

Міністерство освіти та науки України
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ПОТАПЕНКО ОЛЕНА ВАЛЕНТИНІВНА

УДК 574.472

ДИСЕРТАЦІЯ
ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ТЕРИТОРИЙ
ЕЛЕКТРИЧНИХ ПІДСТАНЦІЙ ЯК ОСЕРЕДКІВ
БІОЛОГІЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ

101 – Екологія

Природничі науки

Подається на здобуття наукового ступеня доктор філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Потапенко О.В.
(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник: Грицан Юрій Іванович,
доктор біологічних наук, професор

Дніпро – 2020

АНОТАЦІЯ

Потапенко О. В. Екологічна оцінка територій електричних підстанцій як осередків біологічного різноманіття. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 – Екологія. – Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, 2020.

Згідно пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок збереження біорізноманіття та раціональне використання ґрунтів є одними з найважливіших проблем збалансованого (сталого) розвитку України. Особливий режим функціонування електричних підстанцій створює умови для вивчення процесу впливу техногенного середовища на біологічне різноманіття для пошуку балансу між економічним розвитком та збереженням довкілля.

Метою роботи є оцінити значення територій електричних підстанцій як осередків біологічного різноманіття в умовах регіону, який зазнає значного антропогенного впливу. Для досягнення мети вирішено наступні задачі: визначено показники альфа-, бета-, гамма-різноманіття рослинного покриву електричних підстанцій та встановлено фактори, що на нього впливають; проведено екоморфічний аналіз рослинного покриву та визначено тренди його трансформації як реакцію екологічної системи на антропогенні впливи; проведено фітоіндикацію екологічних режимів у межах електричних підстанцій; оцінено просторову компоненту варіювання показників різноманіття та екоморфічної структури рослинності електричних підстанцій. Об'єктом дослідження є рослинний покрив електричних підстанцій. Предмет дослідження – екоморфічна організація та характеристики різноманіття рослинних угруповань. В межах Дніпропетровської області на території 74 електричних підстанцій проведено 175 геоботанічних описів на основі системи екоморф О.Л. Бельгарда (1950). На підстанціях є ризик локальних

точкових розливів нафтопродуктів внаслідок зносу обладнання. З 175 дослідних ділянок 92, що зазнали локальних розливів нафтопродуктів, 83 – з контрольними умовами площею 9 м² і 18 м² відповідно. 16 дослідних ділянок оброблено біопрепаратом для їх відновлення.

У роботі вперше оцінено фітоценотичне різноманіття флористичних комплексів електричних підстанцій; проведено дослідження антропічного впливу на рослинне різноманіття електричних підстанцій; електричні підстанції розглянуто як осередки для збереження та поширення біологічного різноманіття в умовах антропічно трансформованих ландшафтів степового Придніпров'я.

У дисертації удосконалено методичні підходи щодо оцінки впливу на довкілля промислових об'єктів. Набули подальшого розвитку принципи промислової ботаніки, острівної екології.

У результаті проведеної роботи розроблено методіку екологічної оцінки територій електричних підстанцій як осередків біологічного різноманіття. Практичним результатом роботи також є підхід до оцінки відновлення земель за показниками дослідження рослинних угруповань. Перспективним є включення ділянок електричних підстанцій з найбільш значним біологічним різноманіттям до екологічної мережі.

Флористичне дослідження виконано маршрутним методом. Систематичний (таксономічний) склад рослинності визначено за В.В. Тарасовим (2012). Видовий склад угруповань рослин електричних підстанцій представлено 202 видами. Виявлено 7 видів, що занесено до Червоної книги Дніпропетровської області – *Astragalus danicus* Retz., *Campanula glomerata* L., *Delphinium cuneatum* Steven ex DC., *Geranium pratense* L., *Tragopogon borysthenticus* Artemczuk, *Tragopogon ucrainicus* Artemczuk, *Verbascum nigrum* L. (Травлеєв та ін., 2010). Для класифікації рослинності виконано три етапи: класифікація фітоценозів за допомогою програми WinTWINS - отримання фітоценонів; класифікація видів; інтерпретація фітоценонів - присвоєння їм синтаксономічної назви. З 175 описів в підсумкову синоптичну таблицю включені 156, інші ви-

ключені як перехідні. Назви класі фітоценонів представлені за Соломахою (2008), Pignatti (2004). При описі синантропних угруповань використано дедуктивний метод класифікації Копецькі і Гейні за Булоховим, Семенщikovим (2009). Моделі організації синантропних рослинних угруповань визначені за Міркіним, Ямаловим, Наумовою (2007). Більша частина назв таксонів подано за «Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist» (Mosyakin, Fedoronchuk 1999). Синфітоіндикаційне оцінювання екологічних факторів виконано за Г.Н. Бузуком, О.В. Созіновим (2014). Статистичні розрахунки виконані за допомогою програми Statistica 7.0 та програмної оболонки Project R "R: A Language and Environment for Statistical Computing" (<http://www.R-project.org/http://www.R-project.org/>). Для оцінки екологічних режимів застосовані фітоіндикаційні шкали за Я.П. Дідухом (2012).

Геоботанічні описання за фітоіндикаційними характеристиками піддано кластерному аналізу. Для визначення оптимальної кількості кластерів застосовано критерій Калінського-Харабаш. Взаємини між видовими особливостями та властивостями навколишнього середовища оцінені за допомогою RLQ-аналізу. У результаті отримана краща спільна комбінація ординації сайтів за характеристиками навколишнього середовища, ординації видів за їх властивостями й одночасно ординація видів і сайтів.

Аналіз рельєфу виконано, ґрунтуючись на його цифровій моделі (ЦМР або в англійській транскрипції DEM – *Digital Elevation Model*). Просторовий розподіл топографічних атрибутів використано для непрямого виміру просторової мінливості гідрологічних, геоморфологічних і біологічних процесів. За основу для створення цифрової моделі рельєфу були взяті данні, представлені ресурсом HydroSHEDS. Векторний файл з контуром Дніпропетровської області був одержаний з ресурсу DIVA-GIS (<http://diva-gis.org>).

Основним напрямком трансформації екологічної структури біогеоценотичного покриття в умовах розливів технологічної оливи є збільшення частини однорічних рудерантів. Закономірним є перехід супутніх на попе-

редній фазі сукцесії видів у доміантний стан на наступній фазі, що простежується в угрупованнях, що описані.

Рослинність електричних підстанцій переважно представлена пратантами (46,62 %) та степантами (29,06 %). Основними трендами трансформації екологічної структури за умов забруднення ґрунту технологічною оливою є збільшення частки однорічних рудерантів, аридизація режиму вологості та збіднення ефективної родючості едафотопу.

Екологічні умови у межах досліджених пробних ділянок не є однорідними. Кластерний аналіз дозволив виділити чотири гомогенних групи пробних ділянок, з яких три відповідають меншим рівням забруднення або незабрудненим мікросайтам у межах територій енергетичних підстанцій, а одна – забрудненим мікросайтам. Забруднення призводить до уніфікації екологічної структури угруповання. Спостерігається під впливом забруднення перехід у визначений кінцевий стан, який певною мірою не залежить від початкових станів.

Фітоіндикаційні оцінки екологічних режимів характеризуються кореляційним зв'язком з геоморфологічними властивостями. Регресійні моделі дозволяють пояснити 10 - 31% варіабельності фітоіндикаційних оцінок екологічних режимів. Найбільш геоморфологічно залежними виявилися режим вологості та азотного живлення, а найменш – режим змінності зволоження та омброклімат. Для едафічних екологічних режимів найбільш інформаційно-цінним предиктором є висота рельєфу та пряма інсоляція (по чотирістатистично-вірогідних регресійних коефіцієнти). Для кліматичних режимів найбільш інформаційно-цінними є фактор ерозії, пряма інсоляція та висота над русловою мережею (по два статистично вірогідних регресійних коефіцієнти). Ентропія рельєфного різноманіття є статистично вірогідним предиктором для трофності едафотопу, вмісту карбонатів та термоклімату. Процедура просторової екстраполяції фітоіндикаційних оцінок на регіональному рівні може бути виконана на основі регресійних моделей за методом опорних векторів.

