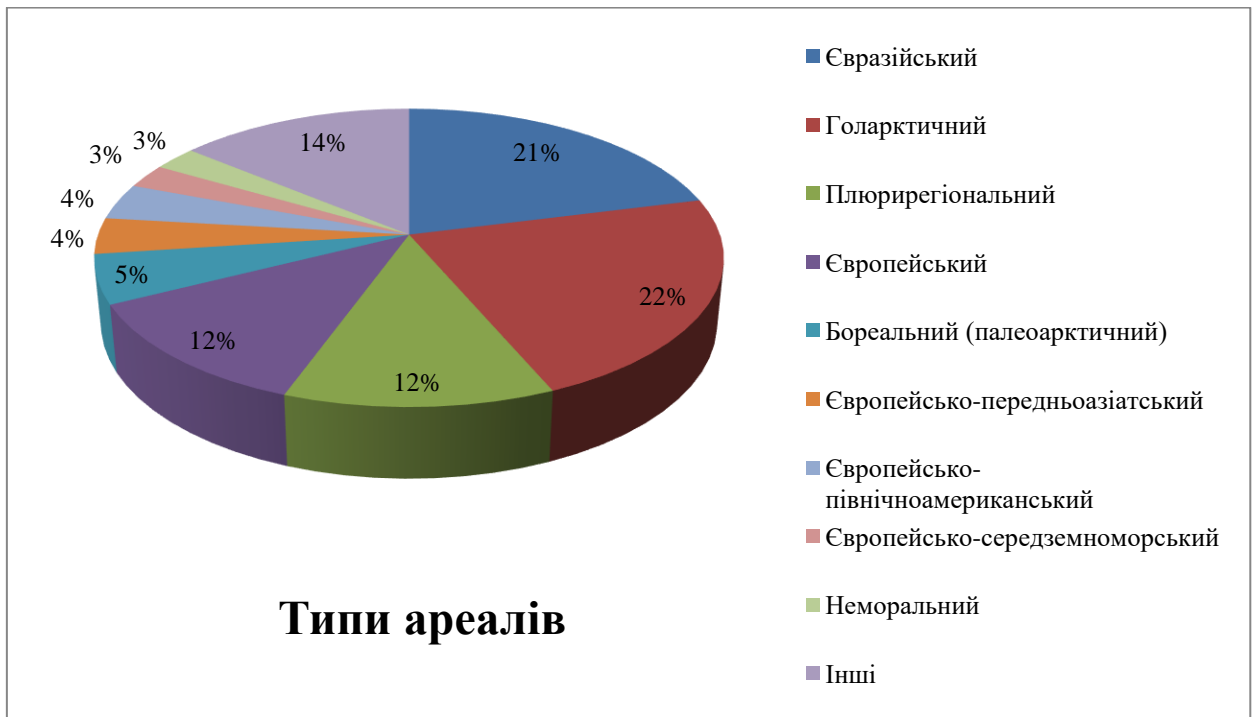
Родина	Роди	%	Види	%
Asteraceae	16	24,6	18	23,7
Rosaceae	9	13,8	10	13,1
Fabaceae	5	7,7	8	10,5
Poaceae	5	7,7	5	6,6
Salicaceae	2	3	4	5,3
Lamiaceae	3	4,6	3	4
Apiaceae	3	4,6	3	4
Разом	45	66	51	67,2

Більшість родин (Campanulaceae, Brassicaceae, Boraginaceae, Cornaceae, Amaranthaceae, Chenopodiaceae, Dipsacaceae, Caprifoliaceae, Rubiaceae, Malvaceae, Clusiaceae, Violaceae, Polygonaceae, Urticaceae, Papaveraceae, Ranunculaceae, Aceraceae – разом 17 родин) мають низький рівень флористичного запасу (1–2 види), що становить 32,9% від загальної кількості видів. Повна систематична структура флори піщаного кар'єру надана у Додатку Д.



Розподіл видів за типами ареалів є невід’ємною частиною формування географічної структури флори, особливо в умовах девастрованих земель. Особливо важливим чинником, який впливає на розселення видів, є антропогенна діяльність людини: з отриманням і розповсюдженням насіння культурних рослин для ведення сільськогосподарської діяльності, на нових територіях поширилось насіння значної кількості бур’янових видів. Сприятливі кліматичні умови, відсутність шкідників, хвороб та природних ворогів впливають на швидку натуралізацію та розселення синантропних видів, що в свою чергу становить загрозу для зміни природної флори регіону.

Дані розподілу видів за основними ареалогічними групами наведено на рисунку 4.1.



**Рис. 4.1. Розподіл видів за типами ареалів (у відсотках)**

Домінуючими є голарктичні (17 видів), євразійські (16 видів), плюризональні (9 видів), європейські (9 видів) типи ареалів. Інші (11 типів ареалів) представлені одним видом (євросибірський, південносибірський, маньчжурський, євросибірсько-північноамериканський, передньозіатський

тощо). Серед них випадково занесений культурний вид, країна походження якого – Мексика.

Навколишнє середовище являє собою сукупність природних умов, в яких відбувається життєдіяльність рослин, які асимілюють елементи живлення, за рахунок яких відбувається їх ріст та розвиток. Рослини залежать від умов середовища і в процесі своєї життєдіяльності здатні трансформувати його.

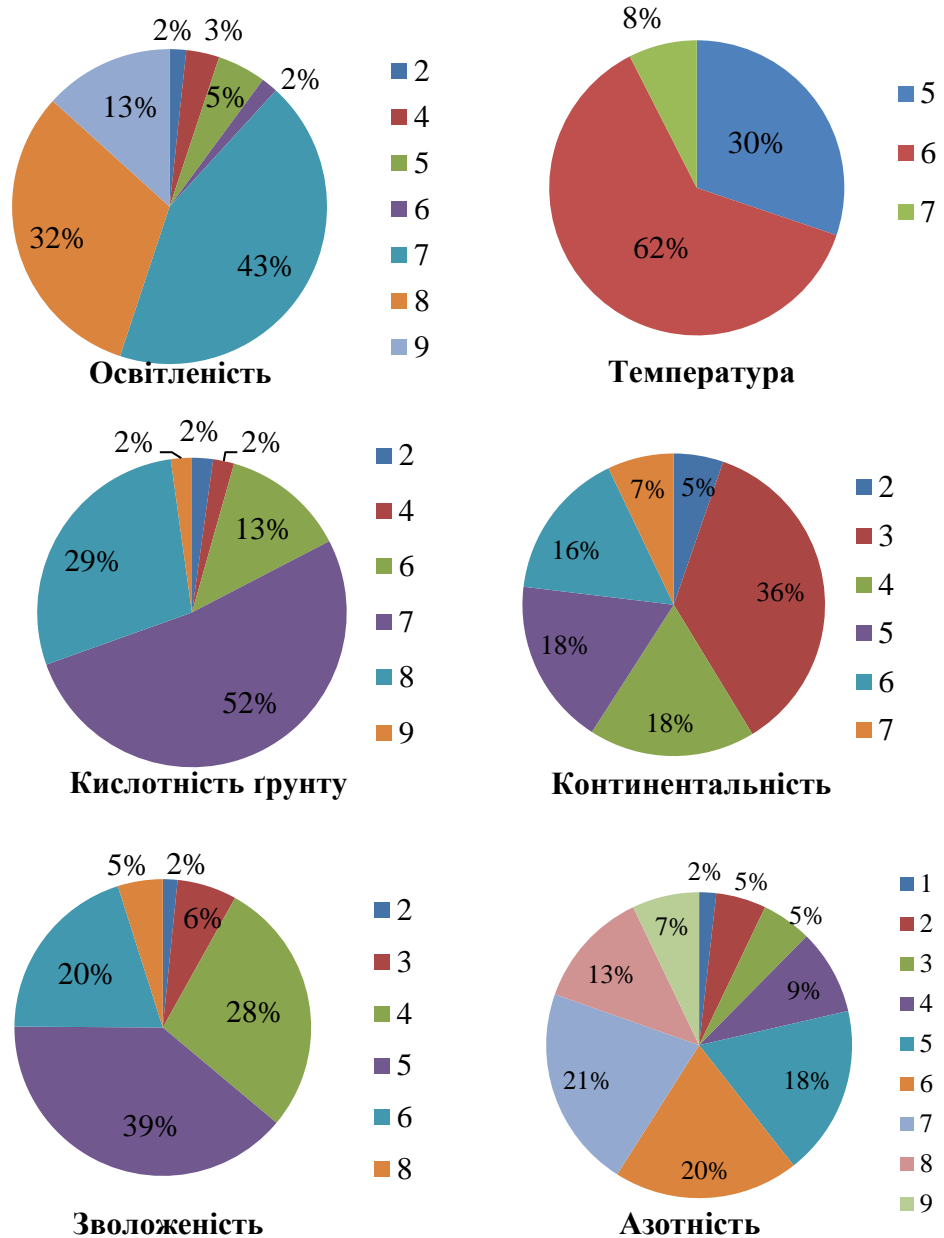
Екологічна структура флори є відображенням пристосування рослин до умов середовища та впливає на їх розподіл у екотопах. Екологічний аналіз дає змогу з'ясувати залежність структури флори від умов середовища. Найважливішими є рівень забезпеченості поживними речовинами та вологою. Оцінку екологічних груп рослин проводили за шкалою Елленберга, значення показників відображено на рисунку 4.2.

Аналіз екологічної структури за цими шкалами вказує загальні тенденції в структурі визначеної флори. За шкалою континентальності, значення становлять від 3 до 6 балів та відповідає значенням від центральноєвропейських видів до субконтинентальних (з переважанням центральноєвропейських видів).

За шкалою температурного режиму, значення 5–7 балів відповідають значенням помірного, помірно-теплого та теплого клімату (з переважанням помірно теплого/теплого).

За шкалою зволоженості ґрунту, значення варіюються в межах від 2 балів до 8 балів, що відповідає значенням від сухих до вологих та сирих ґрунтових умов з переважанням середньо-вологих (свіжих) ґрунтових умов.

За шкалою кислотності ґрунту значення від 2 балів до 9 балів відповідають значенням від кислих до багатих карбонатних ґрунтів із переважанням від слабко-кислих до слабко-лужних умов.



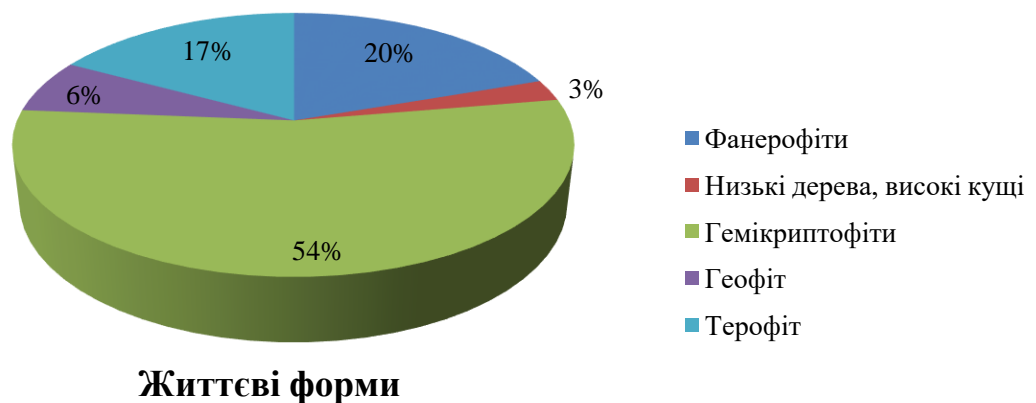
**Рис. 4.2. Показники екологічної структури за шкалою Елленберга**

За шкалою вмісту поживних речовин, значення охоплюють усю шкалу від бідних умов місцезростання до багатих азотом місцезростань, переважають види помірно забезпечених та багатих азотом місцезростань. За шкалою освітленості, значення варіюють від 2 до 9 балів із переважанням світлолюбних рослин.

## 4.2. Біоморфологічний та екоморфологічний аналіз флори досліджуваного регіону

У процесі пристосування до умов навколишнього середовища формуються і життєві форми рослин. Серед класифікації життєвих форм виділяють два основні напрями: біоморфологічний і екоморфологічний.

Згідно з класифікацією І.Г. Серебрякова, частка багаторічних полікарпічних трав (35 видів або 46%), переважає над одно-дворічними монокарпічними травами (24 види або 31,6%). Частка дерев (12 видів) і кущів (5 видів) сумарно складає 22,4% від загальної кількості видів. Розподіл видів за класифікацією Раункієра наведено на рисунку 4.3.



**Рис. 4.3. Розподіл видів за класифікацією К. Раункієра (у відсотках)**

Згідно з отриманих даних, на території кар'єру переважають гемікриптофіти (41 вид). Фанерофіти локалізовані біля схилів, на межі з сільськогосподарськими угіддями, та на ділянках із більш однорідними екологічними умовами. Індикатором нерівномірних умов місцезростань є розселення виду тополя чорна (*Populus nigra* L.) в усіх частинах кар'єру з фенотиповими відмінностями та уповільненням темпу розвитку, особливо в перехідних екотонах.

За структурою надземних пагонів та розміщенням листків трав'янистих рослин переважають безрозеткові (30 видів) і напіврозеткові види (20 видів).

За структурою кореневої системи переважають види зі стрижневою кореневою системою (48 видів), за структурою пагонових надземних і підземних органів, переважають довго-кореневищні (13 видів) і коротко-кореневищні (8 видів).

За характером вегетації переважають літньозелені види (57 видів), за темпами вегетативного розмноження – вегетативнонерухливі (50 видів).

Екологічна структура рослинного покриву відображає розподіл видів флори за екологічними групами. Аналіз екологічної структури вказує на взаємозв'язки живих організмів і середовища.

Пристосування видів до даних чинників середовища є екоморфою. Результат проведеного аналізу екологічної структури флори за відношенням рослин до світла (геліоморфи), вологи (гігроморфи), температури (термоморфи), живлення (трофоморфи) наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

#### Екологічна структура флори піщаного кар'єру

Екоморфа	Кількість видів	% від загальної кількості
Геліоморфа		
Геліофіт	37	48,7
Геліосціофіт	6	7,9
Сціогеліофіт	33	43,4
Трофоморфа		
Оліготроф	2	2,6
Олігомезотроф	8	10,5
Мезотроф	49	64,5
Евтроф	15	19,7
Олігоевтроф	2	2,6
Гігроморфа		
Ксерофіт	3	3,9
Ксеромезофіт	23	30,3
Мезоксерофіт	15	19,7
Мезофіт	30	39,5
Гігромезофіт	5	6,6
Термоморфа		
Мегатерм	40	52,6
Мезотерм	32	42,1
Мікротерм	2	2,6
Евримерм	2	2,6

Переважання світлолюбних рослин в структурі флори є закономірним, вони поширені на добре освітлюваних відкритих ділянках центральної і східної частини кар'єру, а також на вершинах схилів. До таких видів належать підмаренник м'який (*Galium mollugo* L.), незабудка дрібноцвіта (*Myosotis micrantha* Pallex Lehm), люцерна посівна (*Medicago sativa* L.), слива розлога (*Prunus divaricata* Ledeb), конюшина лучна (*Trifolium pratense* L.).

Наявність значної кількості мезотрофних і мезофітних видів свідчить про початок процесів ґрунтоутворення та збільшенням кількості необхідних елементів живлення з поступовим накопиченням гумусових сполук. Види локалізовані в західній і південній частині кар'єру, а також на зовнішній частині схилів та у найглибшій північно-центральної частині кар'єру: бромус м'який (*Bromus hordeaceus* L.), тонконіг лучний (*Poa pratensis* L.), верба біла (*Salix alba* L.), кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* F.H.Wigg), горлянка повзуча (*Ajuga reptans* L.).

Залежно від адаптації до біогеоценозу, виділяють такі види ценоморф: сільванти (лісові види), степанти (степові види), палюданти (болотні види), пратанти (лучні види), рудеранти (бур'янові види), галофіти (види засоленних ґрунтів) [84]. У межах кар'єру визначено наступні основні види ценоморф: значна кількість рудерантів (Ru) – 16 видів; сільвантів (Sil) – 9 видів; пратантів (Pr) – 5 видів; степантів (St) – 8 видів; культивовані (Cul) – 5 видів; петрофітів (Ptr) – 1 вид.

Значну частку складають перехідні типи ценоморф: пратанти-рудеранти (PrRu) – 8 видів; пратанти-сільванти (PrSil) – 6 видів; пратанти-степанти (PrSt) – 5 видів; сільванти-рудеранти (SilRu) – 5 видів; пратант-галофіт (PrPal) – 1 вид; петрофіт-псамофіт (PtrPs) – 1 вид; сільванти-степанти (SilSt) – 2 види; степанти-рудеранти (StRu) – 2 види; культивовані степанти (StCul) – 1 вид; галофіт-рудерал (HalRu) – 1 вид. Повний конспект флори із зазначенням екологічної та ценотичної структури наведено у Додатку Е.

У межах кар'єру сформувалось декілька несанкціонованих сміттєзвалищ, що сприяє синантропізації і значному поширенню видів із високою інвазійною здатністю: золотарника канадського (*Solidago canadensis* L.), стенактиса однорічного (*Stenactis annua* L. Cass), клена ясенелистого (*Acer negundo* L.), щириці зігнутої (*Amaranthus retroflexus* L.) тощо.

До синантропної флори зазвичай відносяться всі види, які ростуть спонтанно на антропогенно-порушених місцезростаннях. За ступенем адаптації до антропогенних змін середовища виділяють автохтонну і аллохтонну фракції.

Автохтонна фракція досліджуваного кар'єрно-відвального комплексу складається із аборигенних видів (25 видів) і переважає над аллохтонною фракцією (18 видів). Серед автохтонної фракції виділяють місцеві види, які перейшли на антропогенні місцезростання – евапофіти (14 видів); види, які активно поширюються в антропогенних місцезростаннях – геміапофіти (8 видів) та випадкові апофіти (3 види).

Типовими представниками автохтонної фракції, виділеної в межах досліджуваного кар'єру, є лопух великий (*Arctium lappa* L.), осот звичайний (*Cirsium vulgare* L.), куничник надземний (*Calamagrostis epigeios* L.), бедринець каменоломний (*Pimpinella saxifraga* L.), морква дика (*Daucus carota* L.), бузина чорна (*Sambucus nigra* L.), люцерна хмелевидна (*Medicago lupulina* L.), підбіл звичайний (*Tussilago farfara* L.), кропива дводомна (*Urtica dioica* L.), хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.), синяк звичайний (*Echium vulgare* L.) тощо.

Серед адвентивної фракції виділено види за часом заселення: археофіти (занесені до кінця XVI ст.) – 10 видів та кенофіти (види-прибульці, занесені в більш пізній період) – 8 видів; за ступенем натуралізації, домінують епекофіти (натуралізовані на повністю трансформованих екотопах) – 14 видів; також виділені агріофіти (натуралізовані в природних чи напівприродних місцезростаннях) – 3 види і ефемерофіти (перебувають у місцевій флорі нетривалий період) – 1 вид.

Видовий склад адвентивної фракції включає в себе такі види як люцерна посівна (*Medicago sativa* L.), полин гіркий (*Artemisia absinthium* L.), золотарник канадський (*Solidago canadensis* L.), будяк пониклий (*Carduus nutans* L.), грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* L.), щириця загнута (*Amaranthus retroflexus* L.), мак дикий (*Papaver rhoeas* L.), клен ясенелистий (*Acer negundo* L.), жовтушник дрібноцвітий (*Erysimum cheiranthoides* L.), розторопша плямиста (*Silybum marianum* L. Gaertn), фіалка польова (*Viola arvensis* Murray), цикорій дикий (*Cichorium intybus* L.) тощо.

Ступінь синантропізації становить 56,6%, що є загрозою для природної флори регіону. Зменшення впливу лімітуючих чинників едафічного середовища забезпечить формування зональної природної флори. Відсутність таких заходів у межах об'єкту дослідження доводить, що диференціація видової структури відбувається саме через вплив антропогенної діяльності та сформовані екотопічні умови.

#### Висновки до розділу 4

Збереження рослинних угруповань різних стадій сукцесії та різноманітна структура піщаних кар'єрів підвищує цінність збереження місць видобування як нових середовищ існування видів.

До складу флори піщаного кар'єру входить 76 видів вищих судинних рослин. Провідне місце серед родин займають родини Asteraceae, Fabaceae, Rosaceae та Poaceae. Більшість родин (17 найменувань) мають низький рівень флористичного запасу (1–2 види), що становить 32,9% від загальної кількості видів. Серед домінуючих типів ареалів виділяють голарктичні, євразійські, плюризональні, європейські типи ареалів.

Аналіз екологічної структури вказує на взаємозв'язки живих організмів і середовища та встановлює ступінь пристосування окремих частин угруповань до найважливіших елементів біогеоценозу. За екологічною структурою, переважають світлолюбні (48,7%), мезотрофні (64,5%),



мезофітні (39,5%), мегатермні (52,6%) види. Серед ценоморф, переважають рудеранти, степанти, пратанти, пратанти-рудеранти, пратанти-сильванти.

Значна диференціація екологічних умов є сприятливими умовами для поширення синантропізації в межах кар'єру: ступінь синантропізації становить 56,6%, що є загрозою для природної флори регіону.

Автохтонна фракція досліджуваного кар'єрно-відвального комплексу складається із аборигенних видів (25 видів) і переважає над аллохтонною фракцією (18 видів).

Відповідно до результатів дослідження було опубліковано фахові статті і тези [154; 160; 166].

## РОЗДІЛ 5

### ВПЛИВ ЗАСТОСУВАННЯ ПОТЕНЦІЙНО-РОДЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ НА СУКЦЕСІЙНУ ДИНАМІКУ ДЕВАСТОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ

#### 5.1 Дослідження зміни водно-фізичних властивостей та елементного складу *ex situ* під впливом сапонітових глин

Для пришвидшення процесів відновлення кар'єрів рекомендовано використовувати сапонітову глину як джерело комплексу мінералів і елементів, які можуть не лише покращити водно-фізичні властивості збідненого субстрату, але й підвищити ефективність фітомеліорації. Використання сапоніту різне, оскільки воно залежить від місця його видобування і фізико-хімічних та структурних властивостей.

Показники, що характеризують властивості сапоніту, наведено в таблиці 5.1 [205].

Таблиця 5.1

#### Основні показники сапонітової глини Ташківського родовища

Показник властивостей	Значення
Густина, кг/м <sup>3</sup>	3,05–3,15
Насипна маса, кг/м <sup>3</sup>	0,96
Гранулометричний склад, %:	
>2 мм	5
від 1 мм до 2 мм	32
від 0,5 мм до 1,0 мм	9
від 0,25 мм до 0,5 мм	14
від 0,1 мм до 0,25 мм	11
Збагачення мінералу шляхом диспергування та відмулювання, %	< 7
Колоїдність, %	11,7–12,2
Присутність органічних домішок, %	< 0,16
Пластичність	28,4
Набухання, %	5,6
Загальна вологість повітряно-сухого зразка, %	10–12
Кількість зв'язаної води (по А.В. Думанському), %	25,9

Проведений аналіз розподілу класів гранулометричного складу анальцим-сапонітової товщі вказує, що від 80% до 90% обсягу породи припадає на класи розмірності 0,1 мм + 0,05 мм, 0,05 мм + 0,025 мм та 0,025 мм + 0,01 мм. Тонкодисперсна складова ( $< 0,005$  мм) становить від 5% до 7% [83].

Хімічний склад сапоніту Ташківського родовища було досліджено на аналізаторі елементного складу Expert [71]. Результати представлені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

**Середній хімічний склад сапоніту Ташківського родовища**

Елементи	Вміст, %
Mg (магній)	$12,136 \pm 1,470$
Al (алюміній)	$7,613 \pm 0,395$
Si (кремній)	$31,164 \pm 0,575$
Ca (кальцій)	$11,974 \pm 0,213$
Ti (титан)	$1,778 \pm 0,058$
V (ванадій)	$0,051 \pm 0,021$
Cr (хром)	$0,041 \pm 0,010$
Mn (марганець)	$0,621 \pm 0,023$
Fe (залізо)	$33,389 \pm 0,591$
Cu (мідь)	$0,073 \pm 0,005$
Zn (цинк)	$0,066 \pm 0,004$
Sr (стронцій)	$0,050 \pm 0,004$
Zr (цирконій)	$0,043 \pm 0,004$

Сапонітова глина є мінералом з високим вмістом Mg. Окрім того, значна частка вмісту елементів припадає на Fe, Si, Ca, Al; присутня і незначна частка Ti. Решту елементного складу представляють елементи V, Cr, Mn, Cu, Zn, Sr, Zr.

Відповідно до попередньо проведених досліджень фізико-хімічних властивостей, встановлено, що сапонітова глина з Ташківського родовища є природним мінералом без додаткових домішок забруднювачів чи важких металів, який проявляє хорошу фільтраційну та адсорбційну здатність, може використовуватись у якості меліоративного матеріалу та є потенційним

матеріалом для покращення структури та елементного складу збіднених субстратів за рахунок хімічного складу та можливості утримувати вологу.

Досліджувані субстрати Андрійковецького та Барсуківського кар'єрів відрізняються між собою за хімічним складом, площею, мінеральним складом та фізико-механічними властивостями піску. Основний вплив на можливість утримання вологи субстратами здійснює гранулометричний та дисперсний склад.

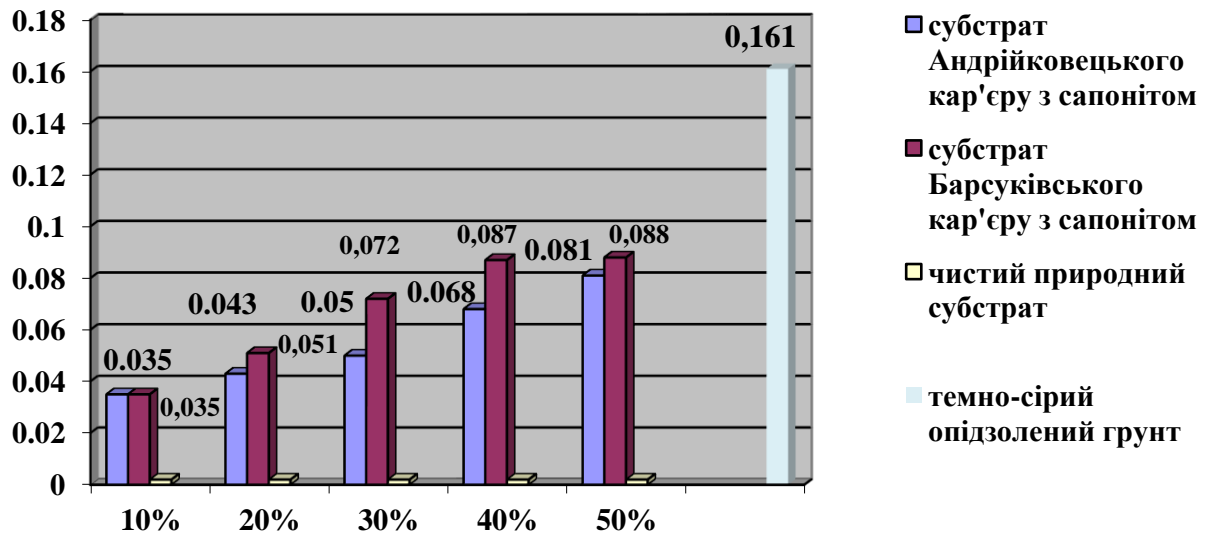
У зразках визначалися такі водно-фізичні параметри, як вміст гігроскопічної води, капілярна вологоємність, повна вологоємність, вологість на межі розкочування та водопідіймальна здатність.