Такий підхід є гнучким та враховує специфіку екологічних взаємодій у системі рельєф–рослинний покрив–екологічний режим.

Ключові слова: електричні підстанції, біологічне різноманіття, угруповання, рослинність, фітоіндикаційна оцінка, екологічні режими, вплив

SUMMARY

Potapenko O. V. Assessment of electrical substations territories as centers of biological diversity. – Qualifying scientific work as a manuscript.

Thesis for a Ph.D Degree in Natural Sciences in specialty 101 - Ecology. – Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, 2020.

Biodiversity conservation and rational use of soils are some of the most important issues of balanced (sustainable) development of Ukraine according to the priority of scientific directions and technical researches. The special mode of electric substations operation creates the conditions for studying the process of influence on biological diversity for finding balance between economic development and preservation of the environment.

The purpose of the work is to assess the value of habitats of electrical substations as biological diversity centers in a region that is subject to a significant anthropic impact. To achieve the goal, the following tasks have been solved: indicators of alpha-, beta-, gamma-diversity of electric substations plants and influencing factors were determined; ecomorphic analysis of plant cover and trends of its transformation were done as reaction of ecological system on anthropic influence; the phytoindication of ecological regimes within electric substations was carried out; spatial variation component indices of diversity and vegetation structure were estimated. The object of the investigation is the vegetation of electrical substations. The subject of the study is ecomorphic organization and vegetation diversity characteristics. In Dnipropetrovsk region 175 geobotanical descriptions were conducted on 74 electrical substations territories on the basis of O.L. Belgard ecomorphic system (1950). There is a risk of local oil spills due to

equipment obsolescence at the substations. From 175 research sites 92 that have polluted, 83 with control conditions of 9 m² and 18 m² respectively. 16 experimental areas were processed by the biological agent for their restoration before the test.

In the study electrical substations phytocoenological diversity of floristic complexes was for the first time estimated. The investigation of anthropic assessment on vegetative diversity of electrical substations was carried out. Electrical substations were considered as centers of conservation and spread of biological diversity in the conditions of the anthropic transformed landscapes of steppe Dnieper.

The methodological approaches for environmental impact assessment of industrial objects are improved in the dissertation. Principles of industrial botany and island ecology were further developed.

As a result of the work the methodology of ecological estimation of the electric substations territories as centers of biological diversity was developed. The practical result of the work is also an approach to the estimation of land renewal according to the researches of plant communities. A promising is to include electric substations with the most significant biological diversity to the ecological network.

Floristic research was made using the route method. The systematic (taxonomic) structure of vegetation was defined by V.V. Tarasov (2012). The species composition of plant communities of electrical substations was represented by 202 species. There were 7 species listed as endangered Dnipropetrovsk region Red Book by A. P. Travleev and others (2010) – *Astragalus danicus* Retz., *Campanula glomerata* L., *Delphinium cuneatum* Steven ex DC., *Geranium pratense* L., *Tragopogon borysthenticus* Artemczuk, *Tragopogon ucrainicus* Artemczuk, *Verbascum nigrum* L. The vegetation classification was divided into three stages: classification of phytocenoses by means of the program WinTWINS (identifying phytocoenons); species classification; phytocoenons interpretation – an assignment of the syntaxonomic names. 156 descriptions from 175 have been included into the final synoptic table. The other ones were eliminated as transitional. The names of

phytocoenons classes are based by Solomakha (2008), Pignatti (2014). Kopecky and Hejny deductive method of classification by Bulahov, Semenschikov (2009) was used for the description of synanthropic communities.

The models of synanthropic vegetative organization associations were defined by Mirkin, Yamalov, Naumova (2007). The names of syntaxons have been determined by classification method Kopecky and Hejny by Bulahov, Semenschikov (2009). The major part of the names of taxons have been defined by «Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist» Mosyakin, Fedoronchuk (1999). Synphytoindicative assessment of the environmental factors was made by G. N. Buzuk, O. V. Sozinov (2014). Statistical calculations were performed using Statistica 7.0 and the R Project software environment "R: A Language and Environment for Statistical Computing" (<http://www.R-project.org/http://www.R-project.org/>). Phytoindicative scales by Ya. P. Didukh were used for assessment the ecological regimes (2012).

Geobotanical descriptions with phytoindicatives were subject to the cluster analysis. Kalinskiy-Harabash criterion was used to determine the optimal number of clusters. The relationship between features of the species and characteristics of the environment were assessed through RLQ-analysis. As a result, the best joint combination of the sites by the environmental characteristics, the ordination of species by their properties and at the same time the ordinance of species and sites was determined.

Relief analyze was made based on its digital elevation model (DEM). Spatial distribution of topographic attributes was used for indirect measurement of the spatial variability of hydrological, geomorphological and biological processes. HydroSHEDS data were taken for the basis for creating digital elevation model. The vector file an outline of Dnipropetrovsk region was obtained from the resource DIVA-GIS (<http://diva-gis.org>).

The main trend in transformation of ecological structure of the biogeocoenon covering in conditions of the technological oil spills is the increase of part of one-year-old ruderal species. Logical is the transition of concomitant

species into a dominant or a subdominant state in the next phase of succession that was traced in the described communities.

Vegetation of the electrical substations is mainly represented by pratants (46,62 %) and stepants (29,06 %). The main trends in transformation of ecological structure in the conditions of local soil pollution with technological oil are increasing the share of one-year ruderals, aridization of moisture regime and impoverishment of the effective fertility of edaphotop.

Environmental conditions within the surveyed sample sites are not homogeneous. Cluster analysis allowed to distinguish four homogenic groups of trial sites. Three of them correspond to debris microsite within the areas of electrical substations, and one - local polluted microsite. There is a transition under the influence of pollution in a certain final state, which to some extent does not depend on the initial conditions.

The phytoindication assessments of the environmental regimes are characterized by correlation of geomorphological properties. Regression models can explain 10-31 % variability of phytoindication environmental assessments modes. Nitrogen nutrition and moisture regime appeared to be the most geomorphologically dependent, while the variability of moisture and ombroclimate appeared to be the least. The most valuable predictor for edaphic environmental regimes is the height of the relief and direct insolation (four statistically significant regression coefficients). For the climate information modes the most valuable predictors are erosion factor, direct insolation and height of the channel network (two statistically significant regression coefficients for each predictor). Entropy of the relief diversity is statistically significant predictor for salt regime, carbonate content and thermoclimate. Procedure of the spatial extrapolation of the phytoindication assessments at the regional level can be performed using regression models with the method of support vectors. This approach is flexible and takes into account the specific environmental interactions in the system topography and vegetation and environmental regimes.

Key words: electrical substations, biological diversity, vegetation, community, phytointeractive assessment, ecological regimes, impact

Список публікацій, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

У періодичних наукових виданнях інших держав, які входять до Організації економічного співробітництва та розвитку та/або Європейського Союзу:

1. Zhukov O.V., Kunah O.M., Dubinina Y.Y., Fedushko M.P., Kotsun V.I., Zhukova Y.O., Potapenko O.V. Tree canopy affects soil macrofauna spatial patterns on broad- and meso-scale levels in an Eastern European poplar-willow forest in the floodplain of the River Dnipro / *Folia Oecologica*. – 2019. – № 46. – С. 123–136. (**Scopus**) *(особистий внесок: аналітичний огляд, підбір та опрацювання літератури, частковий збір та обробка експериментальних даних, формулювання висновків)*.

У виданнях, що включені до наукометричних баз Web of Science та Scopus, у наукових фахових виданнях України:

2. Potapenko O.V., Kunah O.M., Fedushko P.M. The effect of technological oil spill in soil within electrical generation substations, analysed by ecological regime in the context of relief properties / *Biosystems Diversity*. – 2019. – № 27(1). – С. 43–50. (**Web of Science**) *(особистий внесок: аналітичний огляд, підбір та опрацювання літератури, частковий збір та обробка експериментальних даних, формулювання висновків)*.

3. Жуков О.В., Потапенко О.В. Роль геоморфологічних предикторів для моделювання просторового варіювання екологічних режимів, оцінених за опомогою фітоіндикації / *Agrology*. – 2018. – № 1(4). – С. 316 – 327. (**Agricola**) *(особистий внесок: аналітичний огляд, підбір та опрацювання літератури, частковий збір та обробка експериментальних даних, формулювання висновків)*.

4. Потапенко О. В. Оцінка екологічних режимів у межах територій електричних підстанцій методами фітоіндикації / Вісник Дніпропетровського аграрно-економічного університету. – 2016. – № 4(42). – С. 133 – 139.

Список публікацій, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

5. Потапенко О.В. Перспективи екологічної оцінки територій електричних підстанцій як осередків біорізноманіття. Екологічні дослідження лісових біогеоценозів степової зони України: Матеріали міжнародної наукової конференції. – Дніпро: Ліра, 2016. – С. 55 – 56.

6. Потапенко О.В. Екоморфічний аналіз рослинного покриву територій електричних підстанцій. Біотехнологія: досвід, традиції та інновації: Матеріали I Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. – К.: НУХТ, 2016. – С. 313 – 318.

7. Потапенко О.В. Екоморфічний аналіз рослинного покриву територій електричних підстанцій. Молодь: наука та інновації 2016: Матеріали IV-ї Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих учених. – Дніпро: Державний ВНЗ “НГУ”, 2016. – С. 6 – 7.

8. Потапенко О.В. Оценка фитоценотического разнообразия территорий электрических подстанций. Відновлення біотичного потенціалу агроєко-систем: Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції. – Дніпро: Акцент ПП, 2018. – С. 51–53.

9. Потапенко О.В. Роль геоморфічних предикторів для моделювання просторового варіювання екологічних режимів, оцінених за допомогою фітоіндикації. Екологічні дослідження лісових біогеоценозів степової зони України: Матеріали II Міжнародної наукової конференції. – Дніпро: Дніпровський національний університет ім. І. Гончара, 2018. – С. 52 – 53.

Публікації, що додатково відображають наукові результати:

10. Жуков О.В., Потапенко О.В. Фітоіндикація екологічних умов у межах територій електричних підстанцій / Ukrainian Journal of Ecology. – 2017. –

№ 7(1). – С. 5 – 21 (*особистий внесок: аналітичний огляд, підбір літератури, збір та обробка експериментальних даних, формулювання висновків*).

11. Потапенко Е.В. Оценка фитоценотического разнообразия территорий электрических подстанций / Acta Biologica Sibirica. – 2018. – № 4(3). – С. 6 – 35.

12. Потапенко О.В., Ганжа Д.С., Жуков О.В. Перспективи екологічної оцінки територій електричних підстанцій. Питання лісового степознавства та лісової рекультивації земель. – 2016. – Вип. 45. – С. 138 – 147 (*особистий внесок: аналітичний огляд, підбір та опрацювання літератури, частковий збір та обробка експериментальних даних, формулювання висновків*).

ЗМІСТ

ВСТУП	15
Розділ. 1 Використання рослин з метою моніторингу та мінімізації антропоційного впливу (аналітичний огляд літератури)	21
1.1 Промислова ботаніка як нова галузь ботанічних знань	22
1.2 Екологічні наслідки розливів продуктів переробки нафти	26
1.3 Вплив ландшафтних особливостей на дослідження ґрунтів та біорізноманіття	30
1.4 Відновлення та рекультивація ґрунтів	32
1.5 Досвід іноземних компаній щодо захисту біорізноманіття на об'єктах електричних мереж, важливість екологічної освіти	39
Висновки по розділу 1.	44
Розділ 2. Фізико-географічна характеристика регіону досліджень	46
Висновки по розділу 2.	53
Розділ 3. Матеріали та методи досліджень	54
3.1 Методики дослідження фітоценотичного різноманіття	54
3.2 Методика екоморфічного аналізу рослинного покриву та екологічних режимів	57
3.3 Методи оцінки геоморфологічних предикторів для моделювання просторового варіювання екологічних режимів	60
Висновки по розділу 3	64
Розділ 4. Оцінка біорізноманіття територій електричних підстанцій	66
4.1 Видовий склад угруповань рослин	66
4.2 Опис фітоценозів	67
Висновки по розділу 4.	89
Розділ 5. Екоморфічний аналіз рослинного покриву	92
Висновки по розділу 5.	100
Розділ 6. Фітоіндикація екологічних режимів.	101
6.1 Оцінка екологічних режимів територій електричних підстанцій	101
Висновки по розділу 6.	119

Розділ 7. Роль геоморфічних предикторів для моделювання просторового варіювання екологічних режимів.	121
Висновки по розділу 7.	137
Висновки	138
Список використаних джерел	140
Додаток А Таксономічна структура флори.....	169
Додаток Б Дериватне угруповання <i>Polygonum aviculare</i> [Artemisietea vulgaris/Stellarietea mediae]	171
Додаток В Дериватне угруповання <i>Galium humifusum</i> [Festuco-Brometea/Artemisietea vulgaris]	172
Додаток Г Базальне угруповання <i>Elymus repens</i> [Festuco-Brometea/Artemisietea vulgaris]	176
Додаток Д Базальне угруповання <i>Festuca valesiaca</i> [Festuco-Brometea/Artemisietea vulgaris]	179
Додаток Е Базальне угруповання <i>Festuca valesiaca</i> [Artemisietea vulgaris/Festuco-Brometea]	182
Додаток Ж Дериватне угруповання <i>Bromus tectorum</i> [Festuco-Brometea/Artemisietea vulgaris]	184
Додаток И Базальне угруповання <i>Elymus repens</i> [Chenopodietea/Festuco-Brometea]	187
Додаток К Дериватне угруповання <i>Ambrosia artemisiifolia</i> [Chenopodietea/Festuco-Brometea].....	189
Додаток Л Взважена кореляція RLQ-осей та екологічних властивостей рослин	191
Додаток М Список публікацій за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації	193

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України № 942 від 07.09.2011 р. «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2020 року», питання збереження біорізноманіття, раціонального використання ґрунтів відносяться до пріоритетних напрямків [116].

Збереження екологічного балансу є невід'ємною частиною стратегії успішного ведення бізнесу. Серед стратегічних цілей сучасних енергокомпаній – запроваджувати найкращі технології для забезпечення промислової та екологічної безпеки.

Електричні підстанції розташовано на території усієї Дніпропетровської області. Розгалуженість структури зумовлює взаємодію з навколишнім середовищем. Особливий режим функціонування електричних підстанцій створює умови для вивчення процесу впливу техногенного середовища на біологічне різноманіття для пошуку балансу між економічним розвитком та збереженням довкілля. Експлуатація оливонаповненого обладнання обумовлює ризик локальних точкових розливів нафтопродуктів. Тому важливо дослідити можливі антропогенні зміни ґрунтів в районі електричних підстанцій. Є нагальна потреба у дослідженні антропогенного впливу на біологічне різноманіття для розробки заходів щодо його мінімізації.

Важливим аспектом екологічної оцінки територій енергетичних підстанцій є визначення їх ролі як осередків біологічного різноманіття. Ці території є режимними об'єктами, що значною мірою екрановані від цілої низки зовнішніх впливів. Їх можна розглядати як елементи територіальної мозаїчності, що формують ділянки, що зазнають меншого агротехногенного впливу.