Проміжні значення, необхідні для визначення цих параметрів, наведено в Додатку Є:

- для визначення гігроскопічної води – маса зразків (г) до та після висушування ( $m_1$  та  $m_2$  відповідно), маса зразків (g);
- для визначення капілярної вологоємності – маса (г) порожнього циліндру (a), циліндру з зразком до водонасичення (b) та після водонасичення (c), значення коефіцієнту перерахунку на сухий зразок;
- для визначення повної вологоємності – значення маси (г) зразку після насичення водою (a), маса сухого зразку в циліндрі (b);
- для визначення вологості на межі розкочування – маса (г) висушеного зразку з бюксом ( $m_0$ ), маса вологого зразку з бюксом ( $m_1$ ), маса порожнього бюксу з кришечкою (m).

До зразків відносяться наважки з пробою ґрунту з непорушеної території, чистим субстратом Андрійковецького піщаного кар'єру та Барсуківського піщаного кар'єру та піщано-сапонітовими сумішами.

Результати визначення впливу сапоніту на показник гігроскопічної вологоємності наведено на рисунку 5.1.

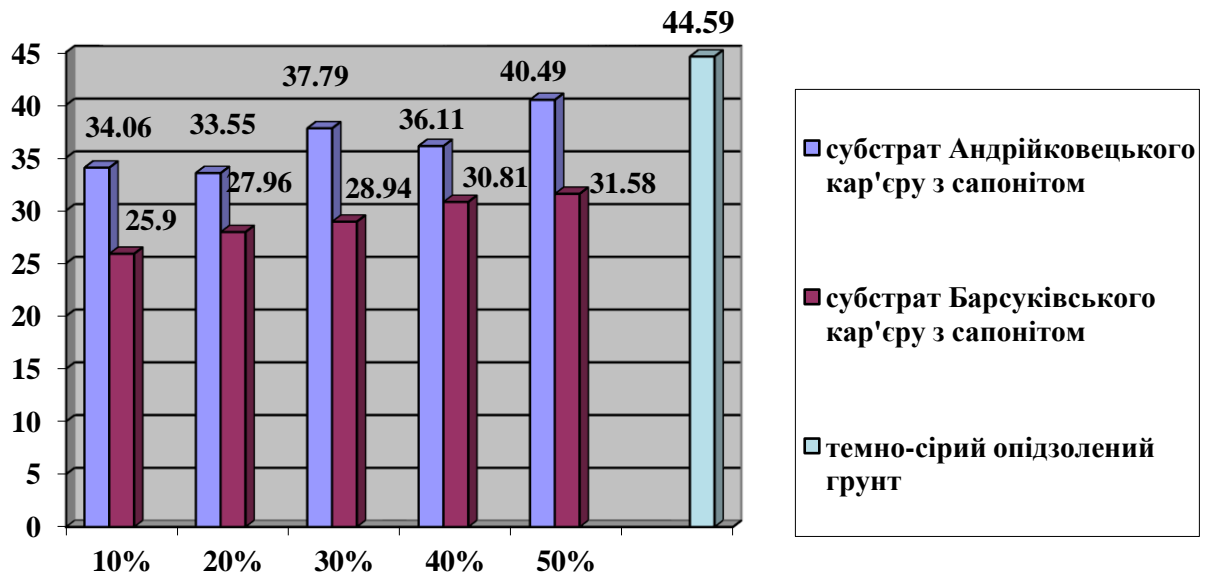


**Рис. 5.1. Результати визначення гігроскопічної вологоємності**

Показники субстрату двох кар'єрів до і після проведення дослідження залишились практично незмінними, що підтверджує їх низьку (практично відсутню) гігроскопічність у чистому природному вигляді.

Згідно з отриманих результатів, сапонітова глина позитивно впливає на водно-фізичні властивості субстрату. Показник гігроскопічної вологоємності при внесенні різних кількостей сапоніту збільшується як у субстраті Барсуківського, так і Андрійковецького кар'єрів. Найнижчі показники фіксуються у зразках з внесенням 10% сапоніту (0,035 для зразків обох кар'єрів). Найвищий показник гігроскопічної вологоємності, який складає 0,088, досягається в субстраті Барсуківського кар'єру з додаванням 50% сапонітової глини. З незначним відхиленням значення гігроскопічної вологоємності 0,081 досягається для зразка субстрату Андрійковецького кар'єру з додаванням 50% сапонітової глини. Значення 0,161, яке характерне для природного ґрунту, не вдається досягти навіть за внесення 50% сапоніту в обох зразках.

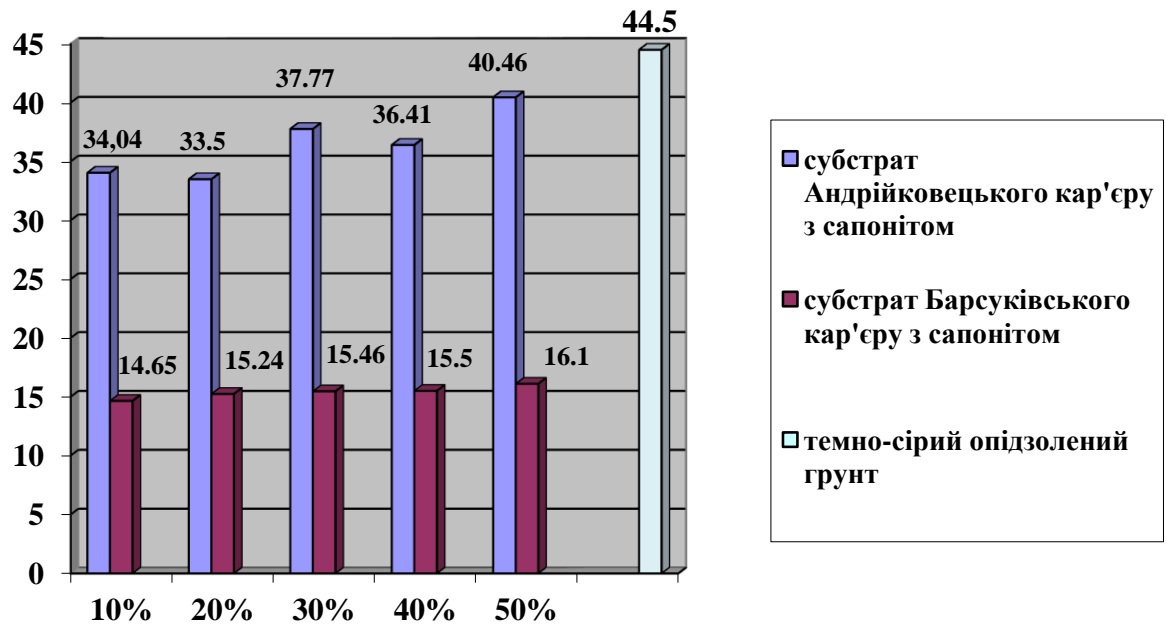
Результати визначення впливу сапоніту на показник капілярної вологоємності наведено на рисунку 5.2.



**Рис. 5.2. Результати визначення капілярної вологоємності**

Подібну тенденцію фіксували і при визначенні показника капілярної вологоємності. Після проведення водонасичення, кращі результати зафіксовано у зразках субстрату Андрійковецького кар'єру: при додаванні 10% сапонітової глини показник капілярної вологоємності становив 34,06. В той же час значення капілярної вологоємності субстрату Барсуківського кар'єру при додаванні 10% становить всього 25,9. Різниця значень між двома субстратами збереглась упродовж усього експерименту: значення капілярної вологоємності при внесенні 50% сапоніту в зразку з субстратом Андрійковецького ка'єру становив 40,49, зразку з субстратом Барсуківського кар'єру – 31,58, при цьому жоден із зразків не досяг значень природного зонального ґрунту – 44,59. Різниця між зразками піщано-сапонітових сумішей і природним ґрунтом є значно меншою, ніж при визначенні показника гігроскопічної вологоємності: для субстрату Барсуківського кар'єру вона складає 1,4 раза, для Андрійковецького – 1,1 раза.

Результати визначення впливу сапонітової глини на показник повної вологоємності наведено на рисунку 5.3.

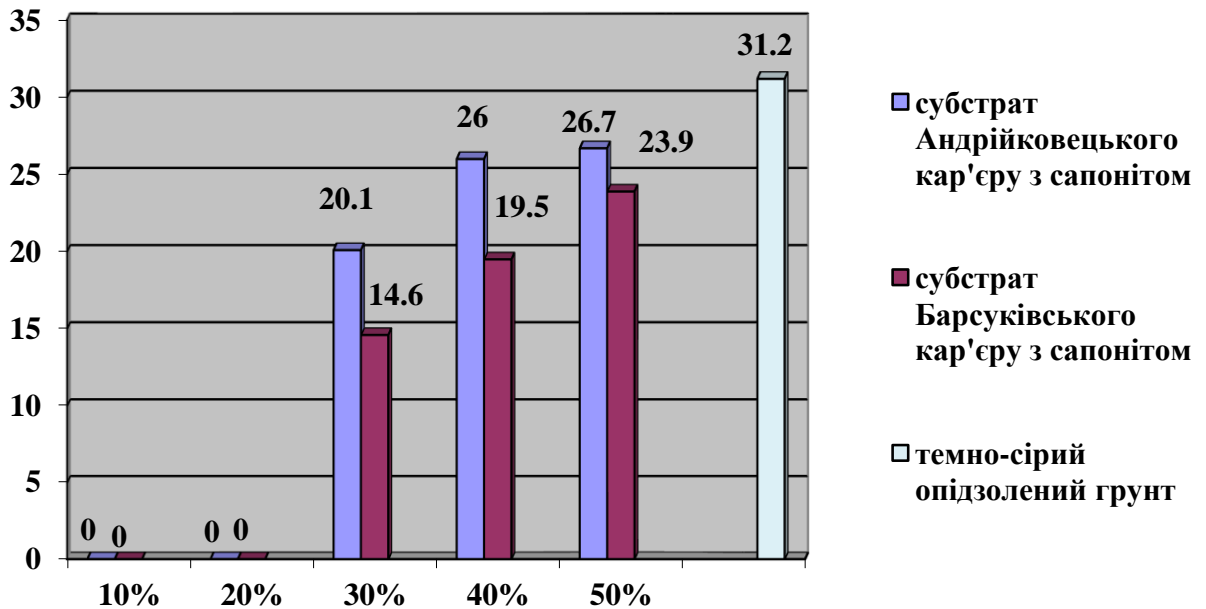


**Рис. 5.3. Результати визначення повної вологості**

Згідно з отриманих результатів, показник повної вологості значно покращився у дослідних зразках, помітніше – в субстраті Андрійковецького кар'єру: при мінімальному дозуванні сапонітової глини у 10%, значення повної вологості становить 34,04, що у 2,3 раза перевищує значення субстрату Барсуківського кар'єру в тому ж дозуванні сапоніту – 14,65. Така тенденція зберігається до дозування в 50% сапонітової глини: показник субстрату Андрійковецького кар'єру становить 40,46 і є наближеним до показника зонального ґрунту – 44,5, хоч і не досягаються відповідні значення; показник субстрату Барсуківського кар'єру становить всього 16,1, що у 2,5 раза менше значення показника Андрійковецького кар'єру і в 2,76 раза менше значення показників повної вологості зонального ґрунту, що є негативною тенденцією.

На нашу думку, така різниця в значеннях субстратів пов'язана з різним фракційним складом субстрату і початком процесів ґрунтоутворення в Андрійковецькому кар'єрі, в той час як у Барсуківському продовжуються видобувні роботи.

Вміст води впливає на зміну форми консистенції – при певному значенні вологості, відбувається зміна пластичності досліджуваних субстратів. Результати визначення впливу сапоніту на показник вологості на межі розкочування наведено на рисунку 5.4.



**Рис. 5.4. Результати визначення вологості на межі розкочування**

Чистий субстрат не характеризується наявністю межі розкочування, адже має незв'язану структуру. При додаванні сапоніту в дозуванні 10% та 20%, значення вологості на межі розкочування було практично відсутнє, тому не враховується (субстрат мав кращу структуру, але цього недостатньо для отримання джгутів, необхідних для подальших досліджень згідно методики). При додаванні 30% сапонітової глини, значення вологості на межі розкочування субстрату Андрійковецького піщаного кар'єру становить 20,1, що більше в 1,37 раза за значення субстрату Барсуківського кар'єру – 14,6. При додаванні 50% різниця між зразками зменшилась: значення субстрату Андрійковецького кар'єру становлять 26,7, що в 1,1 раза більше за значення субстрату Барсуківського кар'єру – 23,9. При додаванні сапонітової глини в дозуванні від 30% до 50% значення вологості на межі розкочування не досягли значень зонального ґрунту – 31,2.



Результати визначення водопідіймальної здатності наведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3

**Результат визначення водопідіймальної здатності**

Час, хв	5	10	15	20	25	30	35	40
Відстань, см								
Ґрунт	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12	-	-
Піщаний субстрат Андрійковецького кар'єру								
10	7,9	10,0	11,5	12,0	-	-	-	-
20	8,0	9,5	11,0	11,5	12,0	-	-	-
30	8,0	9,5	11,0	11,5	12,0	-	-	-
40	6,5	8,0	9,5	10,5	11,5	12,0	-	-
50	5,0	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,0
Піщаний субстрат Барсуківського кар'єру								
10	9,5	12,5	13,0	-	-	-	-	-
20	8,0	10,5	11,0	12,0	13,0	-	-	-
30	6,5	8,5	10,5	11,5	12,0	-	-	-
40	6,0	8,0	9,5	10,5	11,5	12,0	-	-
50	5,5	6,5	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0

Сапонітова глина покращує водопідіймальну здатність як у субстраті Андрійковецького кар'єру, так і Барсуківського кар'єру. Внесення сапоніту в кількості від 30% до 40% забезпечує покращення даного показника до значень природного зонального ґрунту.

Для оцінки якісного складу неорганічної і органічної складових піщано-сапонітових сумішей та визначення сапонітової глини як потенційно-родючого матеріалу (за доступністю неорганічної та органічної складової для рослин, тобто переходом необхідних сполук у розчин) використовували співвідношення піску і сапоніту, яке за даними попередніх досліджень (водно-фізичні і токсикологічні властивості) показало найкращі результати і є економічно доцільним, а саме 70% піщаного субстрату та 30% сапоніту.

Згідно з отриманих спектрів із зразка твердого сапоніту у розчин переходять усі калієвмісні сполуки ( $K_2HPO_4$ ,  $KH_2PO_4$ ,  $K_2CO_3$ ,  $KNO_3$ ). З наявних натрієвмісних сполук ( $Na_2HPO_4$ ,  $NaNO_3$ ,  $Na_3PO_4$ ) у розчин

переходять лише  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  та  $\text{NaNO}_3$ . Також у водних розчин переходять кальцієвмісні речовини ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ), сполуки, що містять магній ( $\text{MgSO}_4$ ), цинк ( $\text{ZnSO}_4$ ), барій ( $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ), купрум ( $\text{CuSO}_4$ ) та силіцій ( $\text{SiO}_2$ ).

При якісному аналізі твердої фази сапоніту і ґрунту встановлено, що сапоніт за складом неорганічної частини практично співпадає із складом зонального ґрунту (15 з 18 речовин). Також сапоніт містить додатково сполуки Fe, Al і Na.

Дещо іншу закономірність спостерігали при якісному аналізі водних проб сапоніту і ґрунту, а саме всі сполуки, що перейшли у розчин сапоніту наявні у водній пробі ґрунту. Це сполуки K, Na, Mg, Zn, Cu. Однак ґрунтовий розчин має більш широкий набір неорганічних сполук, зокрема тут присутні сполуки  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  та  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ .

Аналіз якісного складу таблеток сапоніту і піщано-сапонітових сумішей однозначно свідчить про присутність речовин, характерних для сапоніту. Поряд із цим, наявні сполуки, що властиві піску. Таблетка з піщано-сапонітовою сумішшю А характеризується наявністю таких речовин як  $\text{BaCO}_3$ ,  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$  і  $\text{Mg}_3(\text{OH})_2$ , що пояснюється особливостями піщаного субстрату Андрійковецького кар'єру.

Дані якісного спектрометричного аналізу неорганічної складової зразків свідчать про позитивний вплив сапоніту на склад піщано-сапонітових сумішей у частині забезпечення рослин елементами живлення, таких як макро- і мікроелементи (Mg, K, Na, Cu, Zn, Ca). Це підтверджує позитивний вплив сапоніту на ріст рослин, що був отриманий нами в дослідях із біотестування, і пояснюється тим, що елементи піщано-сапонітового субстрату є доступними для рослин внаслідок їх переходу у субстратний розчин.

Органічна складова досліджуваних зразків має ширший спектр речовин, ніж неорганічна. Відомо, що родючість ґрунтів визначається наявністю комплексу гумінових кислот. У сапоніті як у твердому, так і рідкому станах ідентифіковано наявність гумінової кислоти аналогічно

твердому і водному зразкам зонального ґрунту, що свідчить про підвищення родючості субстратів за внесення сапоніту. Важливим є те, що гумінова кислота із сапоніту переходить у розчин, і це створює передумови забезпечення рослин поживними елементами.

Згідно з отриманих даних спектрального аналізу, з таблетки сапоніту в розчин, окрім гумінової кислоти, переходять стеаринова кислота і її солі – стеарати (кальцій стеарат, натрій стеарат, магній стеарат, літій стеарат), олеамід, моно- і дисахариди (лактоза, цукроза, фруктоза, глюкоза), лауринова кислота та інші органічні речовини (ацетил целюлоза, етилен стеарамід, дипропіленгліколь, етил гептаноат, етил пропінат, діетилфталат).

Таблетки сапоніту та зонального ґрунту схожі за якісним складом органічної складової. Водночас, якісний склад ґрунту відрізняється наявністю додаткових речовин, зокрема етилакрилату, терефталевої кислоти, крохмалю тощо. Аналогічно цьому, розчин зонального ґрунту має значно ширший спектр органічних речовин, порівняно із сполуками, які переходять у розчин із таблетки сапоніту.

Наявність у розчині ґрунту таких речовин, як бутил та диметил фталат, етил та бутил акрилат, терефталева, фталева, пропіонова, адипінова та енантова кислоти, кальцій стеарат, ксиліт, крохмаль, цинк стеарат, метил метакрилат свідчить про особливості зонального ґрунту.

Порівнюючи склад таблеток піщано-сапонітових суміші А та Б, можна зробити висновок про те, що в субстраті Андрійковецького кар'єру розпочались процеси ґрунтоутворення, оскільки склад органіки тут є більший.

Таблетка сапоніту та таблетка з піщано-сапонітовою сумішшю Б характеризуються більшою схожістю, оскільки органічна складова формується виключно за рахунок сапоніту, а внесок піщаного субстрату діючого кар'єру є мінімальним.

Отже, внесення органічних речовин із сапонітом у піщані субстрати збільшує вміст органічних речовин і тим самим може сприяти інтенсифікації

процесів ґрунтоутворення, у т.ч. за рахунок активізації життєдіяльності рослин, мікроорганізмів і ґрунтової фауни.

Таким чином, згідно з спектрального аналізу можна зробити висновок, що при внесенні сапоніту до субстрату піщаних кар'єрів збільшується вміст органічних речовин, що пришвидшує процеси гуміфікації та утворення ґрунтових агрегатів: гумінова кислота сприяє склеюванню ґрунтових часток; вуглеводні цукроза, фруктоза, глюкоза і лактоза створюють живильне середовище для рослин; стеарати і стеаринова кислота є основними мильними компонентами, лауринова кислота є каталізатором піноутворення, їх наявність у піщано-сапонітових сумішах свідчить про їх перехід саме з сапоніту. Результати спектрофотометрії наведено в Додатку Ж.

## **5.2. Біодіагностика піщаних субстратів та дослідження сукцесійної динаміки в умовах *in situ* під впливом сапонітових глин**

Біологічна діагностика ґрунтів дозволяє визначити характер і ступінь антропогенного впливу на ґрунтовий покрив на ранніх стадіях розвитку деструктивних процесів [201]. Для біологічної діагностики досліджуваних субстратів проводилось біотестування. Як тест-відгук використовували схожість насіння, довжину і масу наземної та підземної частини проростків тест-об'єктів. Субстрат вважатиметься фітотоксичним, якщо величина тест-функції в досліді вірогідно нижче такої у контрольному зразку. Субстрати, які тестуються, мають стимулюючі властивості, якщо величина тест-функції в досліді вірогідно вище такої у контрольному зразку.

Результати визначення фітотоксичності зонального ґрунту, чистого субстрату Андрійковецького (А) кар'єру та піщано-сапонітових сумішей за усередненими значеннями наведено в таблиці 5.4.

Відповідно до результатів проведеного біотестування, значення, отримані в зразках із піщано-сапонітовими сумішами були значно менші, ніж у контролі.

Таблиця 5.4

**Результати біотестування піщано-сапонітових субстратів  
Андрійковецького кар'єру**

№	Стебло		Корінь	
	Середня довжина, см	Середня маса, г	Середня довжина, см	Середня маса, г
Контроль	5,8	0,025	7,52	0,0075
А (чистий)	2,46	0,010	2,89	0,060
А+10	2,14	0,015	3,62	0,004
А+20	2,49	0,015	3,79	0,005
А+30	3,51	0,025	4,42	0,006
А+40	4,07	0,020	4,64	0,007
А+50	4,15	0,025	4,70	0,007
НІР	0,02	0,001	0,02	0,001

Проростання тест-об'єктів відбулось на третю добу дослідження, в зразках з дозуванням 50% сапонітової глини проростання відбулось на четверту добу. Кращі результати вимірів маси та довжини підземної та надземної частини тест-об'єктів фіксувались при додаванні сапонітової глини в дозуванні від 30% до 50%. Значення чистого субстрату та піщано-сапонітової суміші з дозуванням сапоніту в 10% мали найгірші показники. Навіть за додавання 50% сапонітової глини не вдалось наблизитись до значень зонального ґрунту, особливо відрізняється середня довжина підземної частини тест-об'єктів (у 1,6 раза менша, ніж у контролі).

Результати визначення фітотоксичності зонального ґрунту, чистого субстрату Барсуківського (Б) кар'єру та піщано-сапонітових сумішей за усередненими значеннями наведено в таблиці 5.5.

Результати досліджень показали, що проростання насіння крес-салату у зразках із додаванням сапонітової глини почалось на третю добу. Найгірші показники проростання та розвитку біомаси фіксувались у чистому субстраті та в піщано-сапонітових сумішах із дозуванням сапонітової глини 10% та 20%.

Таблиця 5.5

**Результати біотестування піщано-сапонітових субстратів  
Барсуківського кар'єру**

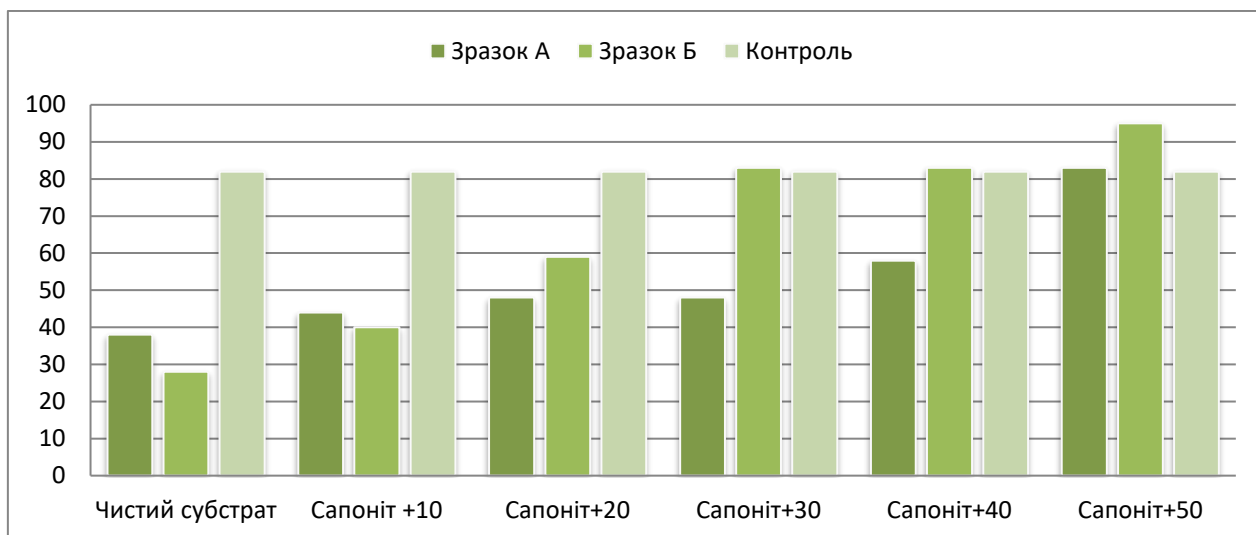
Варіант	Стебло		Корінь	
	Середня довжина, см	Середня маса, г	Середня довжина, см	Середня маса, г
Контроль	5,8	0,025	7,52	0,0075
Б	2,40	0,005	2,80	0,003
Б+10	2,56	0,006	2,85	0,004
Б+20	2,86	0,01	4,10	0,004
Б+30	3,13	0,02	4,19	0,007
Б+40	4,09	0,02	5,68	0,008
Б+50	5,10	0,02	6,03	0,008
НІР	0,02	0,001	0,02	0,001

На п'яту добу спостереження, різниця у кількості пророслих рослин субстратів та піщано-сапонітових сумішей Андрійковецького та Барсуківського кар'єрів стала помітніша: довжина стебел тест-об'єктів на зразках Андрійковецького кар'єру була більша. На восьму добу дослідження проростки крес-салату одного з зразків чистого піщаного субстрату Барсуківського кар'єру почав в'янути.