Сучасний стан навколишнього природного середовища України зумовлює необхідність детального вивчення, збереження та раціонального використання природних осередків рослинності в різних населених пунктах. В містах відбувається постійний вплив людини на біорізноманіття, що призводить до суттєвих змін рослинного вкриття [14]. Перспективним є включення відновлених промислових територій з досить багатим біорізноманіттям до екологічної мережі [159, 161, 162]. Для діагностики ґрунтів доцільно застосовувати заходи геоботанічної індикації за непрямими ознаками.

Енергетичною стратегією України до 2035 року передбачено забезпечити екологічну безпеку процесі передачі електроенергії [128]. Захист та відновлення біорізноманіття відносяться до одних з найважливіших цілей збалансованого (сталого) розвитку України згідно Указу Президента України № 722/2019 від 30.09.2019 «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» [147].

Особливої актуальності тема дослідження набуває в зв'язку з прагненням України впровадити європейські стандарти в галузі охорони довкілля. В рамках Угоди про асоціацію з Європейським Союзом Україна взяла на себе зобов'язання імплементувати 29 природоохоронних нормативних актів Європейського Союзу, в тому числі Директиву № 92/43/ЄС про збереження природного середовища існування, дикої флори та фауни [59, 108, 113].

Питання збереження біорізноманіття визнано важливим і глобальним у міжнародних документах, що ратифіковано Україною. Таких як, Конвенція про охорону біорізноманіття (1992) [57, 83], Конвенція про охорону дикої фауни та флори та природних середовищ мешкання у Європі (Бернська конвенція, 1972) [58, 84], Всеєвропейська стратегія збереження біологічного та ландшафтного різноманіття (1995) тощо [26].

В контексті звіту Міжурядової науково-політичної платформи з біорізноманіття та екосистем (IPBES) ООН, опублікованого 2018 року за

участю понад 500 експертів з 50 країн, за період з 1980 року, питання охорони і збереження біологічного різноманіття є критичним [195].

Усе вище зазначене дозволяє констатувати актуальність вивчення біологічного різноманіття територій електричних підстанцій.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана в 2016-2019 роках у рамках наукової програми кафедри екології та навколишнього середовища Дніпровського аграрно-економічного університету як частина науково-дослідних тем «Відновлення екологічних функцій агроландшафтів, техногенно порушених територій та соціологія довкілля" (№ державної реєстрації 0113U001748) та «Відновлення біотичного потенціалу техноагроекосистем та збереження регіональних ландшафтів» (№ державної реєстрації 0118U004727).

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є оцінка значення оселищ електричних підстанцій як осередків біологічного різноманіття в умовах регіону, який зазнає значного антропогенного впливу.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- визначати показники альфа-, бета-, гамма-різноманіття рослинного покриву електричних підстанцій та встановити фактори, що на нього впливають;
- провести екоморфічний аналіз рослинного покриву та визначити тренди його трансформації як реакцію екологічної системи на антропогенні впливи;
- провести фітоіндикацію екологічних режимів у межах електричних підстанцій;
- оцінити просторову компоненту варіювання показників різноманіття та екоморфічної структури рослинності електричних підстанцій.

Об'єкт дослідження. Рослинний покрив електричних підстанцій.

Предмет дослідження. Екоморфічна організація та характеристики різноманіття рослинних угруповань.

Методи дослідження. Геоботанічне описання, створення географічної інформаційної бази даних, методи ординації угруповань.

Наукова новизна одержаних результатів.

Уперше:

- проведено дослідження фітоценотичного різноманіття флористичних комплексів електричних підстанцій, інвентаризація яких являє собою актуальну наукову задачу;

- проведено екоморфічний аналіз рослинного покриву та визначено тренди його трансформації як реакцію екологічної системи на антропогенні впливи;

- проведено фітоіндикацію екологічних режимів у межах електричних підстанцій;

- оцінено просторову компоненту варіювання показників різноманіття та екоморфічної структури рослинності електричних підстанцій;

- електричні підстанції розглянуто як осередки біологічного різноманіття.

Удосконалено:

Методичні підходи щодо оцінки біологічного різноманіття промислових об'єктів.

Набули подальшого розвитку:

- принципи промислової ботаніки [36, 143];

- принципи острівної екології [263].

Практичне значення одержаних результатів.

Енергетичним компаніям, а також установам, що проводять оцінку впливу на довкілля у проектній діяльності доцільно проводити оцінку видового, таксономічного і екологічного різноманіття територій електричних підстанцій та інших промислових об'єктів методами геоботанічного опису та класифікації рослинності. Це дозволяє визначити рослини, що потребують особливої охорони, а також ефективно спланувати природоохоронні заходи на основі природоузгоджених технологій.

Результати геоботанічного дослідження для рослинних угруповань дозволяють визначити ступінь порушеності угруповання і тенденцію подальшого розвитку. Оцінка взаємин між видовими особливостями та властивостями навколишнього середовища за допомогою RLQ-аналізу дає змогу порівняти екологічні особливості видів з умовами навколишнього середовища.

Для оцінки ступеня відновлення земель після антропогенного впливу доцільно застосовувати методи визначення стадії сукцесії угруповання та класифікації рослинності. Це дозволяє наочно визначити статус антропогенного порушення та ефективність очищення та рекультивації земель з мінімальними витратами.

Цифрова модель рельєфу та похідні від неї інформаційні шари просторових даних (топографічний індекс вологості, індекс топографічного положення, індекс балансу геомаси, фактор ерозії, геоморфологічні оцінки прямої та розсіяної інсоляції, висота над русловою мережею, векторна міра пересіченості за та різноманіття форма рельєфу за Шенноном) є інформаційно-цінними предикторами екологічних режимів ділянок, що потребують охорони.

Внесок у охорону біорізноманіття сприяє покращенню репутації компаній як соціально відповідальних.

Особистий внесок здобувача. Дисертація є особистою науковою працею автора. Мету і задачі дослідження визначено при безпосередній участі дисертанта. Автором самостійно зібрано, систематизовано і проведено аналіз наявних літературних джерел за темою дисертації, організовано збір інформації по об'єктах, обробка і інтерпретування отриманих даних. Планування дослідження та обговорення усіх результатів проведено спільно з науковими керівниками д.б.н., проф. О.В. Жуковим та д.б.н., проф. Ю.І. Грицаном.

Апробація результатів дослідження.

Основні положення дисертаційної роботи було висвітлено у доповідях на I, II Міжнародних наукових конференціях «Екологічні дослідження лісових біогеоценозів степової зони України» (Дніпро, 2016, 2018); I Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Біотехнологія: досвід, традиції та інновації» (Київ, 2016); IV Всеукраїнській науково-технічній конференції студентів, аспіратів та молодих учених (Дніпро, 2016); III Міжнародній науково-практичній конференції «Відновлення біотичного потенціалу агроєкосистем» (Дніпро, 2018).

Публікації. Основні матеріали дисертаційної роботи опубліковані у 12 наукових працях, із них 1 – у виданні інших держав, які входять до Організації економічного співробітництва та розвитку та/або Європейського Союзу, 2 – у виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз Web of Science або Agricola, 3 – що входять до переліку фахових, 5 – матеріали наукових конференцій, 3 – що додатково відображають наукові результати дисертації.

Структура та обсяг роботи. Дисертація викладена на 195 сторінках комп'ютерного тексту й складається зі вступу, 7 розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Вона містить 39 таблиць і 32 рисунки. Список літературних посилань містить 283 джерела, з яких 109 англійською мовою.

Подяки. Автор щиро вдячний за участь у таксономічному визначенні видів рослин Д.С. Ганжі, за перевірку правильності проведення екоморфічного аналізу рослинного покриву, оцінки фітоіндикації екологічних режимів та просторової компоненти варіювання показників різноманіття та екоморфічної структури рослинності О.В. Жукову та Ю.І. Грицану.