Кращі результати вимірів маси та довжини підземної та надземної частини тест-об'єктів фіксувались при додаванні сапонітової глини в дозуванні від 30% до 50%. За додавання 50% сапонітової глини, значення маси та довжини підземної та надземної частин тест-об'єктів були наближені до значень зонального ґрунту (значення в 1,2 раза менші, ніж у контролі).

Результати визначення схожості насіння наведено в Додатку 3. Усереднені значення схожості насіння Андрійковецького (А) кар'єру та Барсуківського (Б) кар'єру наведені на рисунку 5.5.

Аналіз схожості насіння тест-об'єктів та фіксація середнього значення зразків відбувалось на десяту добу дослідження.

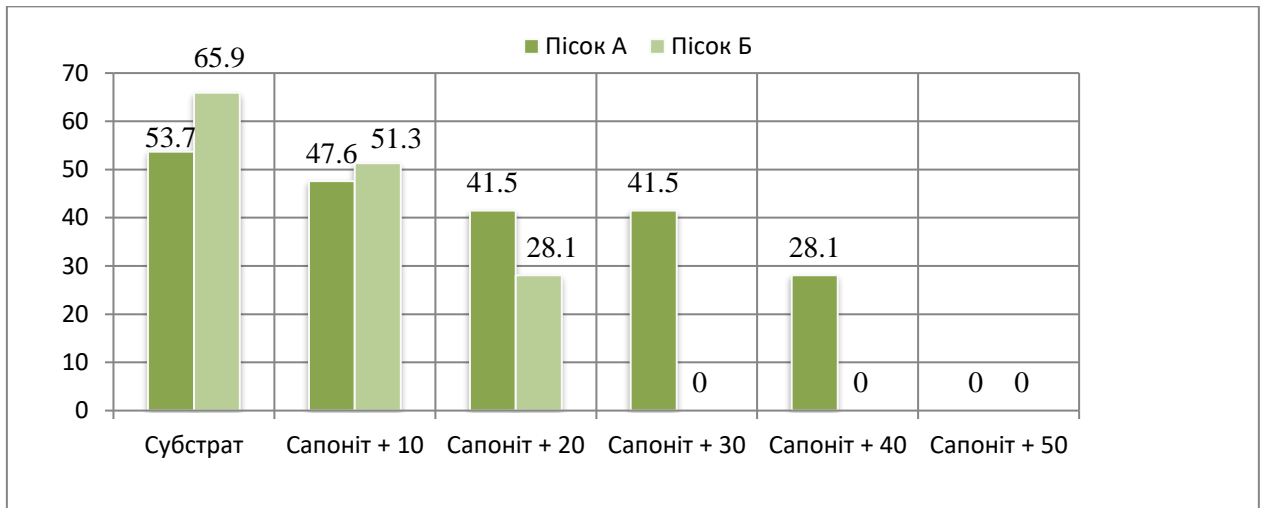


**Рис. 5.5. Середнє значення схожості насіння (шт)**

Аналіз схожості насіння тест-об'єктів та фіксація середнього значення зразків відбувалось на десяту добу дослідження. Найгірші показники схожості зафіксовані у чистих субстратах обох кар'єрів (38 тест-об'єктів Андрійковецького кар'єру та 28 тест-об'єктів Барсуківського кар'єру). Встановлено, що у зразках субстрату з додаванням сапонітової глини від 30% показник схожості насіння наближається до показників контролю. При додаванні 30% глини в субстрат Барсуківського кар'єру та 50% сапоніту в субстрат Андрійковецького кар'єру значення схожості насіння перевищувало значення природного зонального ґрунту. Таким чином, внесення сапоніту у кількості від 30% є найбільш оптимальним, за якого покращується показник схожості насіння у тест-об'єктах.

Результат визначення відсотку інгібування тест-об'єктів наведено на рисунку 5.6.

Відсоток інгібування вказує на придатність субстратів для росту та розвитку рослин. Відповідно до результатів, відсоток інгібування чистих піщаних субстратів обох кар'єрів є високим (субстрат Барсуківського кар'єру має вищий відсоток інгібування, ніж субстрат Андрійковецького кар'єру у 1,2 раза). Після додавання 30% сапоніту у бустрат Барсуківського кар'єру, відсоток інгібування знизився до нуля.

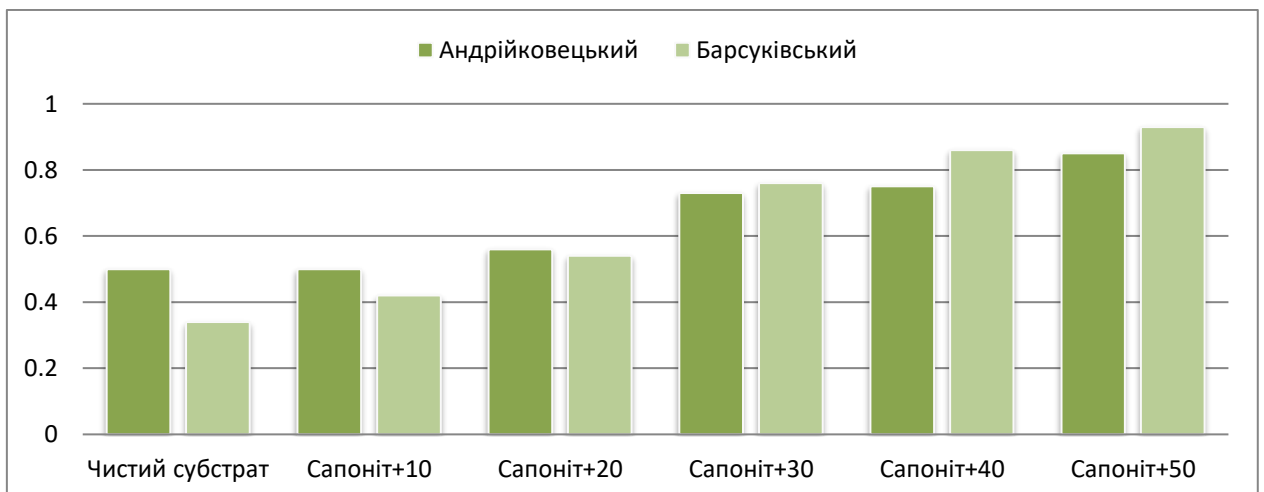


**Рис. 5.6. Відсоток інгібування тест-об'єктів (у %)**

Відсоток інгібування субстрату Андрійковецького кар'єру наблизився до нульової позначки після додавання 50% сапоніту, до цього мав стабільну тенденцію до зниження даного показника, як і субстрат Барсуківського кар'єру.

Дані визначення індексів токсичності за такими тест-функціями, як довжина стебла та кореня (см), маса стебла та кореня (г), схожість насіння наведено в Додатку 3.

Середнє значення індексу токсичності субстратів Андрійковецького і Барсуківського кар'єрів та піщано-сапонітових сумішей з відповідними дозами сапонітової глини наведено на рисунку 5.7.



**Рис. 5.7. Зміна індексу токсичності субстратів кар'єрів**



Згідно з отриманих даних, піщаний субстрат з Андрійковецького кар'єру з показником 0,5 відноситься до III класу токсичності, після додавання сапонітової глини у кількості 30% цей показник значно покращився, при додаванні 50% – мав значення, що відповідає IV класу токсичності.

Піщаний субстрат Барсуківського кар'єру мав значно гірший показник токсичності та відповідав II класу токсичності, що достатньо близько до значень непридатного середовища. Проте з додаванням 30% сапонітової глини показник покращився до рівня IV класу токсичності, а при додаванні 50% сапоніту – значення відповідає V класу токсичності, що визначає отриману величину на рівні контролю.

Для дослідження впливу сапонітової глини на динаміку сукцесіїв умовах *in situ*, в східній частині кар'єру було сформовано чотири дослідні ділянки, розміром 2 м × 2 м кожна.

На двох дослідних ділянках вносили шар сапоніту, дві інші ділянки контрольні. Координати розташування дослідних ділянок і контрольних площ наведено в таблиці 5.6.

До початку експерименту, ці ділянки характеризувались відсутністю рослинного покриву, оскільки розташовувались біля місць несанкціонованого видобутку піску.

Таблиця 5.6

#### Географічні координати дослідних ділянок

№ з/п	Ділянка	Координати
1	Сапоніт 1	49°18'20.79" Пн 26°48'15.13" Сх
2	Контроль 1	49°18'21.04" Пн 26°48'15.16" Сх
3	Сапоніт 2	49°18'20.57" Пн 26°48'14.98" Сх
4	Контроль 2	49°18'20.32" Пн 26°48'14.90" Сх

За час трьохрічного експерименту, загальна площа ділянок з відсутнім та майже відсутнім рослинним покривом зменшилась на ділянках із сапонітовою глиною. На ділянці Сапоніт 1 додатково відбулось заселення

таких монокарпічних видів як жовтушник лакфіолевидний (*Erysimum cheiranthoides* L.), щириця загнута (*Amaranthus retroflexus* L.) і полікарпічних трав – конюшина повзуча (*Trifolium repens* L.), золотарник канадський (*Solidago canadensis* L.). На ділянці Сапоніт 2 зафіксовано появу видів люцерна посівна (*Medicago sativa* L.), грястиця збірна (*Dactylis glomerata* L.). Поява представників роду Fabaceae забезпечує насичення збіднених субстратів азотом, що сприяє подальшим процесам ґрунтоутворення.

Як висновок, використання сапонітової глини як меліоранта забезпечує покращення структури субстрату, утримання мінімальної вологи у верхніх шарах та покращує неорганічну і органічну складову.

### Висновки до розділу 5

Для пришвидшення процесів відновлення кар'єрів рекомендовано використовувати сапонітову глину як джерело комплексу мінералів та елементів, які можуть не лише покращити водно-фізичні властивості збідненого субстрату, але й підвищити ефективність фітомеліорації.

Дослідження впливу сапонітової глини на водно-фізичні властивості вказують на покращення структури субстрату та можливості утримання ґрунтової вологи: найкращі результати показано при дослідженні повної вологоємності, водопідіймальної здатності та вологи на межі розкочування. Сапонітова глина впливає і на показник фітотоксичності: встановлено покращення схожості насіння порівняно з чистим субстратом, а індекс токсичності піщаного субстрату Андрійковецького кар'єру з III класу токсичності змінився на IV, а індекс токсичності піщаного субстрату Барсуківського кар'єру з II класу токсичності відповідає V класу токсичності.

Дослідження сапонітових сумішей на спектрофотометрі Фур'є підтвердило доцільність використання сапонітової глини не лише як поліпшувача водно-фізичних властивостей, але і елементних складових: аналіз твердої та рідкої фази виявлено перехід значної кількості неорганічних і органічних елементів у розчин, що робить їх доступними для рослин та

підтверджує можливість використання сапонітової глини як потенційно-родючих матеріалів та сприяти інтенсифікації процесів ґрунтоутворення.

Внесення сапоніту на дослідні ділянки в межах кар'єру сприяло швидшій появі рослинного покриву, у порівнянні із контрольними ділянками без додаткових матеріалів. За час трьохрічного експерименту, загальна площа ділянок із відсутнім та майже відсутнім рослинним покривом зменшилась на ділянках із сапонітовою глиною.

В першій половині дослідження, на цих ділянках, як і на контрольних, відбулось піонерне заселення таких видів як підбіл звичайний (*Tussilago farfara* L.), морква дика (*Daucus carota* L.), тонконіг лучний (*Poa pratensis* L.). З появою піонерних видів, у другій частині дослідження фіксуємо появу ряду монокарпічних трав на обох ділянках із сапонітом, зокрема буркун білий (*Melilotus albus* Medik), полин звичайний (*Artemisia vulgaris* L.) і виду полікарпічних трав конюшина лучна (*Trifolium pratense* L.).

Використання сапонітової глини як меліоранта забезпечує покращення структури субстрату та утримання мінімальної вологи у верхніх шарах.

Результати проведених досліджень було опубліковано в наукових статтях та матеріалах конференцій [140; 154; 164; 169].

## РОЗДІЛ 6

# КАР'ЄРНО-ВІДВАЛЬНІ КОМПЛЕКСИ ЯК ПОТЕНЦІЙНІ СТРУКТУРНІ ЕЛЕМЕНТИ РЕГІОНАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ МЕРЕЖІ

### 6.1. Кар'єрно-відвальні комплекси гірничо-промислових ландшафтів як структурні елементи регіональної екомережі

Біорізноманіття є важливим компонентом навколишнього природного середовища, яке забезпечує такі екологічні функції, як підтримання якості повітря та води, біорозкладання відходів, підтримання родючості ґрунту, кругообігу речовин та енергії, регулювання клімату тощо.

Вирішення проблеми збереження біотичного і ландшафтного різноманіття (БЛР) на біосферному рівні бере початок із регіональних природно-заповідних мереж (ПЗМ), які є своєрідним «каркасом» екологічної рівноваги природних систем. Природно-заповідні об'єкти і території (ПЗОіТ) виконують роль банку генофонду рослинного і тваринного світу, адже вони створюються першочергово на ділянках, що вирізняються багатством флори і фауни та їх різноманіття [171].

Потенційними територіями для дослідження є території які потребують додаткових заходів з ренатуралізації, рекультивації, репатріації, заліснення, залуження тощо – відновлювальних територій, які в складі екомережі здатні забезпечувати просторову цілісність та досягнути екологічного балансу. Перспективними об'єктами для використання у якості резервних територій для подальшого включення і розширення екомережі є кар'єрно-відвальні комплекси з видобутку корисних копалин. Ця зона – потенційний резерв території, за рахунок якої можливе розширення екомережі у майбутньому, особливо площ ключових і сполучних територій. Певна відновлювальна територія (ВТ) після вжиття відповідних заходів щодо ренатуралізації може бути включена до складу ключової чи сполучної території або перетворитися

на них. Тому основним критерієм вибору ВТ є збереження в них середовищ існування (оселищ), якщо навіть природне біорізноманіття частково знищене. Критерії щодо вибору таких ділянок ще повністю не розроблені, але можна виділити два основних – критерії умовної відповідності та критерії реальних можливостей.

В першому випадку, потенційні землі оцінюють за критеріями, які виносять до основних структурних елементів екомережі – природних ядер, буферних зон, екологічних коридорів. Територія розглядається як така, що буде відповідати встановленим критеріям після проведення належних заходів з ренатуралізації: відновлення природної рослинності, реінтродукції, підселення популяцій, зміни розмірів і конфігурації території тощо. В другому випадку, оцінюють реальний стан і доцільність проведення ренатуралізації: території, які пропонуються у якості відновлюваних територій, можуть повністю відповідати критеріям умовної відповідності структурних елементів екомережі.

Поділля є одним з найбільш перспективних унікальних регіонів України щодо збереження ландшафтно-біотичного різноманіття і відновлення девастрованих земель. Поділля активно і різнобічно використовувалося для господарського освоєння, маючи значні природні ресурси. За цей період людина докорінно змінила натуральні ландшафти і створила низку антропогенних ландшафтних комплексів.

Швидкі темпи урбанізації, низький відсоток заповідності територій, втрата лісових екосистем, руйнування цілісності ландшафтних комплексів призвели до швидкої втрати значної частини біорізноманіття. В Україні пошук оптимальних еколого-збалансованих рішень для подальшого відновлення і використання гірничо-промислових ландшафтів є пріоритетним науковим напрямом. Процеси природного відновлення біогеоценотичного покриву та рельєфу порушених земель проходять повільно або можуть бути неефективними і недієвими.

В умовах Правобережного Лісостепу України, зокрема в межах Поділля, в місцях прямого видобутку сформувалися кар'єрно-відвальні комплекси, які набули рис так званих «бедлендів», тому існує необхідність у рекультивації порушених та відпрацьованих гірничо-промисловою діяльністю земель, загальною площею понад 3 тис. га. Стан природно-заповідного фонду та відсоток заповідності території Поділля, зокрема Центрального Поділля, за статистичними даними наведено в таблиці 6.1 [157].

Таблиця 6.1

**Рейтинг адміністративно-територіальних одиниць за величиною територій ПЗФ у відсотках від їхньої загальної площі**

Назва АТО (адміністративно-територіальній одиниці)	Площа АТО, га	Фактична площа ПЗФ, га	% заповідності	% суворої заповідності	Кількість об'єктів ПЗФ	Щільність об'єктів ПЗФ	Рейтинг по країні
Вінницька область (Східне Поділля)	2 649290	60189,44	2,27	0,53	428	1,6	27
Хмельницька область (Центральне Поділля)	2 062900	328467,39	15,15	0,49	523	2,53	4
Тернопільська область (Західне Поділля)	1 382400	123349,07	8,92	0,69	643	4,7	11
<b>Загалом</b>	<b>6 094590</b>	<b>512 005,91</b>	<b>8,40</b>	<b>0,57</b>	<b>1594</b>	<b>2,94</b>	<b>14</b>

У межах Поділля є всі необхідні умови і ресурси для розбудови регіональної екомережі: природно-заповідні території та об'єкти загальнодержавного і місцевого значення, водні об'єкти, лісові екосистеми, зони рекреації, курортні території, залишки напівприродної і природної рослинності, значна частка яких належить агроландшафтам з одно- і багаторічними насадженнями.

Розглянемо стан перспективних для заповідання ділянок у межах Бужоцько-Бужько-Вовксько-Смотрицького екокоридору регіональної екомережі Центрального Поділля.

Бужоцько-Бузько-Вовксько-Смотрицький екокоридор є сполучною територією місцевого рівня і включає долини річок Бужок, Південний Буг, Вовк та Смотрич і має загальну довжину 172 км. Екокоридор з'єднує між собою Верхньопобузьке, Городоцьке і Товтринське природні ядра, сполучає Південнобузький національний довготний екокоридор із Дністровським транснаціональним екокоридором та є частиною широтного Галицько-Слобожанського екокоридору [231].

Уздовж Бужоцько-Бузько-Вовксько-Смотрицького екокоридору розташовано 26 природно-заповідних територій і об'єктів. Перелік виявлених ділянок неметалічних корисних копалин в межах Бужоцько-Бузько-Вовксько-Смотрицького екокоридору регіональної екомережі Центрального Поділля за даними ДП «Держгеоінформ» [90] наведено в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2

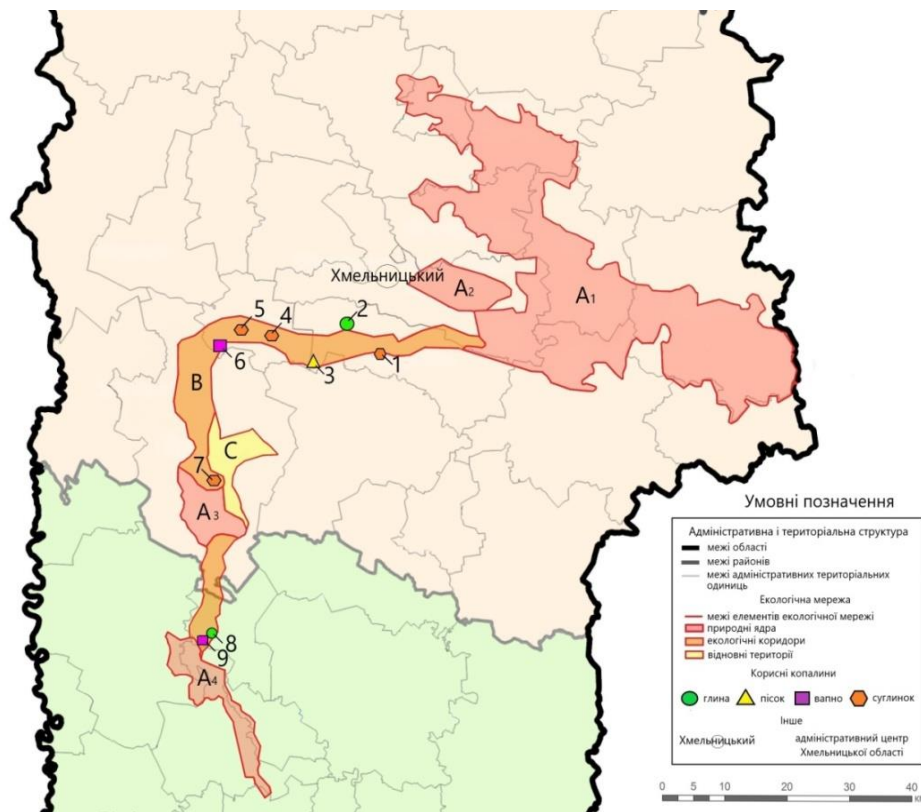
#### Перелік виявлених родовищ корисних копалин

№ п/п	Назва об'єкту	Площа, км <sup>2</sup>	Вид корисних копалин	Статус розробки
1	Перегінка-Північ	0,161	Продуктивна частина – суглинок, підшва - глина	Не розробляється
2	Нижчевовківцеве	0,128	Продуктивна частина - глина	Не розробляється
3	Андрійковецьке	0,015	Продуктивна частина – пісок, підшва – глина	Не розробляється
4	Гвардійське	0,0583	Продуктивна частина – суглинок, підшва – глина	Не розробляється
5	Доброгорщанське	0,057	Продуктивна частина – суглинок, підшва – пісок	Розробляється
6	Жучковецьке	0,054	Покрівля – глина, продуктивна частина – вапняк, підшва – пісок	Не розробляється
7	Городоцьке	0,142	Продуктивна частина – суглинок, підшва – глина	Розробляється
8	Південно-смотрицьке	-	Продуктивна частина – глина, підшва – глина + суглинок	Не розробляється
9	Смотрицьке	0,3704	Покрівля – глина, продуктивна частина – вапняк, підшва - глина	Розробляється

Частина території глибоко ерозійно розчленована, значні площі займають сільськогосподарські угіддя. В межах цього екокоридору

знаходяться родовища корисних копалин, які наразі знаходяться в розробці, та техногенно-порушені землі після припинення видобування, які потребують подальших заходів для відновлення і стабілізації екологічної рівноваги. Значна частка порушених видобуванням земель припадає на локалізовані родовища таких корисних копалин як глини, суглинку, вапняку і піску.

Кар'єри в регіоні є оригінальними за своїм походженням, структурою, умовами, природними властивостями, просторовим розташуванням, особливістю геологічної будови, характером біотично-ландшафтної структури, господарським освоєнням. Схематичне зображення розташування кар'єрів в межах Бужоцько-Бузько-Вовксько-Смотрицького екокоридору зображено на рисунку 6.4.



Елементи екомережі: А1–Верхньопобузьке природне ядро, А2 – Давидковецьке природне ядро, А3 – Городоцьке природне ядро, А4 – Чернецько-Колубаївське суб'ядро локальної екомережі, В – Бужоцько-Бузько-Вовксько-Смотрицький екокоридор, С – Жищинецька відновлювальна територія; Родовища: 1 – Перегінка-Північ, 2 – Нижчевовківцевьке, 3 – Андрійковецьке, 4 – Гвардійське, 5 – Доброгорщанське, 6 – Жучковецьке, 7 – Городоцьке, 8 – Південносмотрицьке, 9 – Смотрицьке).

**Рис. 6.4. Розташування родовищ корисних копалин в межах Бужоцько-Бузько-Вовксько-Смотрицького екокоридору**



У межах території також розташовані перспективні ділянки для розробки паливно-енергетичної сировини – торфу, при розробці якого щороку порушується понад 26 тис. га продуктивних земель у регіоні: Андрійковецьке і Гелетинське родовища. Андрійковецьке є перспективним для подальших розробок, Гелетинське – зазолене. В межах торф'яних родовищ і кар'єрних виїмок, процес природного самозаростання є тривалим, продуктивність фітоценозів низька і залежить від екологічних умов та інших чинників.

Після припинення добування корисних копалин, одним із етапів, необхідних для проектування заходів із рекультивації і відновлення природного потенціалу територій є ідентифікація цих ділянок у геопросторі та визначення рівня антропогенного впливу за типами порушень у межах девастрованих земель. Оцінка сучасного стану місць видобування корисних копалин здійснювалася за допомогою аерокосмічних і аерофотознімків методами дистанційного зондування. Супутникові дані (станом на 2021 р.) виявлених девастрованих ділянок зображені на рисунку 6.5.



**Рис. 6.5. Стан гірничо-промислових ландшафтів за даними супутникових знімків**

Відновлення таких ділянок має здійснюватись за ландшафтно-екологічними принципами, які будуть враховувати природні чинники та сприяти формуванню високопродуктивних фітоценозів, припинення негативного впливу тощо.

Згідно з отриманих супутникових даних, у межах кар'єрів, що на цей момент не розробляються, фіксується поява рослинного покриву, що є важливим чинником ґрунтоутворення: відбувається накопичення елементів, гумусних сполук, змінюється водний режим і трансформується техногенний субстрат у ґрунт. За сприятливих умов, процес самозаростання проходить від початкової сукцесійної стадії піонерного освоєння окремими осередками до формування складних стійких фітоценозів.

## **6.2 Андрійковецький піщаний кар'єрно-відвальний комплекс як відновлювальна територія регіональної екомережі**

Основним критерієм вибору відновлювальної території є збереження в них середовищ існування (оселищ), якщо навіть природне біорізноманіття частково знищене. Нами запропоновано виділяти відновлювальні території регіональної екомережі на основі таких критеріїв: 1) ступеня природності території; 2) рівня біорізноманіття (відповідає корінним типам певних екосистем); 3) ландшафтно-ценотичної репрезентативності; 4) структурно-функціонального призначення; 5) існуючого режиму збереженості; 6) площі (конфігурації). Через встановлені критерії, оцінку відновлювальної території (ВТ) регіональної екомережі можна визначати за 5-бальною шкалою: 1 бал – низька, 2 – задовільна, 3 – добра, 4 – висока, 5 – дуже висока.

Оцінка ВТ регіональної екомережі дає можливість здійснити їх типологічне ранжування, встановивши 5 груп за сумарним показником значущості: 1 група – найвищий показник у регіоні; 2 група – високий; 3 група – середній; 4 група – задовільний; 5 група – низький. Здійснене типологічне ранжування відновлювальної території регіональної екомережі

Поділля засвідчило про їх істотну диференційованість за основними критеріями виділення.

Відновлювальні території 1-ої, 2-ої і 3-ої груп переважно відповідають вказаним критеріям, їх зони можуть бути залучені до виконання комплексних науково-дослідних робіт для виділення на місцевості (встановлення конкретних меж, конфігурації).

Відновлювальні території 4-ої і 5-ої груп потребують проведення комплексу заходів охорони, які б забезпечували збереження і відтворення біорізноманіття в структурі природних коридорів регіональної екомережі. Виділені відновлювальні території репрезентують усі групи ландшафтів Поділля, відповідають загальнонауковим і практичним підходам до їх формування. Вони охоплюють практично всі характерні для регіону типи біотопів (оселищ) і, відповідно, флористично-фауністичне різноманіття.

Однак формуванню відновлювальних територій у низці ландшафтів передуватиме створення заповідних об'єктів, проведення значних природо-відновних ренатуралізаційних заходів, оптимізація землекористування структурних елементів екомережі.

Виділення ВТ – Андрійковецького піщаного кар'єру як складової гірничо-промислового ландшафту в структурі регіональної екомережі Центрального Поділля проводили з урахуванням наступних критеріїв (за умовно-прийнятою 5-бальною шкалою [157]):

1. Ступінь природності (трансформованості) території/ландшафту. Здійснювали за допомогою карти, де визначали ступінь поширення природних елементів ландшафту і оцінювали його за наступною шкалою: 5 балів – природні елементи ландшафту покривають ВТ, яка аналізується, понад 41%, 4 бали – 31–40%, 3 бали – 21–30%, 2 бали – 11–20%, 1 бал – менше 10%.

У межах досліджуваного кар'єру ступінь природності зафіксували в межах 11–20%;

2. Рівень біорізноманіття. Цей критерій визначали з врахуванням ботанічної і фауністичної значимості. Ботанічна значимість визначається за флористичним різноманіттям, яке оцінюється за загальною кількістю видів, занесених до: ЧС МСОП (2018); ЄЧС (1991); Конвенції про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ (оселищ) існування в Європі (Берн, 1979); Конвенції про міжнародну торгівлю видами дикої флори і фауни, що перебувають під загрозою зникнення (CITES, Вашингтон, 1973); ЧКУ (2009); регіонально рідкісних видів, що знаходяться на території Поділля; кількість ендемічних і реліктових видів; кількість видів, що знаходяться на межі ареалу. Фауністична значимість визначається за критеріями фауністичного різноманіття, яке оцінюється за загальною кількістю видів та видів, занесених до: ЧС МСОП (2018); ЄЧС (1991); додатків до Конвенції про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі (Берн, 1979); додатку до Конвенції про міжнародну торгівлю видами дикої флори і фауни, що перебувають під загрозою зникнення (CITES, Вашингтон, 1973); ЧКУ (2009); Конвенції про збереження мігруючих видів диких тварин (CMS, Бонн, 1979); Угоди про збереження кажанів в Європі (EUROBATS, Бонн, 1979); Угоди про збереження афро-євразійських мігруючих водно-болотних птахів (AEWA, Гаага, 1995); переліку регіонально рідкісних видів тварин.

За результатами попередніх досліджень встановлено, що рослинність піщаного кар'єру не має созологічного значення, однак в його межах вже була зафіксована поява таких видів як крук (*Corvus corax*), серпокрилець чорний (*Apus apus*), куріпка сіра (*Perdix perdix*), які включені до III Додатку Бернської конвенції [76] і потребують охорони.

3. Ландшафтно-ценотична репрезентативність. Для її визначення враховували поширення в межах типових і унікальних ландшафтів рідкісних фітоценозів (лісових, чагарникових, наскельно-степових, степових, лучно-степових, лучних, лучно-болотних, водно-болотних, прибережно-водних, а також тих, що внесені до ЗКУ): 5 балів – поєднання в межах ВТ 5 і більше

основних (репрезентативних) екосистем, 4 бали – 4 основних екосистем, 3 бали – 3 основних екосистем, 2 бали – 2 основних екосистем, 1 бал – виключно однієї екосистеми.

У межах піщаного кар'єру рідкісні типи фітоценозів не фіксувалися;

4. Функціональне призначення. Оцінюється за наступною шкалою: 5 балів – ВТ знаходяться в межах природного ядра міжнародного рівня чи національного ЕК, 4 бали – національного рівня чи національного ЕК, 3 бали – міжрегіонального (міжобласного) рівня чи регіонального ЕК, 2 бали – локального рівня чи локального ЕК, 1 бал – перспективного природного ядра чи перспективного ЕК.

Андрійковецький піщаний кар'єр розташований в межах Бужоцько-Бузько-Вовксько-Смотрицького місцевого екокоридору відповідно до Регіональної схеми формування екологічної мережі Хмельницької області [192];

5. Існуючий режим збереженості. Оцінювали за наступною шкалою: 5 балів – ВТ знаходиться в межах функціонуючого ПЗ чи перспективного БСЗ, 4 бали – функціонуючого і перспективного НПП, 3 бали – функціонуючого і перспективного РЛП, 2 бали – функціонуючого і перспективного заказника загальнодержавного значення, 1 бал – функціонуючого і перспективного заказника місцевого значення та заповідного урочища.

Існуючий режим збереженості Андрійковецького піщаного кар'єру – задовільний;

6. Площа об'єкту. Оцінювалась за наступною шкалою: 5 балів – площа ВТ, яка знаходиться в межах природного ядра і ЕК ЕМ, становить більше 400 га, 4 бали – 400–300 га, 3 бали – 299–200 га, 2 бали – 199–100 га, 1 бал – менше 100 га.

Площа Андрійковецького піщаного кар'єру становить 1,5 га (0,015 км<sup>2</sup>).

Сумарний показник значимості Андрійковецького піщаного кар'єру як потенційної відновлювальної території в структурі регіональної екомережі, відповідно до проведеної оцінки, відповідає низькому рівню.

Результат оцінки функціональних можливостей потенційної ВТ (у балах) наведено у таблиці 6.3.

Таблиця 6.3

**Оцінка Андрійковецького піщаного кар'єру як потенційної відновлюваної території регіональної екомережі Центрального Поділля**

Назва території	СП	Рівень БР	ЛЦР	ФП ВТ	РЗ ВТ	Площа	Сума балів
Андрійковецький піщаний кар'єр	2	3	1	2	1	1	10

*Примітка.* СП – ступінь природності; Рівень БР – рівень біорізноманіття; ЛЦР – ландшафтно-ценотична репрезентативність; ФП ВТ – функціональне призначення відновлюваної території; РЗ ВТ – режим збереженості відновлюваної території.

Сумарний показник значимості Андрійковецького піщаного кар'єру як потенційної відновлювальної території в структурі регіональної екомережі, відповідно до проведеної оцінки, відповідає низькому рівню.

На основі проведених досліджень, сформовано характеристику кар'єрно-відвального комплексу як відновної території регіональної екомережі:

*Ділянка відновлення екосистем* – Андрійковецький піщаний кар'єрно-відвальный комплекс.

*Адміністративне положення.* Андрійковецький піщаний кар'єр, що розташований за 2 км на південь від села Андрійківці Розсошанської сільської територіальної громади Хмельницького району Хмельницької області (географічні координати 49°18'21.1"N 26°48'10.7"E).

*Площа* – 0,015 км<sup>2</sup>.

*Загальна характеристика.* Офіційна розробка була припинена у 2015 р. Територія Андрійковецького кар'єрно-відвального комплексу розташована у групі ландшафтів центрально-подільського типу у Вовчко-Бужоцькому природному районі. Родовище входить до відкладів сарматського ярусу – нижнього геологічного ярусу верхнього міоцену неогенового періоду.

Порушення, які були викликані процесами видобування корисних копалин, відзначаються сформованим техногенним акумулятивним рельєфом: схилів частини кар'єру круті, нерівномірні, в північній і західній частині від 70° до 80°, більш пологі в південній – до 40°. Території характерні різкі перепади висот порівняно з оточуючими територіями сільськогосподарських угідь. Найглибша точка розташована у північно-східній частині кар'єру та становить 328 м над рівнем моря, найвища точка – 340 м над рівнем моря. Для території характерними є зсуву породи зі схилів, відвали, наявність вітрової і частково водної ерозії, нерівномірний розподіл вологи, перегрів поверхні (різні екотопи). В одному із схилів уступів відзначається гніздування серпокрильця чорного (*Apus apus*).

Такі едафічні умови на рівні низької забезпеченості піщаного субстрату гумусними сполуками та відсутності проведення належних етапів гірничотехнічної рекультивації є основними чинниками впливу на формування стійких фітоценозів. Відмічається варіація видового різноманіття рослинних угруповань, в еколого-ценотичній структурі переважають лучно-степові, лучні, сегетальні/рудеральні типи рослин, що свідчить про початок формування зональної рослинності, однак стадії сукцесії проходять неоднорідно.

Піонерні заселення рослинності характеризуються появою таких видів як підбіл звичайний (*Tussilago farfara* L.), морква дика (*Daucus carota* L.), тонконіг лучний (*Poa pratensis* L.) на невеликих ділянках, із більш рівною поверхнею, де шар піску менший і сягає глиняної підшви. В межах східної (продуктивної) частини кар'єру та внутрішньої частини схилів відсутній / практично відсутній рослинний покрив, незначне покриття включає появу сегетальної рослинності (зустрічаються такі види як злинка однорічна (*Stenactis annua* L.Pers), пирій звичайний (*Elytrigia repens* (L.) P. Beauv), грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* L.), тощо). Спостерігається поява виду тополя чорна (*Populus nigra* L.) в усіх частинах кар'єрно-відвального

комплексу, однак особини мають певні відмінності в фенотипі, що пов'язано з нерівномірними умовами місцезростання.

Для кар'єрів важко підібрати шлях для подальшого рентабельного використання через ряд причин: висока вартість заходів із відновлення; складність виконання інженерного і гірничотехнічного етапів рекультивації; недоцільність заліснення чи використання кар'єрів для вирощування сільськогосподарських культур тощо. Але такі кар'єри можуть стати цінним об'єктом, який репрезентує унікальну зональну флору регіону.

Заходи з ренатуралізації, спрямовані на стабілізацію едафічних умов, сприятимуть рівномірному заселенню видів у межах кар'єру, накопиченню гумусових сполук та необхідних елементів для формування стійких зональних фітоценозів. У ході подальшого відновлення рослинного покриву, територія кар'єрно-відвального комплексу репрезентуватиме різноманіття лучних, лучно-степових екосистем у межах Бужоцько-Бузько-Вовксько-Смотрицького екокоридору регіональної екомережі Центрального Поділля.

Окрім того, розглянутий Андрійковецький піщаний кар'єрно-відвальный комплекс може виконувати природоохоронні функції в якості об'єкту ПЗФ – заказника. Кар'єр може бути основою для створення наступних видів заказників [171] лише за наявності наукового обґрунтування:

- *орнітологічний*: цей вид заказників призначений для збереження і відновлення чисельності окремих популяцій рідкісних і зникаючих видів птахів, які внесені до ЧКУ, міжнародних конвенцій та угод, регіонально рідкісних видів як місця гніздування, линяння, зимівлі, міграції птахів цінних у науковому, господарському і культурному відношенні. Як зазначалось раніше, в межах кар'єру було зафіксовано появу таких видів птахів як крук (*Corvus corax*), куріпка сіра (*Perdix perdix*), серпокрилець чорний (*Apus apus*). Їхні оселища фіксували в межах східної частини кар'єру (на скелеподібному уступі). Ці види включені до III Додатку Бернської конвенції [159], яка має на меті охорону дикої флори і фауни та їх природних оселищ існування;

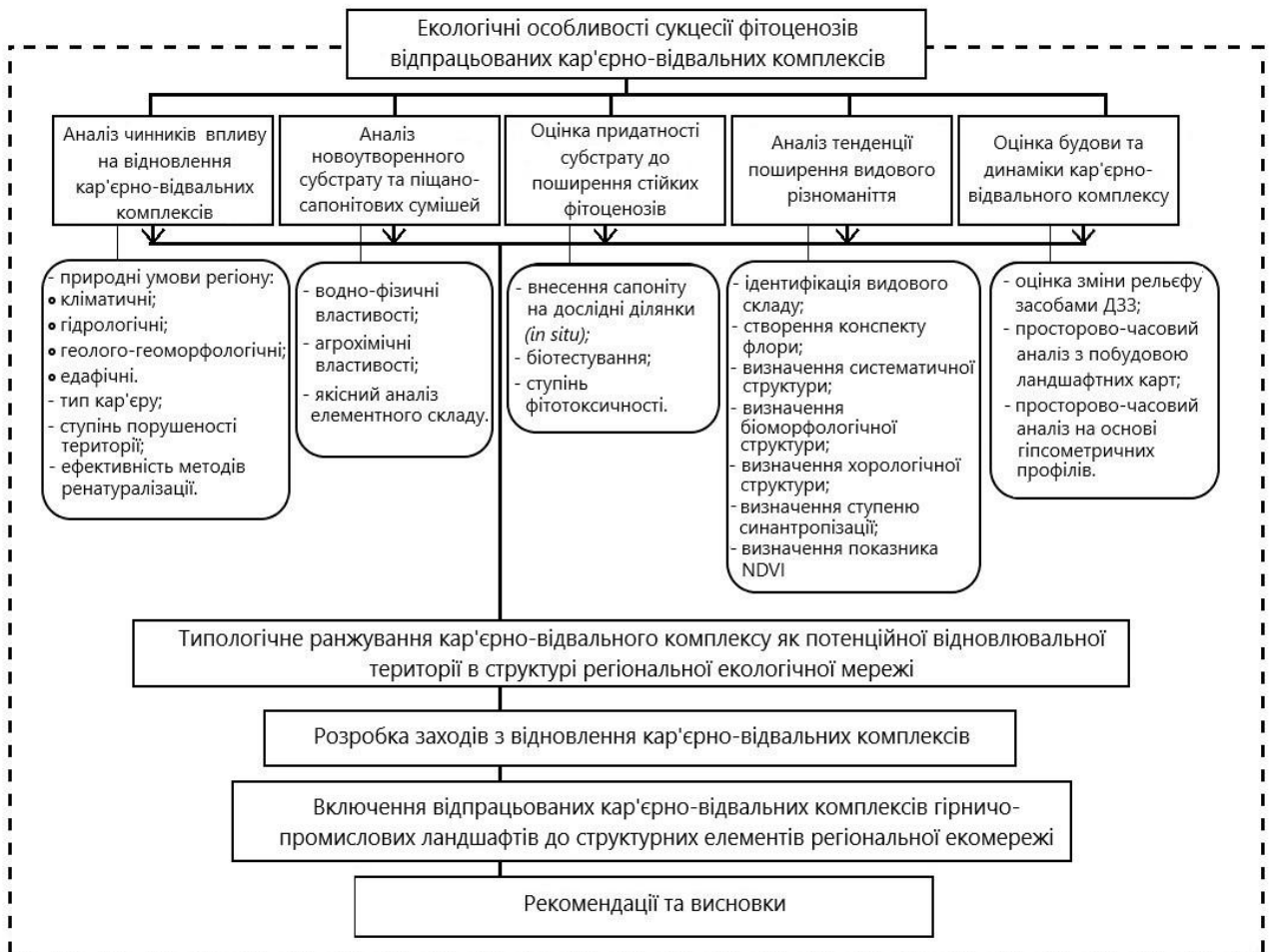


- *ботанічний*: його основне призначення – це охорона, збереження та відновлення чисельності видів, цінних у науковому, господарському і культурному відношенні, а також рідкісних, зникаючих, реліктових, ендемічних, погранично-ареальних видів рослин і їх угруповань, які внесені до ЧКУ і ЗКУ, міжнародних конвенцій і угод тощо. Після проведення рекомендованих заходів із стабілізації едафічних умов, кар'єр може виконувати роль осередку біорізноманіття для регіонально-рідкісних видів Центрального Поділля [137], зокрема: цибуля подільська (*Allium podolicum* (Aschers. et Graebn.) Blocki ex Racib.), цибуля круглоголова (*Allium sphaerocephalon* L.), осока кульконосна (*Carex pilulifera* L.), гіацинтик блідий (*Hyacinthella leucophaea* (C. Koch) Schur.), леопольдія тонкоцвіта (*Leopoldia tenuiflora* (Tausch) Heldr.), безсмертки однорічні (*Xeranthemum annuum* L.), волошка Маршалла (*Centaurea marschalliana* Spreng.), волошка східна (*Centaurea orientalis* L.), оман високий (*Inula helenium* L.), скорзонера низька (*Scorzonera humilis* L.), барвінок трав'янистий (*Vinca herbacea* L.), живокіст серцевидний (*Symphytum cordatum* Waldst. et Kit. ex Willd.), медунка вузьколиста (*Pulmonaria angustifolia* L.), медунка м'яка (*Pulmonaria mollis* Wulf. ex Hornem), дзвоники болонські (*Campanula bononiensis* L.), дзвоники персиколисті (*Campanula persicifolia* L.), молодило руське (*Sempervivum ruthenicum* Schnittsp. Et C. B. Lehm.), гвоздика Андржіївського (*Dianthus andzejowskianus* (Zapal.) Kulcz.), астрагал білуватий (*Astragalus albidus* Waldst. et Kit.), в'язіль увінчаний (*Coronilla coronata* L.), конюшина блідо-жовта (*Trifolium ochroleucum* Huds.), тирличник віїчастий (*Gentianella ciliata* (L.) Ma), золототисячник звичайний (*Centaureum erythraea* Rafn.), хамерій Додонея (*Chamerion dodonaei* (Vill.) Holub), китятки сибірські (*Polygala sibirica* L.), вишня степова (*Cerasus fruticosa* Pall.), перстач білий (*Potentilla alba* L.), таволга середня (*Spiraea media* Franz Schmidt), чорноголовник родовиковий (*Poterium sanguisorba* L.), шолудивник Кауфмана (*Pedicularis kaufmannii* Pinzg.). Відносна ізольованість кар'єру від інших природних осередків біорізноманіття (найближчі лісопосадки локалізовані в межах 3 км

від кар'єру) зменшує вірогідність появи видів-інгібіторів і розвиток аменсалізму;

- *загальногеологічний*: призначений для збереження цінних об'єктів і комплексів неживої природи, зокрема виходів кристалічних порід, родовищ мінералів та інших корисних копалин, стратиграфічних розрізів. Досліджувані кар'єрно-відвальні комплекси є унікальними геологічними об'єктами, які здатні виконувати рекреаційну і туристичну функції.

Згідно з результатами проведеного дослідження було розроблено схему оцінки екологічного стану фітоценозів кар'єрно-відвальних комплексів, яка зображена на рисунку 6.6.



**Рис. 6.6. Схема оцінки екологічного стану фітоценозів кар'єрно-відвальних комплексів**

Дану схему рекомендовано для використання природоохоронними організаціями, Департаментом екології та природних ресурсів, асоціаціями

органів державного самоврядування, науково-дослідними установами та науковцями в контексті збереження та охорони різноманіття. Детальні рекомендації надано Департаменту природних ресурсів та екології Хмельницької ОВА, діяльність якого в сфері охорони навколишнього середовища включає розгляд пропозицій щодо розвитку та формування екологічної мережі, погодження положень про території та об'єкти ПЗФ та місцевих схем екологічних мереж, зокрема розширення природно-заповідного фонду можливе за рахунок виявлення перспективних об'єктів до заповідання; асоціації органів місцевого самоврядування Хмельницької області, оскільки вони беруть участь в обговоренні проектів регіональних програм соціально-економічного розвитку регіону, а забезпечення виконання програм екологічного спрямування реалізовуватиме діяльність у контексті сталого розвитку.

### **Висновки до розділу 6**

Біорізноманіття є важливим компонентом навколишнього природного середовища, його збереження є обов'язковою умовою сталого розвитку будь-якого регіону.

Сучасною інтегральною концепцією на шляху до сталого розвитку є створення комплексної багатофункціональної природоохоронної системи – екологічної мережі.

Потенційними територіями для дослідження є території, які потребують додаткових заходів для відновлення природного стану (ренатуралізації, рекультивації, репатріації, заліснення, залуження тощо) відновлюваних територій, які у складі екомережі забезпечують формування її просторової цілісності та досягнення екологічного балансу.

Піщані кар'єри є перспективними в аспекті дослідження та використання як резервних територій для подальшого включення і розширення екологічної мережі. Досліджуваний кар'єр розташований у межах Бужоцько-Бузько-Вовксько-Смотрицького екокоридору. Значна

частка порушених видобуванням земель припадає на локалізовані родовища таких корисних копалин як глини, суглинку, вапняку та піску.

Нами запропоновано виділяти відновлювальній території регіональної екомережі на основі критеріїв: 1) ступеня природності території; 2) рівня біорізноманіття (відповідає корінним типам певних екосистем); 3) ландшафтно-ценотичної репрезентативності; 4) структурно-функціонального призначення; 5) існуючого режиму збереженості; 6) площі (конфігурації).

Сумарний показник значимості Андрійковецького піщаного кар'єру як потенційної відновлювальній території в структурі регіональної екомережі, відповідно до проведеної оцінки, відповідає низькому рівню. Рекомендовано проводити такі інженерні заходи, як виположування та укріплення схилів, що буде сприяти швидшому поширенню зонального біорізноманіття, наближенню умов кар'єрно-відвального комплексу до природних та виконання ролі осередків біорізноманіття як структурного елементу екологічної мережі Центрального Поділля.

Результати проведених досліджень було опубліковано в наукових статтях та матеріалах конференцій [33; 162; 165].

## ВИСНОВКИ

1. У дисертаційній роботі розкрито особливості формування фітоценозів в межах відпрацьованих піщаних кар'єрів Правобережного Лісостепу. Визначено, що на формування фітоценозів впливають такі чинники – стан території після видобування; вид і властивості видобувної породи; гідрокліматичні, геоморфологічні та едафічні умови регіону досліджень; проведення або відсутність заходів із ренатуралізації.

2. Виділено 4 історичних етапи досліджень флори Поділля: перший етап – від язичницьких часів до кінця XIX ст.); другий – перша половина XX ст.; третій – друга половина XX ст. – кінець XX ст.); четвертий етап – початок XXI ст.

3. Виявлено, що локальні умови Андрійковецького піщаного кар'єру здійснюють вплив на формування рослинного покриву, найбільшу частку якого виконують геологічні, орографічні та едафічні чинники. Встановлено основні характеристики сформованого техногенного акумулятивного рельєфу кар'єру, такі як порушення цілісності ґрунтового покриву, різкі перепади висот (до 20 м), сформовані валоподібними насипами, нестійкими крутими схилами та уступами, які підлягають процесам вітрової та водної ерозії, дефіцит елементів живлення. Зафіксовано зменшення площі без рослинного покриву за рахунок первинного заселення моно- та полікарпічними травами.

4. Ідентифіковано 76 видів вищих судинних рослин, де провідними родинами є *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Rosaceae* і *Poaceae*. Виявлено низький рівень флористичного запасу (1–2 види) в 17 родин, що становить 32,9% від їх загальної кількості. Визначено переважання голарктичних (17 видів), євразійських (16 видів), плюризональних (9 видів), європейських (9 видів) ареалів. Охарактеризовано видовий склад і диференціацію рослинного покриву в межах Андрійковецького піщаного кар'єру: на території переважають полікарпічні трави (46%), меншу частку займають монокарпічні трави (31,6%), дерева та кущі (22,4%); в екологічній структурі фітоценозу

переважають геліофіти (48,7%), мезотрофи (64,5%), мезофіти (39,5%), мегатерми (52,6%); за ценоморфами переважають рудеранти (21%), сільванти (11,8%), пратанти-рудеранти (10,5%).

5. Визначено місцезростання видів з високою інвазійною здатністю: золотарника канадського (*Solidago canadensis* L.), стенактиса однорічного (*Stenactis annua* L.Cass), клена ясенелистого (*Acer negundo* L.), щириці зігнутої (*Amaranthus retroflexus* L.). Ступінь антропогенної трансформації (синантропізації), що становить 56,6% є загрозою для формування зонального фітоценозу.

6. Визначено позитивний вплив сапонітової глини на покращення едафічних умов: водно-фізичних властивостей (повної вологоємності, вологості на межі розкочування, водопідйимальної здатності), зменшення фітотоксичності, збільшення неорганічної та органічної складової, пришвидшення поширення піонерних видів на контрольних точках. Рекомендовано внесення сапонітової глини у кількості 30%.

7. Установлено сумарний показник значимості Андрійковецького піщаного кар'єру як потенційної відновлювальної території в структурі регіональної екомережі на низькому рівні (5 група). Визначено необхідність проведення інженерних заходів: виположування та укріплення схилів, що буде сприяти швидшому поширенню зональних видів, наближенню умов кар'єрно-відвального комплексу до природних та виконання ролі осередків біорізноманіття у контексті збереження й охорони природи як структурного елемента екологічної мережі. Надано рекомендації виробництву, Департаменту екології та природних ресурсів Хмельницької обласної військової адміністрації, асоціації органів місцевого самоврядування Хмельницької області.

## **РЕКОМЕНДАЦІЇ**

### **1. Рекомендації Департаменту природних ресурсів та екології Хмельницької обласної військової адміністрації:**

- Детально дослідити кар'єрно-відвальні комплекси гірничо-промислових ландшафтів в межах Хмельницької області, а саме: визначити площу об'єктів, ступінь трансформованості ландшафту, його структуру, статус видобування, склад та рівень біорізноманіття, ландшафтно-ценотичну репрезентативність;

- Створити реєстр кар'єрно-відвальних комплексів на основі структурованих даних обстеження;

- Оптимізувати локальну, районну та регіональну екомережу за рахунок включення відпрацьованих кар'єрно-відвальних комплексів гірничо-промислових ландшафтів в якості відновлювальних територій до її структурних елементів;

- Визначити і обґрунтувати першочергові заходи щодо відтворення природного стану та покращення екологічної ситуації для відпрацьованих кар'єрно-відвальних комплексів гірничо-промислових ландшафтів.