РОЗДІЛ 1

ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИН З МЕТОЮ МОНІТОРИНГУ ТА МІНІМІЗАЦІЇ АНТРОПІЧНОГО ВПЛИВУ (АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Дніпропетровська область являє собою один з найбільш економічно розвинених регіонів. Сучасний стан і динаміка розвитку екологічної ситуації на території області признано критичними. Особливістю регіону є те, що кризисні ситуації не локалізовані по території, а поширюються на цілі промислові агломерації [171].

Однією з проблем сучасності є урбанізація території країн, що мають високу долю міського населення. Виникає питання незабезпеченості населених пунктів природно-ресурсним потенціалом, що виражається в недостатній площі зелених насаджень, розвитку небезпечних геодинамічних процесах (карстово-суффозійні, зсувні, підтоплення тощо), забрудненні повітряного та водного середовищ. Це призводить до втрати стійкості територій, збільшенню абіотичної системи, підвищенню ступеня екологічного ризику для усіх компонентів навколишнього середовища: повітря, рослинності, води та ґрунтів [28]. Екологічний моніторинг в містах є особливо актуальним в зв'язку з динамічністю, потужністю та багатofакторністю антропоічних впливів [34].

Ці проблемні питання актуальні і для України. Нафта та продукти її переробки – це головні товари людства, що є основою життя і широко використовуються в промисловості. Забруднення ґрунтів нафтопродуктами відбувається скрізь в населених пунктах, навколо АЗС, вздовж доріг, усюди, де відбувається пов'язана з нафтою діяльність людини [61, 82].

В Європі, США та розвинених азійських країнах суспільство має високі екологічні вимоги до бізнесу. Тому приділяється виключна увага дослідженням впливу нафти та продуктів її переробки на ґрунти, біоту, а також мето-

дам очищення. В Україні останні роки підвищується увага до питань екологічної безпеки та відповідальності бізнесу.

1.1 Промислова ботаніка як нова галузь ботанічних знань

В теперішній час в зв'язку з підвищенням негативного впливу діяльності людини на біосферу та геосферіду перед ботанікою виникають нові задачі. Вони постають у науковому осмисленні засобів підтримки сприятливих екологічних умов для забезпечення еволюції рослинного світу, що є зв'язуючою ланкою між Сонцем та життям на Землі та служать біоенергетичною основою усіх трофічних зв'язків в біосфері [36]. Ось чому ХХ століття породило вибухову диференціацію в біології та велику кількість нових ботанічних наук та їх напрямів. Зокрема виникли степове лісознавство [11, 12], космічна ботаніка, ейдологія, генетика рослин, біологія розвитку, теоретична ботаніка [36], соціологічна фітосферологія [167], екосистемологія [32] та ін.

Промислова ботаніка як нова галузь ботанічних знань запропонована В. В. Тарчевським, який так визначив цю науку: «... промислова ботаніка ставить своїм завданням вивчення особливостей будови, росту та розвитку рослин і формування фітоценозів в зоні дії забруднення промислових підприємств та його нейтралізацію в цих умовах за допомогою рослинності» [143].

Геоботаніка виникла в результаті розвитку ботанічної географії. Цей напрямок був започаткований О. Гумбольтом (1769-1859) і включав елементи флористики та кліматичної географії рослинності. Комплексний ботаніко-географічний напрям розвивається майже до початку ХХ сторіччя. Виникнення геоботаніки як окремого ботанічного напрямку пов'язано з ім'ям нашого співвітчизника Й.К. Пачоського, С.І. Коржинського та А.М. Краснова. У 70-х роках у сигматизмі простежується реформістський напрямок, пов'язаний із відходом від характерних видів. Згідно з ортодоксальною дихотомією Браун-Бланке, будь-яка асоціація повинна мати хоча б один характерний вид, приурочений до цього типу угруповань, що трапляється з високим та середнім ступенем постійності, та відсутній в інших асоціаціях. У такому випадку ная-

вність характерного виду однозначно визначає належність ценозів до асоціації, а впорядкована фітоценотична таблиця має діагностичні блоки, розташовані вздовж діагоналі [35].

В теперішній час промислова ботаніка інтенсивно розвивається. Проводиться фітоекологічна оцінка рослинності територій, що піддалися антропоїчному впливу. Наприклад, залізничних насипів [5, 6]; техногенних ландшафтів гірничо-збагачувальних і металургійних комбінатів [132, 133]; майданних та лінійних об'єктів газотранспортної інфраструктури [152]. Розробляються технології формування вторинного ландшафтного та біотичного різноманіття порушених земель, в тому числі з їх подальшим включенням до екологічної мережі [159, 161, 162].

Задачами класифікації синантропних угруповань є дослідження можливості їх використання як джерел рослинних ресурсів, моніторингу антропоїчних впливів та пошуку методів зниження синантропізації на біологічне різноманіття природних екосистем [101]. Експерти пропонують розрізняти три моделі організації синантропних рослинних угруповань, що формуються від впливом людини. R – модель – угруповання сегетальних бур'янів по полях однорічних культур та ініціальних стадій відновлювальних сукцесій. R → CRS – модель – серіальні угруповання наступних стадій відновлювальних сукцесій. CRS → S – модель – серіальні угруповання аллогенних сукцесій від впливам випасання худоби та інших зовнішніх впливів [101].

В Україні рудеральна рослинність є недостатньо дослідженою [85].

Постійне зростання техногенної трансформації навколишнього середовища ставить важливу і актуальну задачу пошуку індикаторів для оцінки стану антропоїчно зміненого середовища [37].

Екологічний моніторинг порушених земель полягає в збиранні інформації та створенні бази даних для прийняття рішень щодо забезпечення екологічної безпеки. Організація і проведення локального моніторингу являє собою необхідний інструмент, що дозволяє контролювати антропоїчний вплив

на довкілля, зміну стану її компонентів в зв'язку зі специфікою прояву екологічних наслідків діяльності промислових об'єктів [157].

Встановлення стану біорізноманіття як найважливішого природного ресурсу і джерела стабільності екосистеми надзвичайно важливо при оцінці будь-якого об'єкту як складової частини біогеоценотичного покриву біосфери [48, 71]. Серед основних оціночних критеріїв стану різноманіття біоти провідне місце належить характеристикам, що ґрунтуються на показниках видового складу, таксономічного різноманіття і таксономічної складності [48, 97, 111].

Сучасна тенденція в екологічному контролі – проведення біомоніторингу методами біоіндикації та біотестування, що дають інтегральну оцінку якості середовища проживання будь-якої біологічної популяції, включаючи людину [13, 166]. Рослини – найзручніші та найдешевші об'єкти в плані проведення досліджень. Вони достатньо інформативні для біомоніторингу ґрунтів, оскільки слугують первинними ланками трофічних ланцюгів, виконують основну роль у поглинанні різноманітних забруднювачів, постійно зазнають їх впливу завдяки закріпленню на субстраті [130].

Рослини із-за своєї обмеженості в пересуванні також є хорошими об'єктами для спостереження за впливом, який надає на них забруднення навколишнього середовища [170].

Для діагностики ґрунтів доцільно застосовувати заходи геоботанічної індикації за непрямыми ознаками, наприклад, зміни покриття порівняно з фоновою ділянкою, випадіння окремих видів, розвитку фітопатологічних відхилень («морф»), змінами в лісовій підстилці та опаді [28].

Діагностика й оцінка забрудненої системи «рослина - ґрунт» є важливими складовими в екологічному нормуванні, екотоксикології, при проведенні екологічного моніторингу й аудиту, розробленні комплексу технологічних і біологічних заходів щодо санації нафтозабруднених територій. Сучасні підходи, засновані на застосуванні рослинних тест-

систем, відкривають можливості екологічної оцінки токсичності середовища у різних регіонах України, особливо, ґрунтів, забруднених нафтою та продуктами її переробки [32, 41, 42].