### **2. Рекомендації асоціації органів місцевого самоврядування Хмельницької області:**

- Здійснити обстеження в межах територіальних громад, ідентифікувати території, де ведеться розробка чи припинено видобування корисних копалин, оцінити їх стан та створити базу даних таких кар'єрно-відвальних комплексів гірничо-промислових ландшафтів;

- Провести детальний моніторинг кар'єрно-відвальних комплексів гірничо-промислових ландшафтів територіальних громад на основі СЕО і ОВД для реалізації комплексу заходів з їх ренатуралізації, рекультивації та фітомеліорації для формування локальних екомереж.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Antoniadis V. et al. Phytoremediation potential of twelve wild plant species for toxic elements in a contaminated soil. *Environment International*.2020. Vol. 146. URL: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106233>
- 2 Artiola J.F., Walworth J.L., Musil S.A. and Crimmins M.A. Soil and Land Pollution. *Environmental and Pollution Science*. 2019. Third edition. P. 219-235. DOI:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814719-1.00014-8>
- 3 Asabonga M., Cecilia B., Mpundu M.C. and Vincent N.M.D. The physical and environmental impacts of sand mining. *Transactions of the Royal Society of South Africa*. 2016. Vol. 72(1). P. 1-5. DOI: <https://doi.org/10.1080/0035919X.2016.1209701>
- 4 Benetkova P. et al. The effect of soil and plant material transplants on vegetation and soil biota during forest restoration in a limestone quarry: A case study. *Ecological Engineering*.2020.Vol. 158.URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.106039>
- 5 Bian F. et al. Bamboo-An untapped plant resource for the phytoremediation of heavy metal contaminated soils. *Chemosphere*. Vol. 246. 2019. URL: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125750>
- 6 Buta M. et al. Soil reclamation of abandoned mine lands by revegetation in Northwestern part of Transylvania: A 40-Year retrospective study. *Sustainability*. 2019.Vol. 11(12). URL: <https://doi.org/10.3390/su11123393>
- 7 C. Kerbirou, M. Parisot-Laprun and J. FrancoisJulien. Potential of restoration of gravel-sand pits for Bats. *Ecological engineering*. 2018. Vol.110. P. 137-145.DOI:<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.11.013>
- 8 Carabassa V. et al. (2020). Unmanned aerial system protocol for quarry restoration and mineral extraction monitoring. *Journal of Environmental Management*. 2020. Vol. 270. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110717>



- 9 Carabassa V., Domene X., Dhaz E. and Alcaciz J.M. Mid-term effects on ecosystem services of quarry restoration with Technosols under Mediterranean conditions: 10-year impacts on soil organic carbon and vegetation development. *Restoration Ecology*. 2020. Vol. 28.4. P. 960-970. DOI: <https://doi.org/10.1111/rec.13072>
- 10 Ellenberg H. et al. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropas. Vol. 18. Gottingen: Goltze, 1991. 248 S.
- 11 EOS Data Analytics: Crop Monitoring. URL: <https://crop-monitoring.eos.com>
- 12 Fugiel A., Burchart-Korol D., Czaplicka-Kolarz K., and Smoliński A. Environmental impact and damage categories caused by air pollution emissions from mining and quarrying sectors of European countries. *Journal of cleaner production*. 2017. Vol. 143. P. 159-168. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.136>
- 13 Gajić G. et al. Ecological potential of plants for phytoremediation and ecorestoration of fly ash deposits and mine wastes. *Frontiers in Environmental Science*. 2018. Vol. 6. URL: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2018.00124>
- 14 Gavriletea M.D. Environmental impacts of sand exploitation. Analysis of sand market. *Sustainability*. 2017. Vol. 9(7). URL: <https://doi.org/10.3390/su9071118>
- 15 Gentili R. et al. Vegetation cover and biodiversity levels are driven by backfilling material in quarry restoration. *Catena*. Vol. 195. 2020. URL: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.104839>
- 16 Gritsan Y.I. et al. (2019). Albedo of the Soil Cover as a Factor of the Temporal Dynamics of Readily Available Soil Moisture in the Technosols of the Nikopol Manganese ore Basin. *Agrology*, 2(3), 161–169. doi: 10.32819/019024
- 17 Gusev A.P. Invasive plant species as inhibitors of restorative successions. *Contemporary Problems of Ecology*. 2019. Vol. 12. P. 213-219. DOI: 10.1134/S1995425519030053

18 Hendrychová M. and Bogusch P. Combination of reclaimed and unreclaimed sites is the best practice for protection of aculeate Hymenoptera species on brown coal spoil heaps. *Journal of Insect Conservation*. 2016. Vol. 20. P. 807–820. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10841-016-9912-8>

19 Hidayat C., Setiati Y. and Gustini P. (2018). Growth and yield of chili on post-mine sandpits treated by Arbuscular Micorhizal fungi and organic matter. In: *3rd Annual Applied Science and Engineering Conference(Bandung, Indonesia, 18 April 2018)*: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Bristol: IOP Publishing Ltd, 2018. Vol. 434 (No. 1). URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/434/1/012110>

20 Horackova M., Rehounkova K. and Prach K. Relationships between vegetation and seed bank in sand pits: effects of different restoration approaches and successional age. *Applied vegetation science*, 2019. Vol. 22. P. 282-291. DOI: 10.1111/avsc.12426

21 International plant name index (IPNI). URL: <https://www.ipni.org>

22 Jackowiak B. Antropogeniczne przemiany flory roślin naczyniowych Poznania. 1990. No. 42. Poznań: Wyd-woUn-tuim. A. Mickiewicza. 232 s.

23 Kabata-Pendias A. and Szteke B. Trace elements in abiotic and biotic environments. Taylor & Francis. 2015. P. 468. URL: <https://doi.org/10.1201/b18198>

24 Kome G.K., Enang R.K., Tabi F.O. and Yerima B.P.K. Influence of clay minerals on some soil fertility attributes: a review. *Open Journal of Soil Science*. 2019. Vol. 9(9). P. 155-188. DOI: 10.4236/ojss.2019.99010

25 Kornaś J. A geographical-historical classification of synanthropic plants. *Mater. Zakl. Fitosoc. Stos. UW*. 1968. № 25. S. 33–41.

26 Krzysztofik R. et al. Paths of urban planning in a post-mining area. A case study of a former sandpit in southern Poland. *Land Use Policy*. 2020. Vol. 99. URL: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104801>

27 Kumar A. et al. Lead toxicity: health hazards, influence on food chain, and sustainable remediation approaches. *International journal of environmental*

*research and Public Health*. 2020. Vol. 17(7). URL: <https://doi.org/10.3390/ijerph17072179>

28 Leal Filho W. et al. The unsustainable use of sand: Reporting on a global problem. *Sustainability*. 2021. Vol. 13(6). 3356. URL: <https://doi.org/10.3390/su13063356>

29 Marczynski W. Statystyczne, topograficzne i historyczne opisanie gubernii Podolskiej. Z rycinami I mappami. Wilno: J. Zawadzki, 1820. T.1. 350s.

30 Menta C. et al. Monitoring soil restoration in an open-pit mine in northern Italy. *Applied Soil Ecology*. 2013. Vol. 83. P. 22–29. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsoil.2013.07.013>

31 Midhat L. et al. Accumulation of heavy metals in metallophytes from three mining sites (Southern Centre Morocco) and evaluation of their phytoremediation potential. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2019. Vol. 169. P. 150-160. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.11.009>.

32 Mosyakin S.L. and Fedoronchuk M.M. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist / Ed. by S.L. Mosyakin. Kiev: MG Kholodny Institute of Botany, 1999. 346 p.

33 Mudrak O. and Mahdiichuk A. Mining and industrial landscapes of Podillya as potential structural elements of the regional ecological network. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25(4). P. 88-99. DOI: [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(4\).2022.89-99](https://doi.org/10.48077/scihor.25(4).2022.89-99)

34 Mudrak O., Ovchynnykova Y., Mudrak G., Nagornyuk O. Eastern Podilia as a structural unit of PanEuropean Environmental network. *Environmental Research, Engineering and Management*. 2018. Vol.74(3). P.55-63. DOI: <https://doi.org/10.5755/j01.erem.74.3.21521>

35 Nurzhanova A. et al. Comparative assessment of using *Miscanthus × giganteus* for remediation of soils contaminated by heavy metals: a case of military and mining sites. *Environmental Science and Pollution Research*. 2019. Vol. 26 (13). P. 13320-13333. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04707-z>

- 36 Lukash O., Danko H. The vegetation of sands in the Chernihiv city (Ukraine). *Studia Quaternaria*. 2020. Vol. 37 (1). P. 31-44 DOI: 10.24425/sq.2019.126392
- 37 Ohsowski B.M., Dunfield K., Klironomos J.N., Hart M.M. Plant response to biochar, compost, and mycorrhizal fungal amendments in post-mine sandpits. *Restoration Ecology*. 2017. Vol. 26(1). P. 63-72. DOI: <https://doi.org/10.1111/rec.12528>
- 38 Ohsowski, B. M. (2015). Restoring grasslands in southern Ontario sandpits: Plant and soil food web responses to arbuscular mycorrhizal fungal inoculum, biochar, and municipal compost (Doctoral dissertation, University of British Columbia). 273 p. DOI 10.14288/1.0074440
- 39 P.R. Griffiths, J. A. de Haseth. Fourier Transform Infrared Spectrometry: Second Edition / Ed. by J.D. Winefordner. John Wiley & Sons, 2007. 560 p. DOI: 10.1002/047010631X
- 40 Padro J.C et. al. Drone-Based Identification of Erosive Processes in Open-Pit Mining Restored Areas. *Land*. 2022. Vol. 11.2. URL: <https://doi.org/10.3390/land11020212>
- 41 Pidlisnyuk V. et al. Potential role of plant growth-promoting bacteria in *Miscanthus x giganteus* phytotechnology applied to the trace elements contaminated soils. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2020. Vol. 155. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2020.105103>.
- 42 Rahmonov O., Rozkowski J. and Szymczyk A. Is the Vegetation Succession a Threat for Rare and Protected Species in a Sand Quarry? Case Study of the Kuźnica Wareżyńska Sand Quarry (Southern Poland). In: *World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium (Prague, Czech Republic, 9-13 September 2019)*: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Bristol: IOP Publishing Ltd, 2019. Vol. 362(1). URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/362/1/012010>
- 43 Randelovic D. and Jovanovic S. Understanding the Role of Ruderal Plant Species in Restoration of Degraded Lands. *Bio-Inspired Land Remediation*.

*Cham: Springer International Publishing.* 2023. P. 31-67. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-04931-6\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-031-04931-6_2)

44 Rebele F. Differential succession towards woodland along a nutrient gradient. *Applied vegetation Science*. 2013. Vol. 16 (3). P. 365-378. DOI:10.1111/avsc.12006.

45 Rehounkova K et. al. Additional disturbances as a beneficial tool for restoration of post-mining sites: a multi-taxa approach. *Environmental Science and Pollution Research*. 2016. Vol. 23(14). P. 13745-13753. DOI: 10.1007/s11356-016-6585-5

46 Řehounková K., Vítovcová K. and Prach K. Threatened vascular plant species in spontaneously revegetated post-mining sites. *Restoration Ecology*. 2019. Vol. 28 (3). P. 679-686. DOI: <https://doi.org/10.1111/rec.13027>

47 Rostami S. and Azhdarpoor A. The application of plant growth regulators to improve phytoremediation of contaminated soils: A review. *Chemosphere*, 2019. Vol. 220. P. 818-827. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.12.203>

48 Salgueiro P.A., Prach K., Branquinho C., Mira A. Enhancing biodiversity and ecosystem services in quarry restoration – challenges, strategies, and practice. *Restoration Ecology*. 2020. Vol. 28.3. P. 655-660. DOI: 10.1111/rec.13160

49 Sampaio A.D et al. Bottom-up cascading effects of quarry revegetation deplete bird-mediated seed dispersal services. *Journal of Environmental Management*. 2021. Vol. 298. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113472>

50 Sebelikova L., Rehounkova K., Prach K. (2016). Spontaneous revegetation vs. forestry reclamation in post-mining sand pits. *Environmental Science and Pollution Research*. 2016. Vol. 23(14). P. 13598-13605. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-015-5330-9>

51 Sebelikova L., Rehounkova K. and Prach K. Vegetation development of forestry reclaimed sand and sand-gravel pits: is it on a way towards more natural

species composition? *Restoration ecology*. 2019. Vol. 28(4). P. 979-987. DOI: 10.1111/rec.13085

52 Semeraro T. et. al. (2019). Landscape Project for the Environmental Recovery of a Quarry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2019. Vol. 603(3). URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/603/3/032020>

53 Shuhe Wei, Jaime A. Teixeira da Silva and Qixing Zhou. Agro-improving method of phytoextracting heavy metal contaminated soil. *Journal of Hazardous Materials*, 2008. Vol. 150.P. 662-668.

54 Sokol H. et. al. Structural, Mineral and elemental composition features of iron-rich saponite clay from Tashkiv deposit (Ukraine). *Colloids and Interfaces*. 2019. Vol. 3(1). URL:<https://doi.org/10.3390/colloids3010010>

55 Trach Y et. al. (2021). The Characterization of Ukrainian Volcanic Tuffs from the Khmelnytsky Region with the Theoretical Analysis of Their Application in Construction and Environmental Technologies. *Materials*. Vol. 14(24).URL:<https://doi.org/10.3390/ma14247723>

56 Twerd L., Szefer P., Sobieraj-Betlińska A. and Olszewski P. The conservation value of Aculeata communities in sand quarries changes during ecological succession. *Global Ecology and Conservation*. 2021. Vol. 28. URL: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01693>

57 Viktor Weis, Milan Mikolas, Vladimir Krenzel and Jan Sebor. Rehabilitation and reclamation of the Locenice Sand Pit. In: World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium (Prague, Czech Republic, 3-7 September, 2018): IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Bristol: IOP Publishing Ltd, 2019. Vol. 221. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/221/1/012141>

58 Wang H., Zhang B. Bai X. And Shi L. A novel environmental restoration method for an abandoned limestone quarry with a deep open pit and steep palisades: a case study. *Royal Society open science*, 2018. Vol. 5.5. URL: <https://doi.org/10.1098/rsos.180365>

- 59 Yanushevska O.I et.al. Surface and structural properties of clay materials based on natural saponite. *Clays and Clay Minerals*. 2020. Vol. 68. P. 465-475. DOI: 10.1007/s42860-020-00088-4
- 60 Андриенко Т.Л.и др. Природа Украинской ССР, Растительный мир. К.: Наукова думка, 1985. 208 с.
- 61 Антонік В.І., Петрухін А.В., Антонік І.П. Вплив відвалів та хвостосховищ гірничо-збагачувальних комбінатів Криворіжжя на стан екології прилеглих територій. *Вісник Криворізького національного університету*. 2017. Вип. 44. С. 161-166.
- 62 Башуцька У.Б., Астрід Шиллін. Планування та здійснення лісової рекультивациі порушених земель Лужицького буровугільного басейну (Східна Німеччина). *Науковий вісник НЛТУ України*. 2022. Вип. 32(3). С. 26-31. DOI: <https://doi.org/10.36930/40320304>
- 63 Біоіндикація. Визначення якості ґрунту за допомогою насіння крес-салату. URL: <https://de.khnu.km.ua/labrun.aspx?a=274&b=2&c=30>
- 64 Бончовський А., Безсмертна О. Особливості рослинної сукцесії у кар'єрі цегельного заводу в с. Новий тік. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Біологія*. Вип. 1(80). 2020. С. 44-49. DOI: [https://doi.org/10.17721/1728\\_2748.2020.80.44-49](https://doi.org/10.17721/1728_2748.2020.80.44-49)
- 65 Бурда Р.И. Антропогенная трансформация флоры . Киев: Наукова думка, 1991. 168 с.
- 66 Бяллович Ю.П. Принципы социалистической фитомелиорации в приложении к некоторым задачам проектирования государственных защитных лесных полос. *Вопросы географии*. 1949. Сб. 16. С. 87-105.
- 67 Вініченко Т.С., Оліяр Г.І., Соломаха В.А. Еколого-ценотичні особливості рослин Бернської конвенції природного заповідника Медобори. *Науковий вісник УкрДЛТУ: Заповідна справа в Галичині, на Поділлі та Волині*. 2004. Вип. 14.8. С. 228-240.
- 68 Воробйов Є.О., Любченко В.М., Соломаха В.А., Орлов О.О. Класифікація грабових лісів України. Київ: Фітосоціоцентр, 2008. 252 с.

69 Всеєвропейська стратегія збереження біологічного та ландшафтного різноманіття: Міжнародний документ Ради Європи № 994-711 від 25.10.1995. *Рада Європи*.

70 Гавришок Б.Б., Сивий М.Я. Рекультивація та господарська експлуатація гірничо-промислових територій Подільських Товтр. *From the Baltic to the Black sea: the formation of modern economic area: Conference Proceedings* (Riga, August 19th, 2017). Riga, Latvia: Baltija Publishing, P. 115-118.

71 Ганзюк А.Я., Кулаков О.І. Дослідження фізичних властивостей сапонітів. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2009. Вип. 1. С. 70-74.

72 Генік Я.В. Історичний розвиток та етапи становлення фітомеліорації. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2012. Вип. 22.3. С. 67-74.

73 Генік Я.В. Класифікація порушених екосистем з метою їх ревіталізації. *Науковий вісник НЛТУ*. 2013. Вип. 23.3. С. 103-108.

74 Генік Я.В., Заячук В.Я. Сукцесії рослинності на пост техногенних територіях коломийського буровугільного родовища. *Науковий вісник НЛТУ України. Екологія та довкілля*. 2015. Вип. 25 (6). С. 119-124.

75 Географічна енциклопедія України: в 3-х томах. Відповідальний редактор О.М. Маринич. К.: Українська енциклопедія ім. М. П. Бажана, Т.1: А-Ж, 1989. 414 с; Т.3: П-Я, 1993. 479 с.

76 Годлевська О. та ін. Фауна України: охоронні категорії: довідник. / за ред. О. Годлевської, Г. Фесенко. Видання 2. Київ: Національний екологічний центр України, 2010. 80 с.

77 Голубев В.Н. Эколого-биологические особенности растений и растительных сообществ лесостепи. М.: Наука, 1965. 289 с.

78 Гордієнко М.І. та ін. Лісові насадження Вінниччини / за ред. М.І. Гордієнка. К.: Урожай, 2006. 248 с.

79 Горишына Т.К. Экология растений. М: Высшая школа, 1979. 386 с.



- 80 Григора І.М., Соломаха В.А. Основи фітоценології. Київ: Фітосоціоцентр, 2000. 240 с.
- 81 Григора І.М. та ін. Польовий практикум з ботаніки. Київ: Арістей, 2005. 255 с.
- 82 Гродзинський М.Д. Ландшафтна екологія: підручник. К.: Знання, 2014. 550 с.
- 83 Гулієва Н.М. Хімічний аналіз та фізичні властивості природного мінералу – сапоніту. *Міжвузівський збірник «Наукові нотатки»*. 2014. Вип. 44. С. 78-82.
- 84 Демидов А.А., Кобец А.С., Грицан Ю.И., Жуков А.В. Пространственная агроэкология и рекультивация земель: монографія. Днепропетровск: «Свидлер А.Л.». 2013. 560 с.
- 85 Державний інформаційний геологічний фонд України (ДНВП «Геоінформ України»). Мінеральні ресурси України. URL: <http://minerals-ua.info>
- 86 Децентралізація: партнерство задля відновлення та розвитку. URL: <https://decentralization.gov.ua/>
- 87 Дідух Я., Коротченко І. Ксеротермна рослинність Північно-Західного Поділля. *Вісник Львівського університету: Серія біологія*. 2003. Вип. 34. С. 82-91.
- 88 Дідух Я.П. та ін. Екофлора України / за ред. Я.П. Дідуха. К.: Фітосоціоцентр, 2000. Т.1. 284 с.
- 89 Дідух Я.П., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Геоботанічне районування України та суміжних територій. *Український ботанічний журнал*. 2003. Т. 60. №1. С. 6-17.
- 90 ДНВП «ГеоінформУкраїни» – Інтерактивна карта родовищ корисних копалин. URL: <http://geoinf.kiev.ua>
- 91 ДСТУ 4115-2002.Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова. [Чинний від 2003-01-01]. Вид офіц. К.: Держспоживстандарт України, 2002. 12с.

92 ДСТУ 4729:2007. Якість ґрунту. Визначання нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О.Н. Соколовського. [Чинний від 2008-01-01]. Вид офіц. К: Держспоживстандарт України, 2006. 18с.

93 ДСТУ 4770.2:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук цинку в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4, 8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01]. Вид офіц. К: Держспоживстандарт України, 2005. 24с.

94 ДСТУ 4770.3:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кадмію в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4, 8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01]. Вид офіц. К: Держспоживстандарт України, 2005. 24с.

95 ДСТУ 4770.6:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук міді в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4, 8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01]. Вид офіц. К: Держспоживстандарт України, 2005. 24с.

96 ДСТУ 4770.9:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук свинцю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4, 8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009-01-01]. Вид офіц. К: Держспоживстандарт України, 2005. 24с.

97 ДСТУ 7537:2014. Якість ґрунту. Визначення гідролітичної кислотності. [Чинний від 2015-04-01]. Вид офіц. К: Мінекономрозвитку України, 2015. 7 с.

98 ДСТУ 7828:2015. Якість ґрунту. Визначення групового та фракційного складу гумусу за методом Тюріна у модифікації Пономарьової та Плотникової. [Чинний від 2016-07-01]. Вид офіц. К: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 14 с.

99 ДСТУ 7862:2015. Якість ґрунту. Визначення активної кислотності. [Чинний від 2016-07-01]. Вид офіц. К: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 9 с.

- 100 ДСТУ 7945:2015. Якість ґрунту. Визначення іонів кальцію і магнію у водній витяжці. [Чинний від 2016-09-01]. Вид офіц. К: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 10 с.
- 101 ДСТУ Б В.2.1-17:2009. Ґрунти. Методи лабораторного визначення фізичних властивостей. [Чинний від 2010-10-01]. Вид офіц. К.: Мінрегіонбуд України, 2010. 32 с.
- 102 Екологічний атлас України. К: Центр екологічної освіти та інформації, 2009. 104 с.
- 103 Екологічний паспорт Хмельницької області за 2021 рік. Хмельницький: Хмельницька ОДА. 2022. 172 с.
- 104 Єстеревська Л.В. Рекультивація земель. Київ: Урожай, 1977. 128 с.
- 105 Жуков О.В., Маслікова К.П., Лядська І.В. Залежність інфільтрації техноземів Нікопольського марганцеворудного басейну від фізичних властивостей. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Біологічні науки*. 2016. № 42 (4). С. 113-119.
- 106 Заверуха Б.В. Флора Волино-Подолії і її генезис: монографія. Київ: Наукова думка, 1985. 192 с.
- 107 Заповідні перлини Хмельниччини / за ред. Т.Л. Андрієнко. Хмельницький: ПАВФ Інтрада, 2006. 248 с.
- 108 Зінченко О. І. Кормовиробництво: навчальне видання. 2-е вид., доп. і перероб. К.: Вища освіта, 2005. 448 с.
- 109 Зінько Ю., Гнатюк Р., Шевчук О. Підходи до природоохоронної паспортизації скельних утворень Поділля. *Роль природно-заповідних територій Західного Поділля та Юри Ойцовської у збереженні біологічного та ландшафтного різноманіття*. 2003. С. 165-178.
- 110 Зубов А.О. Екологічна небезпека породних вугільних відвалів у агроландшафтах. *Агроекологічний журнал*. 2019. № 2. С. 16-22. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2019.174013>
- 111 Іванов Є., Біланюк В., Тиханович Є. Геоекологічні дослідження гірничопромислових територій Західного регіону України. *Міждисциплінарні*

*інтеграційні процеси у системі географічної, туризмологічної та екологічної науки* : матеріали II-ої міжнародної науково-практичної конференції, приуроченої 30-літтю утворення географічного факультету в Тернопільському національному педагогічному університеті імені Володимира Гнатюка (м. Тернопіль, 15 жовтня 2020 року). Тернопіль: Вектор, 2020. С. 203-212.

112 Іванов Є.А., Біланюк В.І. *Проблеми рекультивації і ревіталізації земель, порушених гірничими роботами*: матеріали четвертої між нар. наук.-практ. конф. «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування» (м. Трускавець, 6-10 листопада 2017 р.). К.: ДКЗ, 2017. Т.2. С. 262-270.

113 Ізюмова О.Г. Водно-фізичні властивості ґрунту в умовах техногенезу. *Агроекологічний журнал*. 2013. Вип. 3. С. 29-35.

114 Кабиров Р.Р., Сагітова А.Г., Суханов Н.В. Разработка и использование многокомпонентной тест-системы для оценки токсичности почвенного покрова городской территории. *Экология*. 1997. Вып. 6. С. 408-411.

115 Кагало О.О., Скібіцька Н.В. Синоптичний продромус рослинності НПП «Подільські Товтри». *Фітосоціологія. 100 років наукового напрямку*: матеріали наукової конференції (Київ, 1-3 жовт. 2000 р.). Київ: Фітосоціоцентр, 2000. С. 32–43.

116 Казимир М.М., Бедернічек Т.Ю. Рекультивація земель порушених внаслідок видобутку бурштину на Поліссі: проблеми та перспективи. *Економіка природокористування: стан, проблеми, перспективи*: зб. наук. праць за матеріалами III Всеукраїнської наук.-практ. Інтернет-конференції, (Ірпінь, 13-20 березня 2017 р.). Ірпінь: УДФСУ, 2017. С. 90-94.

117 Казімірова Л.П. Верхнє Побожжя. Хмельницький: Інтрада, 2012. 288 с.

118 Казімірова Л.П. Червона книга України: рослини Хмельниччини. Кам'янець-Подільський: Мошинський, 2010. 52 с.

- 119 Казімірова Л.П., Білик Р.Г., Матвеев М.Д., Новак В.О. Види рослин і тварин, що охороняються в Хмельницькій області. *Екологічна освіта на Хмельниччині*. 2001. С. 156-169.
- 120 Кацевич В.В., Грицан Ю. І. Агроєкомікриморфологічні властивості техноземів за умов сільськогосподарської рекультивації земель (Нікопольський марганцеворудний басейн). Дніпро: ЛПРА, 2022. 124 с.
- 121 Ковальчук С.І., Любінська Л.Г., Сорочан Ю.К. Водні багатства Хмельниччини. Кам'янець-Подільський: Абетка, 2001. 52 с.
- 122 Ковка Н.С. Основні ресурси формування екологічної мережі Східного Поділля: стан і перспективи використання. *Збалансоване природокористування*. 2019. Вип. 4. С. 53-62. DOI: 10.33730/2310-4678.4.2019.199078
- 123 Ковка Н.С. Роль екологічної мережі Східного Поділля в структурі національної екомережі України. *Slovak international scientific journal*. 2020. Вип. 40. Т. 2. С. 18-23.
- 124 Козак М.І. Вища водна флора та рослинність Західного Поділля: синтаксономія, антропогенна динаміка, охорона: монографія. Кам'янець-Подільський: ПП «Медобори-2006», 2012. 268 с.
- 125 Козинська І.П. Структура гірничопромислових ландшафтів південного лісостепу Правобережної України. *Наукові записки Вінницького педуніверситету. Серія Географія*. 2011. Вип. 22. С. 15-20.
- 126 Колесников Б.П., Моторина Л.В. Проблемы рекультивации земель. *Природа*. 1975. Вип. 4. С. 61-69.
- 127 Коніщук В.В. та ін. (2015). Аналіз видів сапропелю для рекультивації деградованих земель України. *Агроєкологічний журнал*. 2015. № 1. С. 83-91. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2015.272189>
- 128 Коніщук В.В. та ін. Пан'європейська екомережа в Україні: проблеми формування і перспективи функціонування. *Агроєкологічний журнал*. 2011. Спец. випуск. С. 116-125.