Одним з найважливішим напрямів біоіндикації є фітоіндикація, в якій як індикатори використовують ознаки та властивості рослин чи їх певну сукупність (популяції, види, фітоценози). Індикаторами структури, типу ґрунту, ступеня його забруднення також є комплекси мікроорганізмів. За останні десятиліття отримано переконливі докази щодо наявності зв'язків між різними типами ґрунтів і складом, кількісним співвідношенням певних груп ґрунтової фауни ті мікроорганізмів, зокрема угруповань водоростей у різних типах ґрунтів, а також характером забруднення ґрунтів [44, 146].

Використання в екологічному контролі біоіндикації дозволяє отримати інтегральну характеристику стану компонентів природного середовища (атмосферне повітря, ґрунти, біота тощо). Рослини є інформативним індикатором рівня доступних для тварин і людини хімічних елементів [7].

Перспективно для екологічного моніторингу ґрунтів використовувати дослідження життєвих форм рослин, що характеризують, по-перше, відношення виду до середовища в цілому, а, по-друге, – до кожного окремого фактору. Така «система екоморф» була розроблена Бельгардом (1950) для умов степової зони [11]. Всі види рослин достатньо чітко підрозділяються на екологічні групи (типи) у відношенні до світла, тепла, родючості (сольовому режиму), вологості ґрунтів, виступаючи одночасно фітоіндикаторами відповідних умов в природній обстановці [96].

Для формального опису залежності фітопродуктивності від рівня забрудненості ґрунту продуктами переробки нафти можливо використовувати інтегральний гамма-розподіл. При цьому його параметри представляють характеристики системи, що досліджується, тобто залежали від характеристик ґрунтів і специфіки забруднювача [62, 63].

1.2 Екологічні наслідки розливів продуктів переробки нафти

Складний хімічний склад нафти і нафтопродуктів призводить до низки екологічних проблем, пов'язаних зі зміною біологічних та мікробіологічних властивостей ґрунту і води, а також до шкоди рослинному та тваринному світу [1]. Екологічні наслідки забруднення ґрунтів нафтою і продуктами її переробки залежать від параметрів забруднення, властивостей ґрунту і характеристик зовнішнього середовища [78, 141, 269].

При нафтовому забрудненні тісно взаємодіють три групи екологічних факторів [45]:

- 1) складність складу продуктів переробки нафти, що знаходяться в процесі постійної зміни;
- 2) складність, гетерогенність складу і структури будь-якої екосистеми, що знаходиться в процесі постійного розвитку і обміну;
- 3) різноманіття і мінливість зовнішніх факторів, що впливають на екосистему (температура, вологість, тиск тощо).

Навіть незначне забруднення призводить до зниження кількості мікроорганізмів і утворенню вуглекислого газу. Нафта пригнічує дихальну активність і мікробне самоочищення, змінює співвідношення поміж окремими групами природних мікроорганізмів, пригнічує процеси азотфіксації, нітрифікації, руйнування целюлози, призводить до накопичення. Найбільш негативну дію надають нафта і продукти її переробки, що містять відходи. Наприклад, при вмісті в відходах 4 - 5 % нафти і продуктів її переробки знижується активність окисно-відновних і гідролітичних ферментів, що призводить до пригнічення ґрунтової мікрофлори. При меншому складі даних забруднювачів ефект зниження біологічної продуктивності ґрунту характерний для періоду від 3 до 6 місяців. Потім спостерігається посилене розмноження азотфіксуючих, денітрифікуючих і сульфатвідновлювачих бактерій, що використовують нафту і нафтопродукти в якості джерела вуглецю і енергії, в результаті чого відбувається поступове окислення і мінералізація забруднення [88].

Забруднений ґрунт в результаті різкого зниження біологічної продуктивності і фізико-хімічних властивостей не здатен виконувати свої екологічні функції [106]. В результаті техногенного впливу відбувається інтенсивна перебудова структури ґрунтового покриву. Зональні ґрунти заміщуються техногенно зміненими, посилюється контрастність ґрунтів, що є сталою характеристикою забруднених ґрунтів. Забруднення ґрунту продуктами переробки нафти впливає на весь комплекс властивостей, що визначають його родючість [151, 222].

Екологічна дія забруднюючих речовин проявляється на організменому, популяційному, біоценотичному та екосистемному рівні. Відбувається деградація екосистем – погіршення їх як середі існування [24].

Розлив продуктів переробки нафти здатен знищити флору і фауну, визвати мутацію мікроорганізмів, що живуть в ґрунті і в воді. Відновлення рослинності на нафтозабруднених ґрунтах уповільнюється або не є можливим [112].

Самовідновлення середнього ступеня порушеного в результаті забруднення продуктами переробки нафти рослинного покриву в зоні прямого впливу важко в зв'язку з пригніченням усіх рослинних ярусів [131]. Особливо незахищеними залишається рослинний світ. Відбувається скорочення чисельності і розмірів рослинних популяцій, зменшується кількість видів в угрупованнях [50].

Вплив продуктів переробки нафти на рослини обумовлено як її токсичною дією, так і трансформацією ґрунтового середовища. Потрапляючи в клітини і судини рослин, нафта визиває токсичні ефекти. Вони проявляються у швидкому пошкодженні, руйнуванні і відмиранні живих, активно функціонуючих тканин рослин у вегетуючому стані, на що потрапляють її бризки [66]. Забруднення негативно впливає на зростання, метаболізм і розвиток рослин, а також на молоді проростки, пригнічує зростання наземних і підземних частин рослин, затримує початок цвітіння; забруднені нафтою квітки рідко утворюють насіння [63].

Рослинність, що росте на забрудненому нафтопродуктами ґрунті, відчуває брак кисню, що витрачається на окислення при мікробіологічних процесів. Ґрунти володіють властивостями дисперсного, гетерогенного тіла та діють як хромографічна колонка, де відбувається пошаровий перерозподіл компонентів нафти, що утримуються насамперед у верхніх горизонтах ґрунту [94, 141].

Дослідники відмічають високий рівень деградації рослинного покриву під впливом забруднення ґрунтів нафтопродуктами – 57,5 %. [49].

При нафтовому забрудненню на рівні ≤ 5 мл/кг ґрунту проявляється стимулюючий ефект на проростання і ранній розвиток рослин. Нафтове забруднення до 20 мл/кг суттєво не впливає на їх розвиток. Концентрація 30-50 мл/кг і вище є причиною фітотоксичності [80].

На відміну від води, нафта, як правило, не утворює великих розтікань на поверхні ґрунту. Однак небезпеку представляє загорання просочених нафтою і нафтопродуктів ґрунтів. Після просочування шарів ґрунту нафтопродукти потрапляють до ґрунтових вод, утворюючи таким чином плаваючі на воді лінзи. Нафтове забруднення створює нову екологічну обстановку, що призводить до глибокої зміни всіх ланок природних біоценозів або їх повної трансформації [125].

Потрапляючи в навколишнє середовище навіть в незначних кількостях нафта та продукти її переробки викликають депресію флори і фауни. При цьому порушується природне співвідношення між окремими групами мікроорганізмів, пригнічуються процеси азотфіксації та нітрифікації, порушується баланс ґрунтових ферментів, відбувається накопичення важко окислювальних продуктів, що знижує біопродуктивність ґрунтів, знижує рівень здоров'я населення [103, 134].

Нафтове забруднення призводить до зменшення активності ферментів окисно-відновлювальної групи: каталази, дегідрогенази, поліфенолоксидази. А також до збільшення активності з цієї групи ферментів – переоксидази. Нафтове забруднення ґрунту неоднозначно впливає на активність ферментів

азотного обміну. Виявлено активуючу дію нафти на уреазу, інгібуючи – на протеазу. Фосфатазна активність дії нафти у міжрядді збільшується, у кореневій зоні – зменшується [22].

Мікробіологічні дослідження показали, що пригнічуючий вплив вуглеводнів на мікробіоценоз бурих лісових ґрунтів проявився від дією концентрації 50 г/кг. Спостерігалось зменшення кількості актиноміцетів та ґрунтових грибів, процес самоочищення суттєво уповільнювався, що вказує на необхідність спеціальних заходів з рекультивації [74].

Нафта і продукти її переробки чинять як прямий, так і опосередкований вплив на біологічну активність ґрунтів, що призводить до глибокої зміни практично усіх її основних характеристик – морфологічних, фізичних, хімічних та біологічних властивостей [68, 183].

Забруднення нафтою призводить до значних змін фізико-хімічних властивостей ґрунтів. Зокрема, внаслідок руйнування ґрунтових структур і диспергування ґрунтових часток знижується водопроникність ґрунтів, порушується фільтраційний режим ґрунтів. У забруднених ґрунтах різко зростає співвідношення між вуглецем і азотом за рахунок вуглецю нафти. Це погіршує азотний режим ґрунтів і порушує кореневе живлення рослин [102, 114].

Іноземні дослідники вказують на значний вплив продуктів переробки нафти на ґрунти та біорізноманіття та доцільність використання мікробіологічних методів очищення ґрунтів [275]. Їх розливи негативно впливають на локальні екосистеми. Важливо оцінити їх короткотерміновий і довготерміновий вплив [79, 221].

Під час постійного надходження забруднення ґрунт не встигає очищуватися. Якщо концентрація нафтопродуктів досягає 22 %, в ґрунті немає природних мікроорганізмів-очищувачів [220].

Достатнє зволоження – це важлива умова успішної біоремедиації ґрунтів. Суглинні ґрунти швидше відновлюються ніж піщані та важкі глинисті ґрунти [214].

Забруднення продуктами переробки нафти призводять до шкоди екосистемі – рослинам та ґрунту, що тісно пов'язано з впливом на здоров'я людини [243, 182]. Розливи нафтопродуктів також негативно впливають на рослини шляхом створення особливих умов, коли перешкоджають рослинам засвоювати азот, кисень та вологу [178, 227, 273]. Токсичні молекули нафтопродуктів пригнічують активність ферментів амілази та фосфорилази [177].

Забруднення вуглеводнями змінює водний режим ґрунту. Для його очищення ефективні методи фіторемедіації [179]. Нафта та продукти переробки нафти не тільки забруднюють ґрунти вуглеводнями, але також важкими металами. Рослини, що виростили на забрудненому ґрунті містять підвищені концентрації важких металів [241, 242, 245].

Якщо нафтопродукти забруднено поліхлорованими діфенілами, молекули цього стійкого органічного забруднювача передаються людині по трофічних ланцюгах [176, 258].

Розливи продуктів переробки нафти є причиною значного токсичного, мутагенного та канцерогенного впливу на довкілля [229]. Забруднені вуглеводнями ґрунти стають мертвими. В Китаї традиційно їх викопували та передавали на сміттєві звалища. Наразі звалища переповнено, та цей метод поводження з небезпечними відходами є менш придатний. Іншими варіантами поводження з забрудненими нафтопродуктами відходами є спалення, термічної десорбції, хімічного окислення, консервація тощо [228]. Ці методи більш затратні, порушують структуру ґрунтів і призводять до утворення токсичних відходів [181].

1.3 Вплив ландшафтних особливостей на дослідження ґрунтів та біорізноманіття

В межах ландшафту послідовність хорологічних одиниць від верхів'я вододілу до водотоку: «сполучений по рел'єфу ряд ґрунтів, відмінності між якими пов'язано з відмінностями висотного рівня та ухилу, що визначають

дренаж» утворюють сполучений комплекс, що відповідає катені [60, 233]. Катена є елементарною структурною одиницею ландшафту [10].

Термін «катена» первісно було запропоновано для ґрунтового шару біогеоценотичного покриву і такому вузькому обсязі традиційно використовується до теперішнього часу [148, 233]. Таку катену запропоновано називати «ґрунтова катена» або «педокатена» [60]. Методологію ґрунтово-катенеарного підходу розвивали Т. Башнел [189], Ф. Хоул [210], Д. Яалон [274], А. Джеррард [40].

Катени виділяють за такими ознаками: а) за їх зонально-кліматичною приналежністю; б) за складом компонентів ґрунтового покриву; в) в залежності від генетичного типу рел'єфу; г) за головними факторами диференціації ґрунтів в катені – особливостям літології, ролі ерозійних процесів, рівня зволоження, характеру перерозподілу ґрунтових вод [27, 72, 76, 150, 154].

Катена дозволяє в повній мірі виразити природні просторові та часові властивості екосистем, що характеризують їх різноманіття і динаміку [43]. В рослинному покриву відповідні хорологічні одиниці називають «фітокатенами» [60, 73, 155]. В лісознавстві аналогічний підхід представлений розглядом екологічних рядів лісових угруповань на різних типах ґрунтів [129].

В практиці дослідження ґрунтових тварин частіше всього використовують катенний підхід [105]. Катена – геоморфологічний профіль, що проходить від найвищого місця визначеної території до найнижчого. Цій профіль градується в розрізі рел'єфу за окремими факторами (вологість, температура, засолення ґрунту та ін.) або сукупністю ландшафтних умов. Тому катена являє собою зручну модель території, за допомогою якої можна оцінити екологічні преференції видів уздовж обраного градієнту середовища [72].

З практичної точки зору, катеною вважають будь-яку довільно обрану частину ландшафтного схилу, або увесь схил, що являє собою сукупність оселищ з закономірним змінням екологічних умов, що обумовлено рел'єфом місцевості [105]. У верхній частині катени відсутнє привнесення речовини (крім опадів), у нижній – винесення. Початковий елемент катени –

елювіальний ландшафт, кінцевий – акумулятивний. Поміж ними розташовуються транзитні ландшафти. Стандартна катена складається з п'яти позицій: елювіальної, 1-й, 2-й, 3-й транзитних і акумулятивної.

Компонентом, що чутливо реагує на зміну рел'єфу, є ґрунт. Збільшення вниз по схилу сумарної вологості ґрунтів, а також їх якості, визначає зміну рослинних угруповань та їх тваринних мешканців. Елементи катени можуть бути об'єднані в комплекси більш високого ієрархічного рівня. Окремі ланки ланцюга (катени, що представлені окремими оселищами або рослинними угрупованнями) об'єднуються в мезокомбінації, а останні – в макрокомбінації. Мезокомбінації також інтерпретуються як екомери і можуть бути охарактеризовані за допомогою фітоіндикаційного підходу [197].

1.4 Відновлення та рекультивация ґрунтів

Відновлення ґрунтів після впливу нафтопродуктів відбувається довше, ніж під час інших антропогенних впливів. Навіть невисокі дози нафти та нафтопродуктів змінює видовий та кількісний склад ґрунтової флори і фауни. Забруднений ґрунт є потенційним джерелом міграції вуглеводнів по екологічних ланцюгах [135]. При забрудненні ґрунтів нафтою, природне відновлення родючості відбувається значно довше, ніж при інших техногенних забрудненнях [115].

Природна деградація нафти в ґрунті поділяється на три етапи.

На першому етапі в результаті фізико-хімічного вивітрювання відбувається видалення із ґрунту низькомолекулярних складових – газоподібних і легколетючих сполук. З цими фракціями нафти в більшому ступені пов'язані токсичні властивості нафти по відношенню до ґрунтової біоти. Подальша деградація нафти пов'язана з діяльністю мікроорганізмів [45].