129 Копій М.Л. та ін. Фітомеліоративна роль рослинного покриву у відтворенні девастрованих земель в межах сірчаних розробок Західного Лісостепу: монографія. Рівне : НУВГП, 2019. 230 с.

130 Копій М.Л. Вплив сукцесійних процесів на відтворення порушених земель в межах Яворівського сірчаного кар'єру Львівської області. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. Вип. 28 (8). С. 45-50. DOI: <https://doi.org/10.15421/40280809>

131 Коротун С.І., Яковишина М.С., Вітрук Н.О. Бурштинові копальні Рівненщини як об'єкт туристичної привабливості. *Українське Полісся: проблеми та тренди сучасного розвитку*: матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Ніжин, 10-11 лютого 2022 р.). Ніжин:НДУ ім. Гоголя. С. 190-193.

132 Купчик В.І. та ін. Ґрунти України: підручник / за ред. В.І. Купчика. К.: Вища освіта, 2010. 414 с.

133 Кучерявий В.П. Урбоекологія, фітомеліорація: витоки і шляхи розвитку. *Науково-технічний журнал*. 2011. Вип. 2(4). С. 25-30.

134 Кучерявий В.П. Фітомеліорація: навч. посібник. Львів: Світ, 2003. 540 с.

135 Лаптев О.О. Екологія рослин з основами біогеоценології. Київ: Фітосоціоцентр, 2001. 144 с.

136 Лукаш О.В. Адвентизація флори судинних рослин Східного Полісся. *Український ботанічний журнал*. 2009. Т. 66. № 4. С. 507-517.

137 Любінська Л.Г., Юглічек Л.С. Флора Хмельниччини: навч. посіб. Хмельницький: ТзОВ Поліграфіст, 2017. 240 с.

138 Магдійчук А.П. Особливості проведення рекультивації піщаних кар'єрів Хмельницької області. *Vin Smart Eco*: зб. матер. I Міжнародної науково-практичної конференції (м. Вінниця, 16-18 травня 2019 р.). Вінниця: КВНЗ «Вінницька академія неперервної освіти», 2019. С. 119-121.

139 Магдійчук А.П., Мудрак О.В. Едафічні умови порушених територій як головний чинник формування рослинності в умовах

Центрального Поділля. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві*: матер. міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 7-8 липня 2020 р.). Київ: ДІА, 2020. С. 130-132.

140 Магдійчук А.П., Мудрак О.В. Перспективи використання сапоніту для рекультивації девастрованих ділянок в умовах Центрального Поділля. *Збалансоване природокористування: традиції, перспективи та інновації*: матер. міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 3 грудня 2019 р.). Київ: ДІА, 2019. С. 81-83.

141 Мазур А.Ю. та ін. Біотехнологія рекультивації залізородних відвалів шляхом створення стійких трав'янистих рослинних угруповань. *Nauka innovation*. 2015. Вип. 11(4). С. 41-52. DOI: <http://dx.doi.org/10.15407/scin11.04.041>

142 Мазур Г.А., Ткаченко М.А., Бойко Я.І. Застосування сапоніту як магнієвмісного добрива на сірих лісових ґрунтах. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2007. Вип. 3-4. С. 3-10.

143 Малярчук А.С., Суздаль О.С., Мишукова Л.С. Водно-фізичні властивості ґрунту під посівами ріпаку озимого за різних систем обробітку ґрунту і ранньовесняного підживлення на зрошуваних землях. *Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2016. Вип. 65. С. 83-86.

144 Маринич О.М., Шищенко П.М. Фізична географія України: підручник. К.: Знання, 2005. 511 с.

145 Медведев В.В. Структура почвы (методы, генезис, классификация, эволюция, география, мониторинг, охрана). Харьков: Издательство «Типография 13», 2008. 406 с.

146 Мельник В.І., Корінько О.М. Букові ліси Подільської височини. К.: Фітосоціоцентр, 2005. 152 с.

- 147 Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А.И. Современная наука о растительности. М: Логос, 2001. 264 с.
- 148 Мінеральні ресурси України / за ред.. С.І. Примушко, В.Ф. Величко. Київ: Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України», 2021. 270 с.
- 149 Міронова Н.Г. Техногенні озера Малого Полісся. Хмельницький: 2014. 260 с.
- 150 Міщай С.Г. та ін.. Вплив способів обробітку ґрунту на його водно-фізичні властивості. *Охорона ґрунтів: збірник наукових праць*. 2018. Вип. 7. С. 68-75.
- 151 Мовчан Я.І. Національна екомережа України: концепція та сценарії втілення. *Наукові записки*. 2001. Т. 19. С. 411-414.
- 152 Мольчак Я.О. Довкілля в умовах впливу Радошинського піщаного кар'єру. *Шості Сумські наукові географічні читання: зб. матер. Всеукраїнської наукової конференції (м. Суми, 15-17 жовтня 2021 р.)*. Суми: СумДПУ ім. А.С. Макаренка, 2021. С. 71-74.
- 153 Мудрак Г.В. Функціонування регіональної екомережі Східного Поділля. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 3. С. 27-33. DOI: 10.33730/2077-4893.3.2018.148045
- 154 Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Біологічний етап як важлива складова рекультивації піщаних кар'єрів Хмельницької області. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві: матер. Міжнародної науко-практичної конференції (м. Київ, 4-5 липня 2019 р.)*. Київ: ДІА, 2019. С. 184-187.
- 155 Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Екологічні проблеми рекультивації піщаних кар'єрів на Поділлі. *Регіональні геоекологічні проблеми в умовах сталого розвитку: зб. наук. праць IV Міжнародної науково-практичної конференції (м. Рівне, 22-24 вересня 2020 р.)*. Рівне: Видавець О.Зень, 2020. С. 128-131.



156 Мудрак О.В, Магдйчук А.П. Фітоценотичні зміни девастрованих земель Центрального Поділля (на прикладі Андрійковецького піщаного кар'єра). *Подільські читання. Екологія, охорона довкілля, збереження біотичного та ландшафтного різноманіття: наука, освіта, практика*: зб. матер. Міжнародної науково-практичної конференції (м. Хмельницький, 10-12 жовтня 2019 р.). Хмельницький: ХНУ, 2019. С. 192-195.

157 Мудрак О.В. Збалансований розвиток екомережі Поділля: стан, проблеми, перспективи: монографія. Вінниця: «СПД Главацька Р.В.», 2012. 914 с.

158 Мудрак О.В. та ін. Еталони природи Вінниччини: монографія / за ред. О.В. Мудрака. Вінниця: ТОВ «Консоль». 2015. 540 с.

159 Мудрак О.В. та ін. Раритети тваринного світу Поділля: стан, загрози, збереження: монографія / за заг. ред. О.В. Мудрака. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 564 с.

160 Мудрак О.В., Магдйчука А.П. Синантропна флора Андрійковецького піщаного кар'єру в умовах Центрального Поділля. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві*: матер. Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 07-08 липня 2021 р.). Київ: ДІА, 2021. С. 120-121.

161 Мудрак О.В., Магдйчука А.П. Тенденція зміни вегетаційного індексу в межах Андрійковецького кар'єрно-відвального комплексу. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві*: матер. Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 07-08 липня 2022 р.). Київ: ДІА, 2022. С. 213-216.

162 Мудрак О.В., Дем'янюк О.С., Магдйчук А.П. Гірничо-промислові ландшафти Правобережного Лісостепу як потенційні структурні елементи регіональної екомережі. *Екологічні науки*. 2022. № 43. С. 149-153. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.4-43.24>

163 Мудрак О.В., Єлісавенко Ю.А. Оцінка стану сукцесійних процесів кар'єрно-відвальних комплексів гірничо-промислових ландшафтів

Східно-Подільського Подністер'я. Природно-ресурсний комплекс Західного Полісся в контексті сталого розвитку: збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції науковців, аспірантів і здобувачів вищої освіти, м. Березне, 16-17 травня 2023 р. [Електронне видання]. Березне: НСІ НУВГП, 2023 С. 149-153.

164 Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Водно-фізичні властивості ґрунту як чинник формування фітоценотичного покриву девастрованих земель. *Збалансоване природокористування*. 2021. №4. С. 93-99. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2021.253092>

165 Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Девастровані землі Центрального Поділля як складові елементи екологічної мережі. *Збалансоване природокористування: традиції, перспективи та інновації*: матер. Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 20-21 жовтня 2021 р.). Київ: ДІА, 2021. С. 87-88.

166 Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Екологічні особливості флористичної структури девастрованих земель Правобережного Лісостепу України. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 1. С. 32-37. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2022.257123>

167 Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Етапи досліджень еколого-ценотичних груп рослинності Поділля. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 4. С. 47-54. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2021.252955>

168 Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Науково-практичні засади використання рослин для ремедіації забруднених ґрунтів Центрального Поділля. *Збалансоване природокористування: традиції, перспективи та інновації*: матер. Міжнародної науко-практичної конференції (м. Київ, 23-24 вересня 2020 р.). Київ: ДІА, 2020. С. 59-62.

169 Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Особливості поширення фітоценозів піщаних кар'єрів в умовах Центрального Поділля. «VIN SMART ESO»: матер. II Міжнародної науково-практичної конференції (м. Вінниця,

20-21 травня 2021 р.). Вінниця: КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти», 2021. С. 104-105.

170 Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Просторово-часовий аналіз фітоценотичного покриття гірничо-промислових ландшафтів Правобережного Лісостепу. *Агроєкологічний журнал*. 2022. № 3. С. 17-26. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2022.266406>

171 Мудрак О.В., Мудрак Г.В. Заповідна справа: Навчальний посібник для студентів галузі знань 10 «Природничі науки». Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. 640 с.

172 Мудрак О.В., Мудрак Г.В. Особливості збереження біорізноманіття Поділля: теорія і практика: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2013. 320 с.

173 Мудрак О.В., Хаєцький Г.С., Мудрак Г.В., Серебряков В.В., Шевченко І.А. Унікальні водні антропогенні ландшафти Поділля як перспективні заповідні об'єкти. *Збалансоване природокористування*. 2022. № 3. С. 104–115. DOI: 10.33730/2310-4678.3.2022.266564

174 Мудрак, О.В. та ін. Обґрунтування створення Національного природного парку «Центральне Поділля». *Агроєкологічний журнал*. 2021. № 2. С. 87-100. DOI: 10.33730/2077-4893.2.2021.234462

175 Музиченко О., Ліщук С., Караїм О. Екологічна структура флори породних відвалів шахт Нововолинського гірничо-промислового району. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки. Серія: Біологічні науки*. 2020. Вип. 2 (390). С. 38-44. DOI <https://doi.org/10.29038/2617-4723-2020-390-2-38-44>

176 Мудрак О., Магдійчук А. Антропогенний вплив видобування піску на компоненти довкілля в межах Поділля. *«Екологічна безпека – сучасні напрямки та перспективи вищої освіти»*: зб. тез доповідей II Міжнародної інтернет-конференції (Харків, 25 лютого 2022 р.). Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2022. С. 82-84.

- 177 Назаровець У.Р., Оліферчук В.П., Копій Л.І., Копій М.Л. Сукцесії фітоценозів у межах Подорожницького сірчаного кар'єра. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 1. С. 121-127. DOI:10.33730/2077-4893.1.2017.221031
- 178 Національний атлас України / за ред. Л.Г. Руденко. К: ДВНП Картографія. 2008. 440 с.
- 179 Овчинникова Ю.Ю. Критерії виділення природних ядер екомережі Східного Поділля у контексті стратегії збалансованого розвитку регіону. *Агроекологічний журнал*. 2019. № 1. С. 117-129. DOI: 10.33730/2077-4893.1.2019.163292
- 180 Олійник Я.Б., Шищенко П.Г., Гавриленко О.П. Основи екології: підручник. К.: Знання, 2012. 558 с.
- 181 Описи Подільської губернії кінця XVIII - початку XIX ст. / за ред. С.А. Копилова, А.Б. Задорожнюк. Кам'янець-Подільський: Аксіома, 2011. 124 с.
- 182 Офіційний сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepr.gov.ua/>
- 183 Павленко А.О., Красова О.О., Коршиков І.І. Сингенетичні процеси на залізородних відвалах північної частини Криворіжжя. *Український ботанічний журнал*. 2017. Вип. 74(4). С. 360-372. DOI: 10.15407/ukrbotj74.04.360
- 184 Погребняк П.С. Нове природне місцезнаходження клокички (*Staphylea pinnata* L.) в басейні Південного Бугу. *Доповіді АН УРСР*. 1951. № 2. С. 93-94.
- 185 Практикум з фізики ґрунту. Ч. 2. Гідрофізика ґрунтів. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2001. 37 с.
- 186 Природа Тернопільської області: монографія / за ред. К.І. Геренчука. Львів: Вища школа, 1979. 168 с.
- 187 Природа Хмельницької області: монографія / за ред. К.І. Геренчука. Львів: Вища школа, 1980. 152 с.

- 188 Про екологічну мережу України: Закон України № 1864-IV від 19.04.2018. *Відомості Верховної Ради України*. 2004. ст. 502.
- 189 Протопопова В.В. Синантропная флора Украины и пути ее развития. К.: Наукова думка, 1991. 202 с.
- 190 Протопопова В.В., Мосякін С.Л., Шевера М.В. Фітоінвазії в Україні як загроза біорізноманіттю: сучасний стан і завдання на майбутнє. Київ: Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, 2002. 28 с.
- 191 Работнов Т.А. Фитоценология: 3-е издание. М.: Издательство МГУ, 1992. 352 с.
- 192 Регіональна схема формування екологічної мережі Хмельницької області. URL: [https://www.adm-km.gov.ua/?page\\_id=9773](https://www.adm-km.gov.ua/?page_id=9773)
- 193 Романова Н.В. Водно-фізичні властивості шахтних порід Західного Донбасу. *Вісник Дніпропетровського університету: Біологія, екологія*. 2007. Вип. 15(1). С. 137-140. DOI:10.15421/010725
- 194 Рудь В.Д., Самчук Л.М., Савюк І.В., Повстяна Ю.С. Аналіз дослідження властивостей сапонітової глини. *Технологический аудит и резервы производства*. 2015. Вип. 1(4 (21)). С. 54-57
- 195 Савосько В.М., Лихолат Ю.В., Белик Ю.В., Григорюк І.П. Апофітні та адвентивні деревні види на девастрованих землях гранітних кар'єрів Криворіжжя. *Біоресурси і природокористування*. 2019. Т. 11, №1-2, С. 14-25. DOI: 10.31548/bio2019.01.002
- 196 Савчук Л., Володимирець В. Адвентизація видового складу флори під впливом розробки базальтових кар'єрів. *Нотатки сучасної біології*. 2021. Вип. 1. С. 3-8. DOI: <https://doi.org/10.29038/NCBio.21.1.3-8>
- 197 Савчук Л.К., Виговський В.І. Раритетні види рослин у флористичному складі базальтових кар'єрів Волинського Полісся. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія Біологія*. 2019. № 2 (76). С. 8-13. DOI: 10.25128/2078-2357.19.2.1
- 198 Самохвалова В.Л. Біологічні методи ремедіації ґрунтів, забруднених важкими металами. *Studiabiologica*. 2014. Вип. 8(1). С. 217-236.

199 Самохвалова В.Л., Погромська Я.А., Фатеев А.І., Зуза С.Г., Зуза В.О. Екологічна реабілітація ґрунтів техногенно забруднених переважно кадмієм, цинком та міддю. *Ґрунтознавство*. 2014. Вип. 15, № 1-2. С. 42-52.

200 Сивий М., Паранько І., Іванов Є. Географія мінеральних ресурсів України: монографія. Львів: Простір М. 2013. 684 с.

201 Симочко Л.Ю., Симочко В.В., Дем'янюк О.С. Біоіндикація і біотестування ґрунтів – сучасні методичні підходи. *Науковий Вісник Ужгородського університету. Серія Біологія*. 2017. Вип. 42. С. 77-81.

202 Ситник О.І., Хлевнюк О.Я. Вивчення об'єктів антропогенної морфоскульптури під час навчальних практик та перспективи їх використання для геотуризму. *Туризм і гостинність: стан, проблеми, перспективи* : матер. IV Міжнародної науково-практичної конференції (м. Черкаси, 18-19 жовтня 2018 р.). Черкаси: Видавець О.М. Третяков, 2018. С. 55-61.

203 Сінченко В.В., Танчик С.П., Літвінов Д.В. Водний режим ґрунту за вирощування сої у Правобережному Лісостепу України. *Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2019. Вип. 72. С. 52-56. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.72.12>

204 Смирнова С.М., Мась А.Ю., Коваль А.О. Європейський досвід землекористування природно-заповідного фонду. *Економіка та держава*. 2021. №1. С. 77-82. DOI: 10.32702/2306-6806.2021.1.77

205 Смолянюк І.В. Дослідження хімічного складу, фізико-хімічних властивостей сапонітової глини Ташківського родовища. *Збірник наукових праць SWorld*. URL: <https://www.sworld.com.ua/konfer32/265.pdf>.

206 Спеціальний дозвіл на користування надрами (видобування пісків в якості сировини для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт) Барсуківського родовища № 5026 від 29.07.2013 р. 2 с.

207 Стратегія і тактика природоохоронної діяльності лісового заповідника (на прикладі природного заповідника «Медобори») / за ред. Г.Т. Криницького. Львів: Сполом, 2006. 408 с.

- 208 Тарасов В.В. Флора Дніпропетровської і Запорізької областей. Вид. 2. Д.: Ліра, 2012. 296 с.
- 209 Тахтаджян А.Л. Система магнолиофитов. Л.: Наука. 1987. 439 с.
- 210 Ткач Є.Д., Шавріна В.І. Екологічна роль сполучних територій у формуванні екомережі Східного Поділля. *Агроекологічний журнал*. 2019. № 3. С. 20-27. DOI: 10.33730/2077-4893.3.2019.183465
- 211 Ткаченко М.А., Літвінов Д.В. Продуктивність типових сівозмін Лісостепу залежно від інтенсивності агрохімічного навантаження. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. Вип. 22. С. 100-106.
- 212 Ткаченко М.А. Ефективність комплексної хімічної меліорації сірих лісових ґрунтів Правобережного Лісостепу. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2014. Вип. 4. URL: [http://nd.nubip.edu.ua/2014\\_4/12.pdf](http://nd.nubip.edu.ua/2014_4/12.pdf)
- 213 Толмачев А.И. Введение в географию растений. Л.: Издательство ЛГУ, 1974. 244 с.
- 214 Толмачев А.И. Основы учения об ареалах (введение в хорологию растений). Л.: Издательство ЛГУ, 1962. 103 с.
- 215 Томчук А.О., Федонюк В.В. Екологічні проблеми видобутку корисних копалин відкритим способом на прикладі піщаного кар'єру Підкасинь. *Студентський науковий вісник, Серія природничі та технічні науки*. 2016. Вип. 21. С. 411-421.
- 216 Фельбаба-Клушина Л.М., Комендар В.І. Фітоценологія з основами синфітосозології. Ужгород: Ужгородський університет, 2001. 212 с.
- 217 Флора УРСР: В 12 т. К.: Вид-во АН УРСР. 1936-1965. Т. 1-12.
- 218 Харченко К.С., Чорна В.І., Ворошилова Н.В., Белкіна М.Д. Принципи ревіталізації відпрацьованих кар'єрів на прикладі м. Кривий Ріг. *Український журнал будівництва та архітектури*. 2021. № 2. С. 94-102. DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.270421.106.757

- 219 Хом'як І.В. та ін.. Динаміка відновлюваної рослинності піщаних кар'єрів Житомирського Полісся. *Екологічні науки*. 2022. Вип. 6 (39). С. 204-207. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.6-39.35>
- 220 Царик П.Л. Регіональна екомережа: географічні аспекти формування і розвитку (на матеріалах Тернопільської області). Тернопіль: видавничий відділ ТНПУ, 2005. 172 с.
- 221 Центило Л.В. Вплив різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення на вологозабезпеченість посівів пшениці озимої. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2019. № 77(1). DOI: <https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.01.021>
- 222 Чегорка П.Т., Манюк В.В., Сижко В.В., Колесник В.М. Біорізноманіття Рибальського кар'єру та шляхи його збагачення. *Моніторинг та охорона біорізноманіття в Україні. Прикладні аспекти моніторингу та охорони біорізноманіття. Серія: «Conservation Biology in Ukraine»*. 2020. Т. 3. Вип. 16. С. 473-489.
- 223 Черняк В.М., Синиця Г.Б., П'ятківський І.О. Унікальні перлини природи Тернопільщини: навчальна книга. Тернопіль: Богдан, 2014. 512 с.
- 224 Черняк В.М., Синиця Г.Б. Рідкісні та зникаючі рослини Тернопільщини з Червоної книги України. Тернопіль: Богдан, 2008. 224 с.
- 225 Шавріна В.І., Ткач Є.Д. Синантропізація флори фітоценозів сполучних територій Лядівського регіонального екокоридору. *Агроекологічний журнал*. 2017. №3. С. 134-137. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2017.219919>
- 226 Шарабайко О.М., Уварова Т.В., Обідін Д.Н. Аналіз вимог до космічних засобів дистанційного зондування Землі. *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2014. Вип. 2(30). С. 21-24.
- 227 Шевчук Р.М. Моніторинг сучасного стану Милятинського кар'єру зернистих фосфоритів за даними дистанційного зондування Землі. *Геологічний журнал*. 2019. №2 (367). С. 73-78. DOI: <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2019.2.169937>



228 Шеляг-Сосонко Ю.Р. Головні риси екомережі України. Розбудова екомережі України. Київ, 1999. С. 13-22.

229 Шеляг-Сосонко Ю.Р., Ткаченко, В.С., Андрієнко, Т.Л., Мовчан, Я.І. Екомережа України та її природні ядра. *Український ботанічний журнал*. 2005. Т.62, № 2. С. 142-158.

230 Шикула М.К., Гнатенко О.Ф., Петренко Л.Р., Капштик М.В. Охорона ґрунтів: підручник. 2-ге вид., випр. К. : «Т-во Знання», 2004. 398 с.

231 Юглічек Л.С., Виговська Т.В. Екологічна мережа Хмельниччини. Хмельницький: Видавництво ХУУП, 2011. 100 с.

232 Янов В.П. Сапонітові глини. Фонд Новотех. URL: [www.novotech.kiev.ua/?page\\_id=65](http://www.novotech.kiev.ua/?page_id=65)

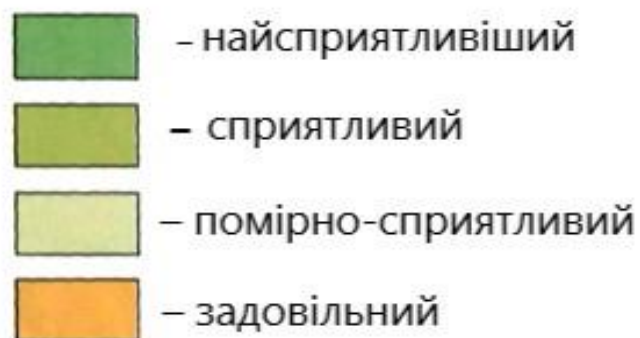
# ДОДАТКИ

## СУЧАСНИЙ СТАН ЕКОСИСТЕМ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПОДІЛЛЯ



Умовні позначення

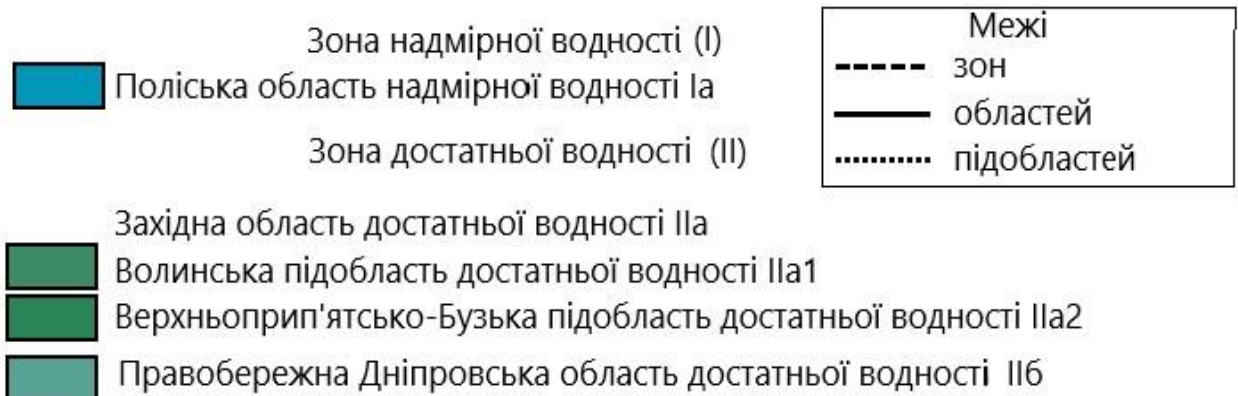
ЗА ЕКОЛОГІЧНИМ СТАНОМ ТЕРИТОРІЇ



## ГІДРОГРАФІЧНЕ РАЙОНУВАННЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПОДІЛЛЯ



Умовні позначення



## РОСЛИННІСТЬ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПОДІЛЛЯ



Умовні позначення

**Соснові та широколистяно-соснові ліси****Східноєвропейські соснові та широколистяно-соснові ліси**

- 1 Поліські дубово-соснові ліси, іноді грабово-дубово-соснові
- 2 Сільськогосподарські угіддя на місці похідних березових та осикових лісів

**Широколистяні ліси****Середньоєвропейські букові та дубові ліси**

- 3 Букові з бука лісового: рівнинні подільсько-опільські
- 4 Сільськогосподарські угіддя на місці букових лісів з бука лісового
- 5 Дубові і грабово-дубові з дуба скельного: б) придністровські

**Дніпровсько-Дністровські дубові та дубово-грабові ліси**

- 6 Дубово-грабові
- 7 Дубові: подільсько-придніпровські
- 8 Сільськогосподарські угіддя на місці дубових лісів

**Степи і сільгосп угіддя на їхньому місці****Лучні степи та остепнені луки**

- 9 Сільськогосподарські угіддя на місці: а) волинських, б) подільських

**Болота**

- 10 Осокові, гіпново-осокові, злаково-осокові, очеретяно-осокові, трав'яні і трав'яно-глісостепові і степові

## СПЕЦДОЗВІЛ НА КОРИСТУВАННЯ НАДРАМИ

**Копія**

Державна служба геології та надр України

**СПЕЦІАЛЬНИЙ ДОЗВІЛ**  
на користування надрами

Ідентифікаційний номер: **5026**

Дата видачі: **від 22 жовтня 2009 року**

Наказ на надання: **Наказ від 10.07.2013 № 351**

Цілі використання надр (геологічне, територіальне, економічне, екологічне, наукове, освітнє, культурно-історичне, рекреаційне, туристичне, медичне, космічне, інші цілі):

Видобування: **видобування**

Видобування надрами: **видобування пісків в якості сировини для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт**

Родовище: **Барсуківське родовище**

Географічні координати:

Географічні координати: ПШ	T.1	T.2	T.3	T.4	T.5	T.6	T.7
Широта	48°42'00"	48°42'06"	48°42'09"	48°42'09"	48°42'08"	48°42'08"	48°42'08"
Довгота	27°09'51"	27°09'50"	27°09'50"	27°09'53"	27°09'56"	27°10'00"	27°10'00"

Місцевість відповідно до географічного, територіального, економічного, екологічного, наукового, освітнього, культурно-історичного, рекреаційного, туристичного, медичного, космічного, інших цілей:

**Хмельницька область Новоушицький район**

**0,5 км на південь від с. Борсуки**

Площа: **5,04 га**

Видобування: **пісок**

Категорія запасів (ресурсів) на час видачі спеціального дозволу на користування надрами (основні, супутні): **кат. А - 191,4 тис. м<sup>3</sup>**

Видобування надр: **розробляється**

**СИСТЕМАТИЧНА СТРУКТУРА ФЛОРИ  
АНДРІЙКОВЕЦЬКОГО ПІЩАНОГО КАР'ЄРУ**

Відділ, клас	Кількість			
	Порядки	Родини	Роди	Види
Equisetophyta:				
<i>Equisetopsida</i>	<i>Equisetales</i>	<i>Equisetaceae</i>	1	1
Всього	1	1	1	1
Magnoliophyta:				
<i>Magnoliopsida</i>	<i>Asterales</i>	<i>Asteraceae</i>	16	18
	<i>Campanulales</i>	<i>Campanulaceae</i>	1	1
	<i>Apiales</i>	<i>Apiaceae</i>	3	3
	<i>Brassicales</i>	<i>Brassicaceae</i>	2	2
	<i>Boraginales</i>	<i>Boraginaceae</i>	2	2
	<i>Cornales</i>	<i>Cornaceae</i>	1	2
	<i>Caryophyllales</i>	<i>Amaranthaceae</i>	1	1
		<i>Chenopodiaceae</i>	2	2
	<i>Dipsacales</i>	<i>Dipsacaceae</i>	2	2
		<i>Caprifoliaceae</i>	1	1
	<i>Fabales</i>	<i>Fabaceae</i>	5	8
	<i>Gentianales</i>	<i>Rubiaceae</i>	1	2
	<i>Lamiales</i>	<i>Lamiaceae</i>	3	3
	<i>Malvales</i>	<i>Malvaceae</i>	1	1
	<i>Theales</i>	<i>Clusiaceae</i>	1	1
	<i>Salicales</i>	<i>Salicaceae</i>	2	4
	<i>Violales</i>	<i>Violaceae</i>	1	1
	<i>Polygonales</i>	<i>Polygonaceae</i>	1	1
	<i>Rosales</i>	<i>Rosaceae</i>	9	10
	<i>Urticales</i>	<i>Urticaceae</i>	1	1
	<i>Papaverales</i>	<i>Papaveraceae</i>	1	1
	<i>Ranunculales</i>	<i>Ranunculaceae</i>	1	1
	<i>Sapindales</i>	<i>Aceraceae</i>	1	2
<i>Liliopsida</i>	<i>Poales</i>	<i>Poaceae</i>	5	5
Всього:	22	24	64	75
Разом	23	25	65	76

## КОНСПЕКТ ФЛОРИ АНДРІЙКОВЕЦЬКОГО ПІЩАНОГО КАР'ЄРУ

**Символи запису ознак видів:** **1** – порядковий номер; **2** – латинська та українська назва виду;

**3 – Основна біоморфа (класифікація Серебрякова):** **D**–дерева,**K**–кущі,**Mn**– монокарпічні (одно-, дворічні) трави,**Pk**– полікарпічні трави;

**4 – Кліматоморфа(За Раункієром):****Ph**- фанерофіт,**nPh**– низькі дерева, високі кущі,**Hkr**- гемікриптофіти, **G**– геофіти,**T**- терофіти;

**5 – Геліоморфа:** **He**-геліофіти,**HeSc**- геліосціофіти,**ScHe**- сціогеліофіти;

**6 – Гігроморфа:****Ks**– ксерофіти,**KsMs**– ксеромезофіти,**MsKs**– мезоксерофіти,**Ms**– мезофіти,**HgMs**- гігромезофіти;

**7 – Термоморфа:****MgT**– мегатерми,**MsT**– мезотерми,**MT**– мікротерми,**EuT**- евритерми;

**8 – Трофоморфа:****OgTr**– оліготрофи,**OgMsTr**– олігомезотрофи,**MsTr**– мезотрофи,**MgTr**– мегатрофи (евтрофи),**OgMgTr**– олігомегатрофи;

**9 – Еколого-ценотична структура:** **Cul**– культивовані,**HalRu**– солончаково-рудеральні,**Pr**– лучні (пратанти), **PrPal**– лучно-болотні,**PrRu**– лучно-рудеральні,**PrSil**– лучно-лісові, **PrSt**– лучно-степові,**Ptr**– скельні (петрофіти),**PtrPs**– скельно-піщані,**Ru**– рудеральні,**Sil**– лісові (сильванти),**SilRu**– лісо-рудеральні,**SilSt**– лісо-степові, **St**– степові (степанти),**StCul**– степово-культивовані,**StRu**– степово-рудеральні.



1	2		3	4	5	6	7	8	9
	Латинська назва	Українська назва							
<b>EQUISETOPHYTA</b>									
<b>EQUISETOPSIDA</b>									
<b>Equisetaceae</b>									
1	<i>Equisetum arvense</i> L.	Хвощ польовий	Pk	G	ScHe	Ms	MsT	MsTr	Pr
<b>MAGNOLIOPHYTA</b>									
<b>MAGNOLIOPSIDA</b>									
<b>Asteraceae</b>									
2	<i>Achillea millefolium</i> L.	Деревій звичайний	Pk	HKr	He	KsMs	MsT	MgTr	PrSt
3	<i>Arctiumlappa</i> L.	Лопух справжній	Mk	HKr	ScHe	MsKs	MsT	MgTr	Ru
4	<i>Artemisia absinthium</i> L.	Полин гіркий	Pk	HKr	He	KsMs	MsT	MgTr	Ru
5	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	Полин звичайний	Pk	HKr	ScHe	Ms	MsT	MgTr	PrRu
6	<i>Carduus nutans</i> L.	Будяк пониклий	Mk	HKr	He	MsKs	MsT	MsTr	StRu
7	<i>Cichorium intybus</i> L.	Цикорій дикий	Pk	HKr	He	MsKs	MsT	MsTr	PrSt
8	<i>Cirsium canum</i> (L.) All	Осот сірий	Pk	HKr	He	Ms	MsT	MsTr	PrRu
9	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten	Осот звичайний	Mk	HKr	ScHe	KsMs	MgT	MgTr	Ru
10	<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav	Космос роздільнолистий	Mk	HKr	He	KsMs	MgT	MsTr	Cul
11	<i>Crepis biennis</i> L.	Скереда дворічна	Mk	HKr	He	Ms	MsT	MsTr	Ru
12	<i>Leontodon hispidus</i> L.	Любочки шорсткі	Pk	HKr	He	Ms	MgT	MsTr	Ptr
13	<i>Silybum marianum</i> (L.) P.Gaertn	Розторопша плямиста	Mk	T	He	Ks	MsT	MgTr	Ru
14	<i>Solidago canadensis</i> L.	Золотарник канадський	Pk	HKr	He	KsMs	MsT	MsTr	Cul
15	<i>Stenactis annua</i> (L.) Cass	Стенактис однорічний	Mk	T	ScHe	MsKs	MsT	MsTr	Ru
16	<i>Tanacetum vulgare</i> L.	Пижмо звичайне	Pk	HKr	He	KsMs	MsT	OgMgTr	PrSt
17	<i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg	Кульбаба лікарська	Pk	HKr	ScHe	KsMs	EuT	MsTr	PrRu
18	<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L) Sch. Bip	Триреберник непахучий	Mk	T	He	KsMs	MgT	MsTr	Ru

## Продовження додатку Е

19	<i>Tussilago farfara</i> L.	Підбіл звичайний	Pk	G	He	Ms	MsT	MsTr	PrRu
<b>Ariaceae</b>									
20	<i>Daucus carota</i> L.	Морква дика	Mk	T	ScHe	MsKs	MgT	OgMgTr	PrRu
21	<i>Pastinaca sativa</i> L.	Пастернак посівний	Mk	HKr	He	Ms	MsT	MgTr	Cul
22	<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	Бедринець ломикаменевий	Pk	HKr	ScHe	MsKs	MgT	OgMsTr	PtrPs
<b>Aceraceae</b>									
23	<i>Acer negundo</i> L.	Клен ясенелистий	D	Ph	He	KsMs	MsT	MsTr	Sil
24	<i>Acer plantanoides</i> L.	Клен гостролистий	D	Ph	ScHe	Ms	MsT	MgTr	Sil
<b>Amaranthaceae</b>									
25	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Щириця зігнута	Mk	T	He	KsMs	MsT	MsTr	Ru
<b>Boraginaceae</b>									
26	<i>Echium vulgare</i> L.	Синяк звичайний	Mk	HKr	He	Ks	MgT	MsTr	StRu
27	<i>Myosotis micrantha</i> PallexLehm	Незабудка дрібноцвіта	Mk	T	He	MsKs	MgT	OgTr	Ru
<b>Brassicaceae</b>									
28	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik	Грицики звичайні	Mk	T	He	KsMs	MsT	MsTr	Ru
29	<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.	Жовтушник лакфіолевидний	Mk	HKr	ScHe	MsKs	MgT	MgTr	Ru
<b>Campanulaceae</b>									
30	<i>Campanula patula</i> L.	Дзвоники розлогі	Mk	HKr	ScHe	Ms	MsT	MsTr	PrSil
<b>Caprifoliaceae</b>									
31	<i>Sambucus nigra</i> L.	Бузина чорна	K	nPh	ScHe	Ms	MgT	OgMsTr	SilRu
<b>Chenopodiaceae</b>									
32	<i>Atriplex sagittata</i> Borkh	Лутига блискуча	Mk	T	He	MsKs	MgT	MsTr	HalRu
33	<i>Chenopodium album</i> L.	Лобода біла	Mk	T	ScHe	KsMs	EuT	MsTr	Ru

<b>Clusicaceae</b>									
<b>34</b>	<i>Hypericum perforatum</i> L.	Звіробій звичайний	Pk	HKr	ScHe	MsKs	MgT	OgTr	PrSil
<b>Cornaceae</b>									
<b>35</b>	<i>Swida alba</i> (L.) Opiz	Свидина біла	D	Ph	ScHe	Ms	MT	MsTr	Sil
<b>36</b>	<i>Swida sanguinea</i> (L.) Opiz	Свидинакриваво-червона	K	Ph	HeSc	Ms	MsT	MsTr	Sil
<b>Dipsacaceae</b>									
<b>37</b>	<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult	Свербїжниця польова	Pk	HKr	He	KsMs	MgT	MsTr	PrSt
<b>38</b>	<i>Scabiosa columbaria</i> L.	Скабіоза голубина	Pk	HKr	He	Ms	MsT	MsTr	St
<b>Fabaceae</b>									
<b>39</b>	<i>Astragalus onobrychis</i> L.	Астрагал еспарцетний	Pk	HKr	He	Ks	MsT	MgTr	St
<b>40</b>	<i>Medicagolupulina</i> L.	Люцерна хмелевидна	Mk	T	He	KsMs	MgT	MsTr	PrSt
<b>41</b>	<i>Medicago sativa</i> L.	Люцерна посївна	Pk	HKr	He	KsMs	MgT	MgTr	Cul
<b>42</b>	<i>Melilotus albus</i> Medik	Буркун білий	Mk	HKr	He	HgMs	MgT	MsTr	PrRu
<b>43</b>	<i>Trifolium pratense</i> L.	Конюшина лучна	Pk	HKr	He	Ms	MgT	MgTr	Pr
<b>44</b>	<i>Trifolium repens</i> L.	Конюшина повзуча	Pk	HKr	He	HgMs	MgT	MgTr	Pr
<b>45</b>	<i>Vicia cracca</i> L.	Горошок мишачий	Pk	HKr	He	HgMs	MsT	MsTr	PrPal
<b>46</b>	<i>Vicia sativa</i> L.	Горошок посївний	Mk	HKr	He	KsMs	MsT	MsTr	Cul
<b>Lamiaceae</b>									
<b>47</b>	<i>Ajuga reptans</i> L.	Горлянка повзуча	Pk	HKr	ScHe	Ms	MgT	MsTr	PrSil
<b>48</b>	<i>Glechoma hederacea</i> L.	Розхїдник звичайний	Pk	HKr	HeSc	Ms	MsT	MsTr	SilRu
<b>49</b>	<i>Leonurus quinquelobatus</i> GilibexUsteri	Собача кропива п'ятилопатева	Pk	HKr	ScHe	MsKs	MgT	MsTr	Ru
<b>Malvaceae</b>									
<b>50</b>	<i>Malva sylvestris</i> L.	Калачики лісові	Pk	HKr	ScHe	KsMs	MgT	MsTr	SilRu

<b>Papaveraceae</b>									
51	<i>Papaver rhoeas</i> L.	Мак дикий	Mk	T	He	MsKs	MgT	MsTr	Ru
<b>Polygonaceae</b>									
52	<i>Rumex crispus</i> L.	Щавель кучерявий	Pk	HKr	He	Ms	MT	MsTr	PrRu
<b>Ranunculaceae</b>									
53	<i>Ranunculus acris</i> L.	Жовтець їдкий	Pk	HKr	He	HgMs	MgT	MsTr	Pr
<b>Rosaceae</b>									
54	<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	Парило звичайне	Pk	HKr	ScHe	KsMs	MgT	MsTr	SilSt
55	<i>Cerasus avium</i> (L) Moench	Вишня пташина	D	Ph	ScHe	KsMs	MgT	MsTr	Sil
56	<i>Crataegus laevigata</i> (Poir) DC	Глід колючий	D	Ph	ScHe	Ms	MsT	MsTr	Sil
57	<i>Fragaria vesca</i> L.	Суниця лісова	Pk	HKr	HeSc	Ms	MgT	MsTr	Sil
58	<i>Malus sylvestris</i> Mill	Яблуня лісова	D	Ph	HeSc	Ms	MgT	MsTr	St
59	<i>Prunus divaricata</i> Ledeb	Алича (Слива розлога)	K	Ph	He	MsKs	MgT	MsTr	StCul
60	<i>Pyrus comunis</i> L.	Груша звичайна	D	Ph	ScHe	MsKs	MgT	MgTr	St
61	<i>Rosa canina</i> L.	Шипшина собача	K	Ph	ScHe	MsKs	MgT	MsTr	SilSt
62	<i>Rubus caesius</i> L.	Ожина сиза	K	nPh	ScHe	Ms	MgT	OgMsTr	SilRu
63	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	Горобина звичайна	D	Ph	ScHe	KsMs	MgT	MsTr	Sil
<b>Rubiaceae</b>									
64	<i>Gallium mollugo</i> L.	Підмареник м'який	Pk	HKr	He	KsMs	MsT	OgMsTr	PrSil
65	<i>Gallium odoratum</i> (L) Scop	Підмареник запашний	Pk	HKr	HeSc	Ms	MgT	MsTr	Sil
<b>Salicaceae</b>									
66	<i>Populus nigra</i> L.	Тополя чорна	D	Ph	ScHe	Ms	MgT	MsTr	St
67	<i>Salix alba</i> L.	Верба біла	D	Ph	ScHe	Ms	MsT	MsTr	St
68	<i>Salix babylonica</i>	Верба вавилонська	D	Ph	He	Ms	MgT	MsTr	St
69	<i>Salix caprea</i> L.	Верба козяча	D	Ph	ScHe	Ms	MgT	OgMsTr	St

<b>Urticaceae</b>									
<b>70</b>	<i>Urtica dioica</i> L.	Кропива дводомна	Pk	HKr	ScHe	HgMs	MgT	MsTr	SilRu
<b>Violaceae</b>									
<b>71</b>	<i>Viola arvensis</i> Murray	Фіалка польова	Mk	T	ScHe	KsMs	MsT	OgMsTr	PrRu
<b>LILIOPSIDA</b>									
<b>Poaceae</b>									
<b>72</b>	<i>Bromus hordeaceus</i> L.	Бромус м'який	Mk	T	ScHe	KsMs	MgT	MsTr	Ru
<b>73</b>	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	Куничник наземний	Pk	G	ScHe	Ms	MgT	OgMsTr	PrSil
<b>74</b>	<i>Dactylis glomerata</i> L.	Грястиця збірна	Pk	HKr	ScHe	Ms	MgT	OgMsTr	PrSil
<b>75</b>	<i>Elytrigia repens</i> (L.) P. Beauv	Пирій повзучий	Pk	G	HeSc	Ms	MsT	MgTr	Ru
<b>76</b>	<i>Poa pratensis</i> L.	Тонконіг лучний	Pk	G	He	Ms	MsT	MsTr	Pr

## ПАРАМЕТРИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВОДНО-ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

### Визначення показника гігроскопічної вологості

Дослідний зразок	m <sub>1</sub> , г		m <sub>2</sub> , г		g, г		H <sub>2</sub> O <sub>гір</sub>	
Ґрунт	23,669	28,992	23,394	28,712	1,725	1,72	0,159	0,163
Піщаний субстрат Андрійковецького кар'єру								
Субстрат	46,010	47,194	46,010	47,194	2	2	-	-
10 %	23,470	28,254	23,405	28,179	1,935	1,925	0,033	0,038
20 %	26,719	26,466	26,642	26,377	1,923	1,911	0,04	0,046
30 %	26,323	26,490	26,423	26,392	1,9	1,902	0,05	0,051
40 %	47,092	47,353	46,963	47,225	1,871	1,872	0,068	0,068
50 %	44,226	49,107	44,083	48,951	1,857	1,844	0,077	0,084
Піщаний субстрат Барсуківського кар'єру								
Субстрат	49,112	44,253	49,111	44,252	2	2	-	-
10 %	47,184	45,109	47,126	45,03	1,942	1,921	0,029	0,041
20 %	44,881	46,611	44,770	46,519	1,889	1,908	0,055	0,048
30 %	47,035	49,935	46,894	49,794	1,859	1,859	0,075	0,07
40 %	46,411	47,681	46,247	47,523	1,836	1,842	0,089	0,085
50 %	46,033	39,754	45,865	39,598	1,832	1,844	0,092	0,084

### Значення показника капілярної вологості

Дослідний зразок	a, г	b, г	c, г	K
Ґрунт	29,443	51,235	60,937	1,00161
Піщаний субстрат Андрійковецького кар'єру				
10 %	29,136	56,880	66,326	1,00035
20 %	29,443	57,991	67,567	1,00043
30 %	29,136	58,597	69,726	1,0005
40 %	29,443	59,841	70,608	1,00068
50 %	29,136	58,264	70,050	1,00081
Піщаний субстрат Барсуківського кар'єру				
10 %	33,948	78,211	89,676	1,00035
20 %	29,153	64,141	79,919	1,00051
30 %	35,214	75,683	87,388	1,00072
40 %	30,260	61,050	70,531	1,00087
50 %	35,458	72,438	84,109	1,00088

**Розрахунок значення показника повної вологоємності**

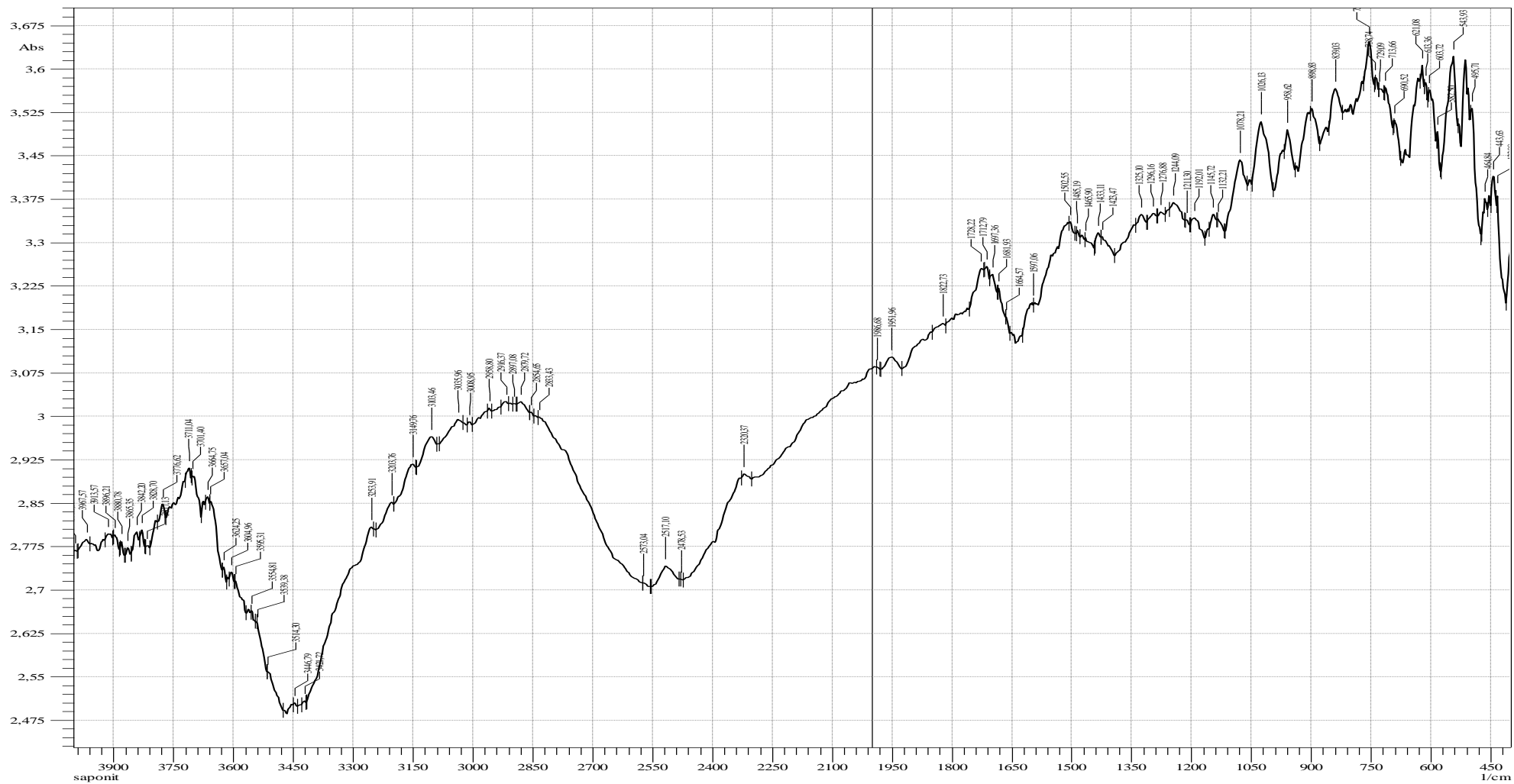
Дослідний зразок	a, г	b, г
Ґрунт	31,494	21,792
Піщаний субстрат Андрійковецького кар'єру		
10 %	37,190	27,744
20 %	38,124	28,548
30 %	40,59	29,461
40 %	40,914	29,128
50 %	41,365	30,400
Піщаний субстрат Барсуківського кар'єру		
10 %	89,676	78,211
20 %	73,919	64,141
30 %	87,388	75,683
40 %	70,531	61,050
50 %	84,109	72,438

**Результати розрахунків вологості на межі розкочування**

Дослідний зразок	m <sub>0</sub> , г	m <sub>1</sub> , г	m, г
Ґрунт	30,082	31,276	26,256
Піщаний субстрат Андрійковецького кар'єру			
10 %	-	-	-
20 %	-	-	-
30 %	28,650	29,488	24,490
40 %	30,975	31,990	26,992
50 %	28,480	29,535	24,535
Піщаний субстрат Барсуківського кар'єру			
10 %	-	-	-
20 %	-	-	-
30 %	28,696	29,333	24,334
40 %	28,631	29,475	24,472
50 %	28,574	29,539	24,539

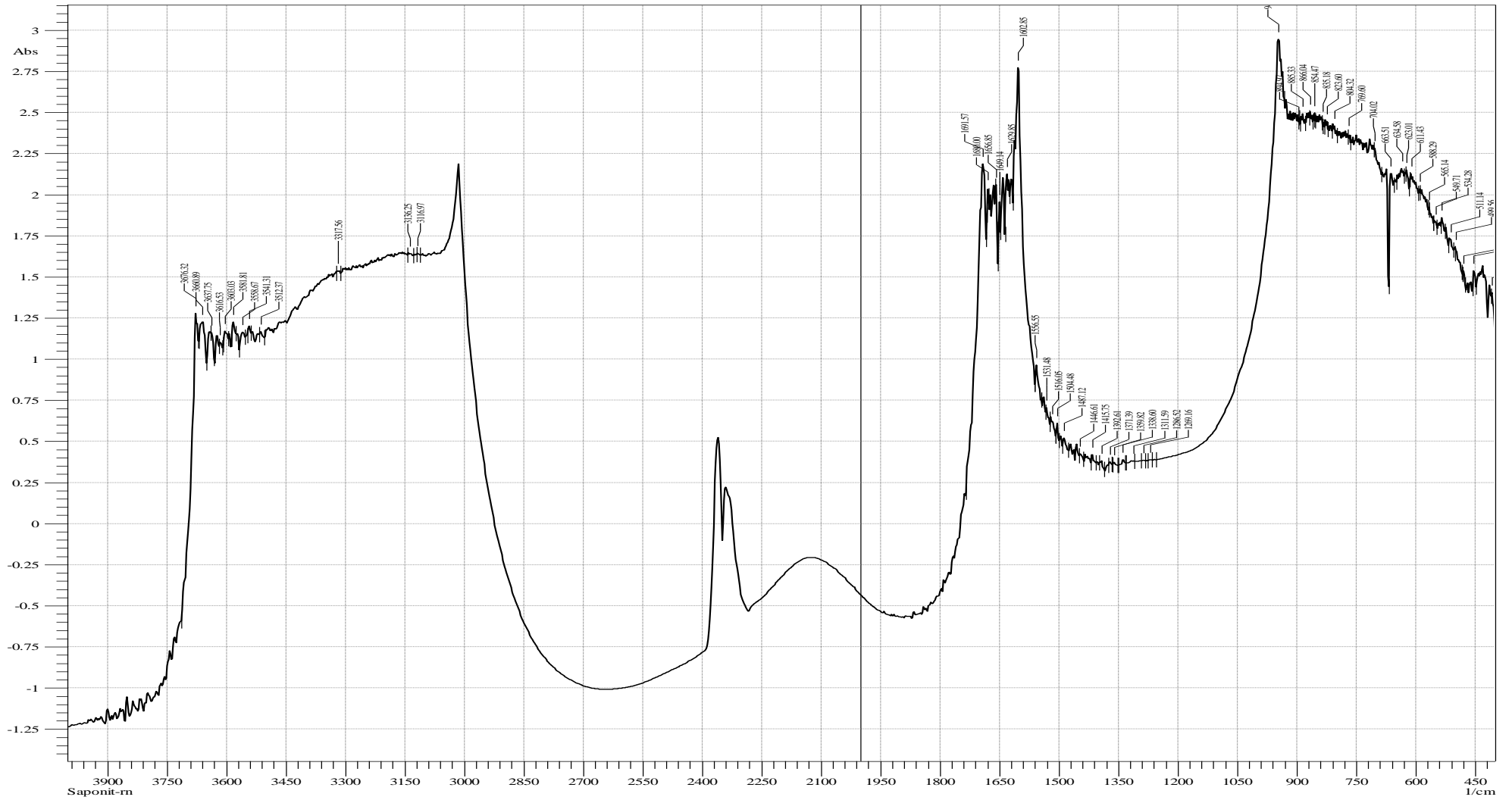
# РЕЗУЛЬТАТИ СПЕКТРОФОТОМЕТРІЇ ОСНОВНИХ ЗРАЗКІВ

## Проба сапоніту (таблетка)

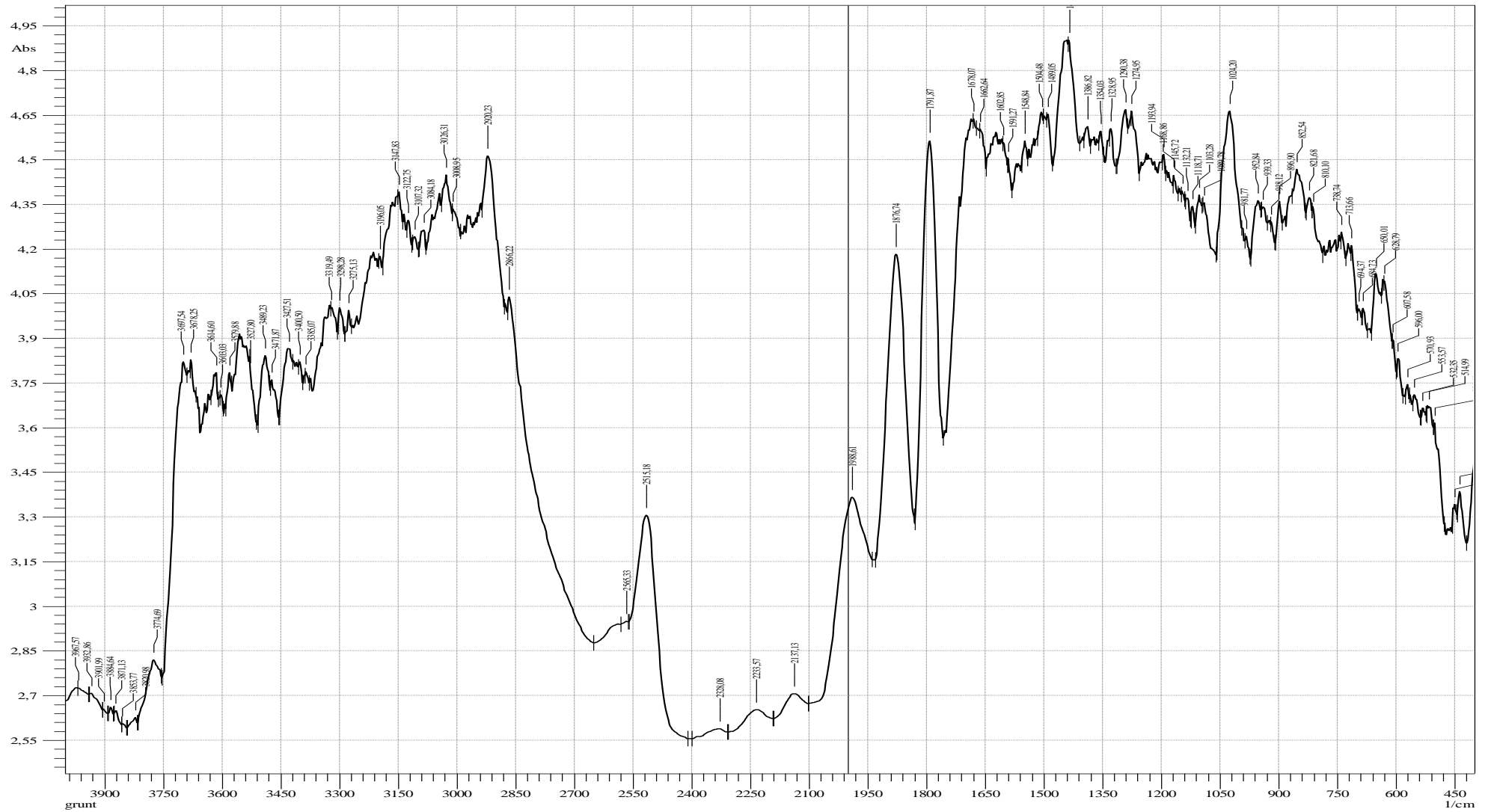




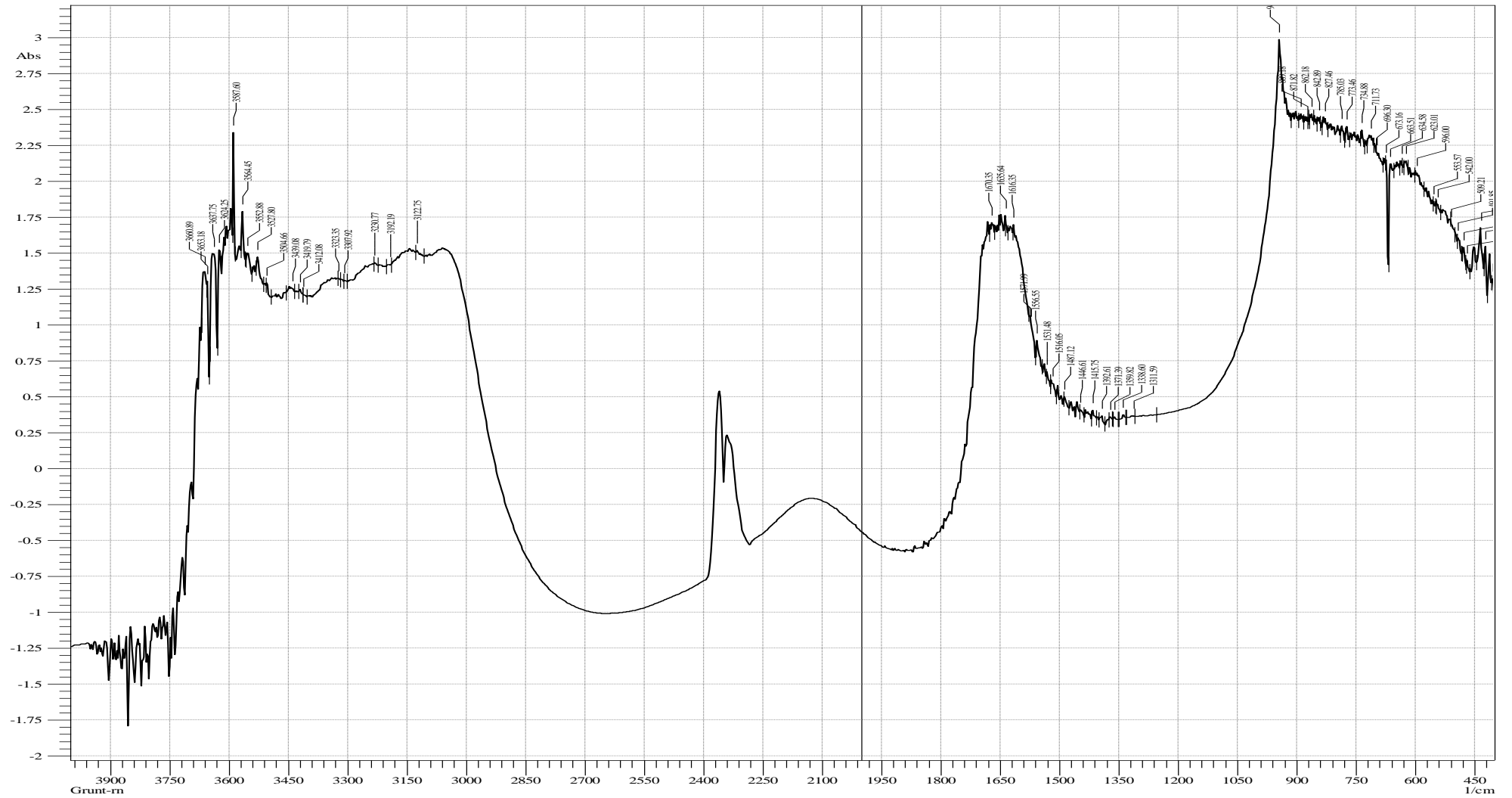
## Проба сапоніту (розчин)



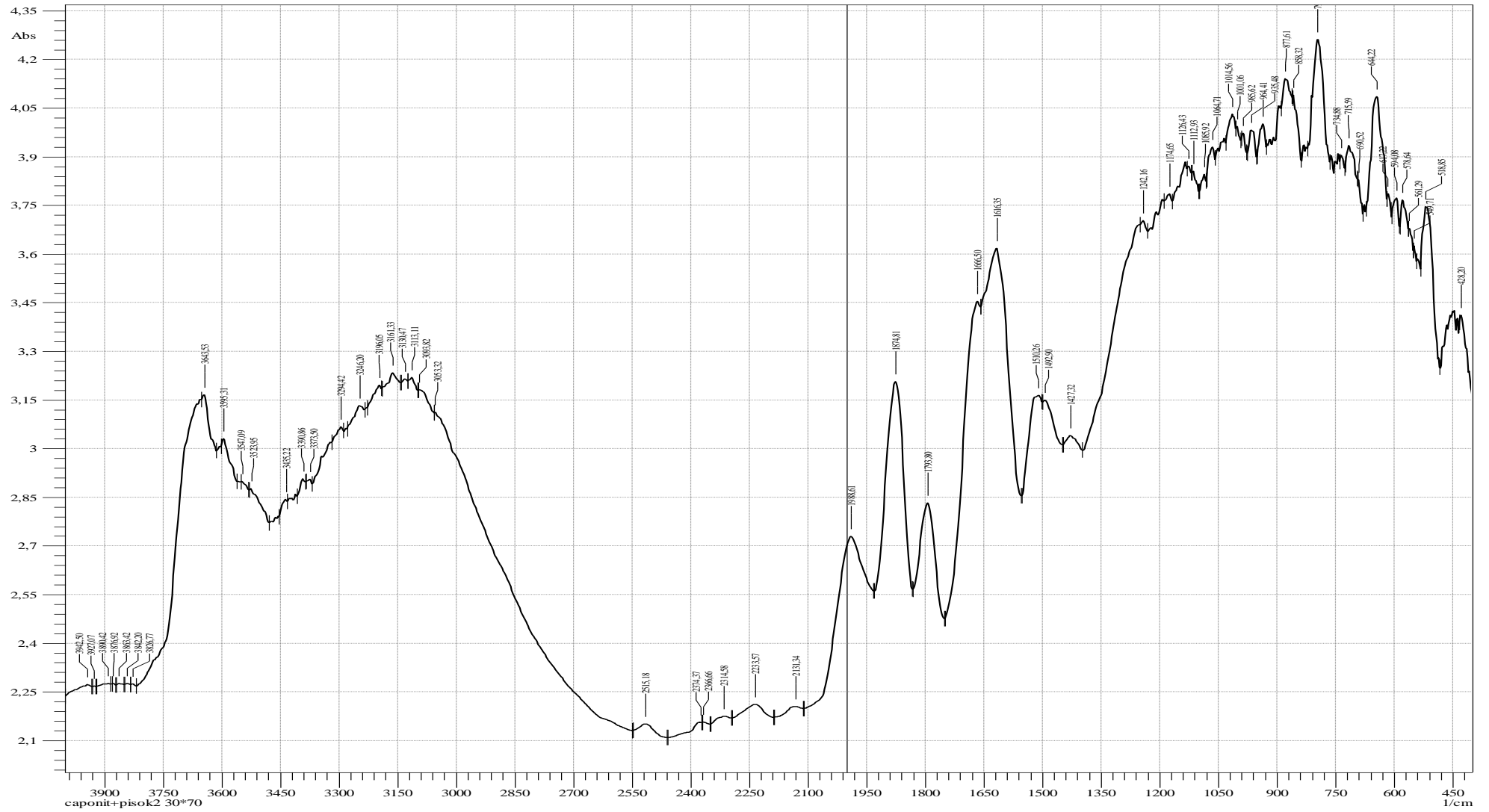
## Проба ґрунту (таблетка)



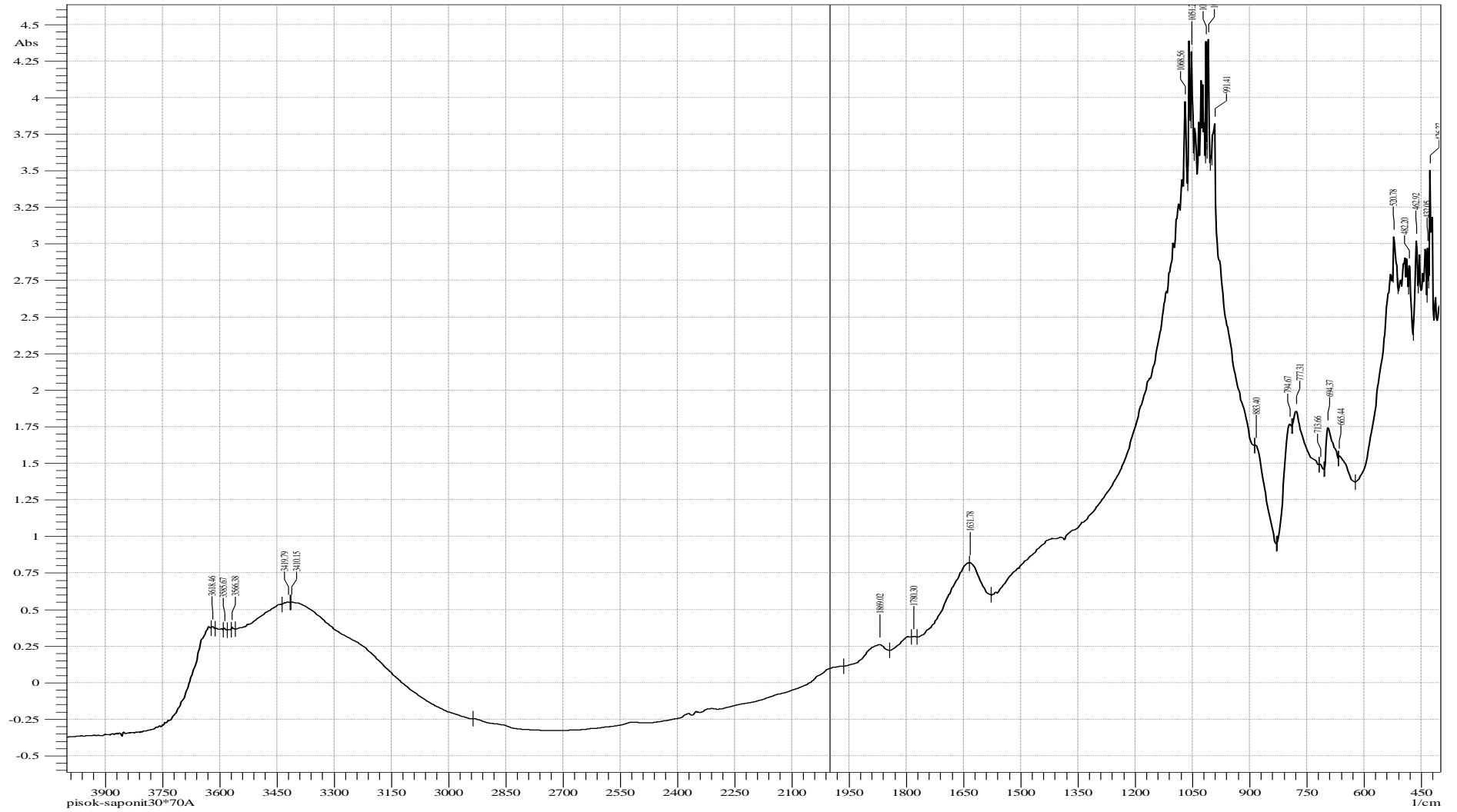
## Проба ґрунту (розчин)



## Проба сапоніт + пісок А (30:70)



## Проба сапоніт + пісок Б (30:70)



## ПАРАМЕТРИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ФІТОТОКСИЧНОСТІ

## Результати визначення схожості насіння

№	Контроль	Субстрат	Субстрат +10 %	Субстрат +20 %	Субстрат +30 %	Субстрат +40 %	Субстрат +50 %
Андрійковецький кар'єр							
1	90	43	44	40	54	62	86
2	74	33	43	56	42	54	80
Барсуківський кар'єр							
1	90	18	40	56	82	87	100
2	74	38	40	60	84	78	90

## Визначення індексу токсичності кар'єру А

№	ІТФ				
	Довжина стебла	Маса стебла	Довжина кореня	Маса кореня	Схожість насіння
А	0,41	0,4	0,38	0,86	0,46
А+10	0,36	0,6	0,48	0,53	0,53
А+20	0,42	0,6	0,5	0,73	0,58
А+30	0,63	1	0,58	0,86	0,58
А+40	0,69	0,8	0,61	0,93	0,71
А+50	0,7	1	0,62	0,93	1,02

## Визначення індексу токсичності кар'єру Б

№	ІТФ				
	Довжина стебла	Маса стебла	Довжина кореня	Маса кореня	Схожість насіння
Б	0,4	0,2	0,37	0,4	0,34
Б+10	0,43	0,24	0,38	0,6	0,48
Б+20	0,48	0,4	0,54	0,6	0,71
Б+30	0,53	0,8	0,55	0,93	1,01
Б+40	0,69	0,8	0,75	1,06	1,0
Б+50	0,86	0,8	0,8	1,06	1,15

## ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
**ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

вул. Інститутська 11, Хмельницький-16, 29016, тел.: (0382) 67-02-76, факс: (0382) 67-42-65  
E-mail: centr@khnu.km.ua, код ЄДРПОУ 02071234

26.09.2022 № 31

На № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

### Довідка

видана Магдійчук Анні Петрівні в тому, що матеріали її кандидатської дисертації на тему: "Екологічні особливості сукцесії фітоценозів піщаних кар'єрів в умовах Правобережного Лісостепу" використані в освітньому процесі Хмельницького національного університету для підготовки здобувачів освіти за освітньо-професійною програмою "Екологія" другого (магістерського) рівня вищої освіти при викладанні таких освітніх компонентів: "Збалансований розвиток територій", "Системний аналіз якості навколишнього середовища" та здобувачів освіти за освітньо-професійною програмою "Екологія" першого (бакалаврського) рівня вищої освіти при викладанні таких освітніх компонентів: "Техноекологія", "Загальна екологія та неоекологія".

Довідка видана за місцем вимоги.

Проректор з науково-педагогічної роботи  Віктор ЛОПАТОВСЬКИЙ





УКРАЇНА  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ  
ДЕПАРТАМЕНТ ГУМАНІТАРНОЇ ПОЛІТИКИ  
ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ  
КОМУНАЛЬНИЙ ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ  
“ВІННИЦЬКА АКАДЕМІЯ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ОСВІТИ”  
вул. Грушевського, 13, м. Вінниця, 21050 тел. 55-65-60,  
E-mail: bil@mail.vinnica.ua

---

---

Вих. від 24.07.2023 № 01/21-170

Довідка

видана Магдійчук Анні Петрівні проте, що матеріали її кандидатської дисертації на тему: “Екологічні особливості сукцесії фітоценозів піщаних кар’єрів в умовах Правобережного Лісостепу” використані в освітньому процесі КЗВО “Вінницька академія безперервної освіти” для підготовки студентів галузі знань 10 “Природничі науки” спеціальності 101 “Екологія” ступеня вищої освіти “Магістр” при викладанні таких освітніх компонентів (навчальних дисциплін): “Стратегія сталого розвитку”, “Збалансоване природокористування”, “Збереження і відтворення біорізноманіття”.

Довідка видана за місцем вимоги.

В.о. ректора  
КЗВО “Вінницька академія  
безперервної освіти”



Ольга РЯБОКОНЬ



## СПИСОК ПРАЦЬ ЗДОБУВАЧА, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

**Статті у фахових виданнях України, які включені до міжнародних  
наукометричних баз:**

1. Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Етапи досліджень еколого-ценотичних груп рослинності Поділля. *Агроєкологічний журнал*. 2021. № 4. С. 47–54. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2021.252955> (проведено пошук та аналіз літератури, підготовлено статтю до друку).
2. Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Водно-фізичні властивості ґрунту як чинник формування фітоценотичного покриву девастрованих земель. *Збалансоване природокористування*. 2021. № 4. С. 93–99. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2021.253092> (проведено дослідження, аналіз результатів, підготовлено статтю до друку).
3. Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Екологічні особливості флористичної структури девастрованих земель Правобережного Лісостепу України. *Агроєкологічний журнал*. 2022. № 1. С. 32–37. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2022.257123> (проведено польові дослідження, аналіз наукової літератури та результатів досліджень, підготовлено статтю до друку).
4. Мудрак О.В., Дем'янюк О.С., Магдійчук А.П. Гірничо-промислові ландшафти Правобережного Лісостепу як потенційні структурні елементи регіональної екомережі. *Екологічні науки*. 2022. № 43. С. 149–153. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.4-43.24> (проведено аналіз наукової літератури, узагальнено результати досліджень, підготовлено статтю до друку).
5. Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Просторово-часовий аналіз фітоценотичного покриву гірничо-промислових ландшафтів Правобережного Лісостепу. *Агроєкологічний журнал*. 2022. № 3. С. 17–26. DOI:

<https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2022.266406> (проаналізовано результати досліджень, підготовлено статтю до друку).

6. Mudrak O., Магдійчук А. Mining and industrial landscapes of Podillya as potential structural elements of the regional ecological network. *Scientific Horizons*. 2022. 25(4). P. 88–99. DOI: [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(4\).2022.89-99](https://doi.org/10.48077/scihor.25(4).2022.89-99) (опрацьовано наукову літературу, проаналізовано результати власних досліджень, підготовлено статтю до друку).

#### Матеріали конференцій:

7. Магдійчук А.П. Особливості проведення рекультивації піщаних кар'єрів Хмельницької області. «VIN SMART ECO»: I Міжнародна науково-практична конференція (м. Вінниця, 16–18 травня 2019 р.). Вінниця, 2019. С. 119–121.

8. Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Біологічний етап як важлива складова рекультивації піщаних кар'єрів Хмельницької області. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві: Міжнародна науково-практична конференція* (м. Київ, 4–5 липня 2019 р.). Київ, 2019. С. 184–187.

9. Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Фітоценотичні зміни девастрованих земель Центрального Поділля (на прикладі Андрійковецького піщаного кар'єра). *Подільські читання. Екологія, охорона довкілля, збереження біотичного та ландшафтного різноманіття: наука, освіта, практика: Міжнародна науково-практична конференція* (м. Хмельницький, 10–12 жовтня 2019 р.). Хмельницький, 2019. С. 192–195.

10. Магдійчук А.П., Мудрак О.В. Перспективи використання сапоніту для рекультивації девастрованих ділянок в умовах Центрального Поділля. *Збалансоване природокористування: традиції, перспективи та*

*інновації: Міжнародна науково-практична конференція* (м. Київ, 3 грудня 2019 р.). Київ, 2019. С. 81–83.

11. Магдійчук А.П., Мудрак О.В. Едафічні умови порушених територій як головний чинник формування рослинності в умовах Центрального Поділля. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві: Міжнародна науково-практична конференція* (м. Київ, 7–8 липня 2020 р.). Київ, 2020. С. 130–132.

12. Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Науково-практичні засади використання рослин для ремедіації забруднених ґрунтів Центрального Поділля. *Збалансоване природокористування: традиції, перспективи та інновації: Міжнародна науково-практична конференція* (м. Київ, 23–24 вересня 2020 р.). Київ, 2020. С. 59–62.

13. Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Екологічні проблеми рекультивації піщаних кар'єрів на Поділлі. *Регіональні геоекологічні проблеми в умовах сталого розвитку: IV Міжнародна науково-практична конференція* (м. Рівне, 22–24 вересня 2020 р.). Рівне, 2020. С. 128–131.

14. Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Особливості поширення фітоценозів піщаних кар'єрів в умовах Центрального Поділля. «VIN SMART ECO»: *Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції* (м. Вінниця, 20–21 травня 2021 р.). Вінниця: КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти», 2021. С. 104–105.

15. Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Синантропна флора Андрійковецького піщаного кар'єру в умовах Центрального Поділля. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції* (м. Київ, 7–8 липня 2021 р.). Київ: ДІА, 2021. С. 120–121.

16. Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Девастовані землі Центрального Поділля як складові елементи екологічної мережі. *Збалансоване природокористування: традиції, перспективи та інновації: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції* (м. Київ, 20–21 жовтня 2021 р.). Київ: ДІА, 2021. С. 87–88.

17. Мудрак О., Магдійчук А. Антропогенний вплив видобування піску на компоненти довкілля в межах Поділля. *«Екологічна безпека – сучасні напрямки та перспективи вищої освіти»: II Міжнародна Інтернет-конференція* (Харків, 25 лютого 2022 р.). Харків, 2022. С. 82–84.

18. Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Тенденція зміни вегетаційного індексу в межах Андрійковецького кар'єрно-відвального комплексу. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції* (м. Київ, 07–08 липня 2022 р.). Київ, 2022. С. 213–216.

#### **Методичні рекомендації:**

19. Стратегія сталого розвитку: Методичні вказівки до виконання практичних робіт студентами очної денної і вечірньої форм навчання спеціальності 101 – «Екологія» ступеня вищої освіти «магістр». Укладачі: Мудрак О.В., Магдійчук А.П., Андрусак Д.В. Вінниця: КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти». 2021. 116 с.

20. Збалансоване природокористування: Методичні вказівки до виконання практичних робіт студентами очної денної і вечірньої форм навчання спеціальності 101 – «Екологія» ступеня вищої освіти «магістр». Укладачі: Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Вінниця: КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти», 2021. 82 с.