Другий етап триває достатньо довго і супроводжується зниженням кількості залишкової нафти. Кожний наступний вегетаційний період характеризується в середньому втратою близько 20 % залишкової нафти і через чотири вегетаційних періоди загальна кількість нафти в ґрунті складає 40-45 %

від виявленого через один місяць після потрапляння. Більш високі темпи убутку нафти спостерігаються при внесенні в ґрунт вапна і добрив. В ґрунті зникають низькомолекулярні складові нафти, і ґрунт збагачується поліциклічними ароматичними вуглеводнями, смолами та асфальтенами [107].

Третій період біоремедиації – найдовший. В ґрунті наявні найскладніші компоненти нафти, що складно розкладаються мікроорганізмами [174].

Природні екосистеми мають великий потенціал до самоочищення, в них активно діють фізико-хімічні та мікробіологічні процеси руйнування вуглеводнів. Необхідно виявити допустимий рівень вмісту нафтопродуктів, вище якого процеси самоочищення різко уповільнюються, и ґрунт не може упоратися самостійно з забрудненням. Цей рівень є межею потенціального самоочищення ґрунтів. Ґрунти з таким рівнем підлягають санації та рекультивації [74, 172].

Нафтові вуглеводні схильні до деградації в результаті фото- і хімічного окислення, але основну роль в їх розкладенні грають мікроорганізми. Однак не існує жодного виду мікроорганізмів, що здатен деградувати всі компоненти забруднення, тому їх повне розкладання потребує участі консорціуму мікроорганізмів-деструкторів різних таксономічних груп [49, 173].

При комфортних умовах автохтонна мікрофлора здатна самостійно проводити процес біоремедиації ґрунтів. Процес окислення нафтопродуктів в ґрунтах потребує наявності кисню, тому головною умовою проведення ефективної біодеградації є аерація [56, 262].

Крім мікроорганізмів значну роль в процесі деградації різних забруднювачів, в тому числі нафтопродуктів, грають рослини. На сьогоднішній день існують численні експериментальні дані, що показують на наявність у рослин низки захисних механізмів, за допомогою яких вони протистояють токсичній дії чужорідних сполук [104].

Найбільш ефективними та екологічно безпечними є біологічні методи очищення навколишнього середовища від нафтових забруднень. Наприклад, біопрепарат «Еколан-М» показав високу ефективність при очищенні забруд-

нених нафтою ґрунтів, оказує стимулюючу дію на ріст та розвиток вищих рослин і являє собою екологічно безпечним для довкілля, що свідчить про перспективність його використання [110].

Також досліджуються інші біопрепарати, в тому числі в комбінації з дошовими черв'яками. Так, високі показники розкладання відпрацьованої оливи відмічені в присутності черв'яків *Eisenia Fetida Savigny*. При внесенні мікробіологічного препарату «Байкал-ЕМ», що містить бактерії, дріжджові клітини та гриби, в доповнення до гнійних черв'яків, вміст оливи в ґрунті знизилася в 58 разів до 1,1 г/кг, тобто ефективність рекультивації ґрунтів складає 99,9 % [156].

Інші біопрепарати показали достатню ефективність – в порядку зниження фітотоксичності ґрунту – Ленойл – Азолен – Елена – Універсал - Белвітал – УМД. Дягель та чорнобривці є перспективними рослинами для фітореємедіації забруднених нафтопродуктами ґрунтів [38].

Фітомеліорація оснований на використанні рослин, стійких до присутності в ґрунтовому середовищі вуглеводнів для активізації життєдіяльності ризосферної мікрофлори і стимуляції мікробіологічного самоочищення на забрудненій території. Цей метод відрізняється невисокою вартістю і простотою використання. В нафтозабруднених ґрунтах проводять посів сорго, кормового гороху, люцерни, донніку, ячменя, вівса та ін. [134, 257].

Фітореємедіація включає весь спектр метаболічних процесів з поглинання, акумуляції та розкладання органічних та неорганічних забруднювачів. Вирощування фітомеліорантів на ґрунтах, що забруднено нафтою на нафтопродуктами, сприяє інтенсифікації процесів зниження вмісту залишкових вуглеводнів [70, 75].

Фітореємедіація вважається найперспективнішим методом [151]. Це комплекс заходів. Для кожного конкретного випадку необхідно проводити попередні дослідження. Ці методики є найбільш дешевим та естетично привабливим методом. Єдиний недолік фітореємедіації – це низька швидкість. Полтавський регіон має сприятливі умови для вирощування таких видів-

фіторемедіантів, як дерева роду тополя, трави роду жито, бобові, люцерна посівна, кульбаба лікарська, полин звичайний, деревій звичайний, пирій повзучий [21].

Значний потенціал для фіторемедіації забруднених нафтою ґрунтів мають соя, боби кормові і сорго. Суміші «пажитниця жорстка + конюшина» та «костриця лучна + грястиця збірна» сприяють зниженню вмісту нафти в залежності від типу ґрунті на 69-84 % [164].

У якості фіторемедіанту перспективно використовувати бекманію звичайну для меліорації ґрунтів, що забруднені мінеральною оливою з концентрацією до 3 % [81].

На Заході України проводився геоботанічний моніторинг, морфологічні дослідження та ідентифікацію рослин п'яти нафтозабруднених ділянок. Перспективні рослини для фіторемедіації: пирій повзучий (*Elymus repens* (L.) Gould), мати-і-мачуха (*Tussilago farfara* L.), кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Wigg.), лядвенець рогатий (*Lotus corniculatus* L.), конюшина біла, повзуча (*Trifolium repens* L.), хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.), вербозілля лучне (*Lysimachia nummularia* L.), осот жовтий, польовий (*Sonchus arvensis* L.), спориш (*Polygonum aviculare* L.) [172].

Запатентовано спосіб фіторекультивації ґрунту від нафти та нафтопродуктів за допомогою рослин *Phalaroides arundinacea* L. з родини *Poaceae*, наступну висадку рослин другого року життя в нафтозабруднений ґрунт (концентрація вище 5 %) коренями на відстані 0,3 – 0,5 м [163].

Застосування сорбційно-біологічних технологій на основі сфагнума в останні роки дає прекрасні результати [112].

Підчас усунення забруднення ґрунтів нафтопродуктами механічним методом шляхом зняття забрудненого шару є потреба в визначенні екологічно безпечного методу його знешкодження. Дослідники з Індії рекомендують використовувати біологічні методи – місцеві мікроорганізми з чотирьох видів бактерій [229].

В залежності від складу нафтопродуктів частина забруднення випаровується, частина потрапляє до ґрунтових вод та здатна мігрувати. Вуглеводні в ґрунті здатні залишатись на багато років та змінювати його властивості і склад мікроорганізмів [241].

Ступінь деградації нафтового забруднення залежить від умов навколишнього середовища – здатності нижчих шарів ґрунту захищатися від порушення балансу, від окислення та фотолізу вуглеводнів [247].

Для очищення ґрунту від нафтопродуктів ефективно використовується мікроорганізми [255, 260, 275].

Методи фіторе mediaції доступніші та дешевші, відновлюють баланс екосистем, проте мікробіологічне очищення не вирішує проблем органічного забруднення і забруднення важкими металами [180, 237]. Для очищення ґрунтів від нафтопродуктів за допомогою доцільно використовувати місцеві рослини, що підбираються в результаті досліджень [199, 239].

Для успішних проектів з рекультивації ґрунтів, що забруднено нафтопродуктами, важливий точний аналіз їх вмісту. Свою ефективність показала програма PetroFLAGTM Агенства з охорони довкілля США, яка дає наглядний графік забруднення у відповідності до GPS координат у просторі. Різними кольорами показуються різні концентрації вуглеводнів в ґрунті [255].

Не існує універсальної кращої технології очищення ґрунтів від забруднення нафтопродуктами. Метод очищення є доцільним тоді, коли він прискорює природню біодеградацію вуглеводнів [277].

Вивчення формування рослинного покриття на ґрунті, що забруднено нафтопродуктами, показало, що швидкість та характер заростання рослинності території залежить від ступеня забрудненості ґрунтів, присутності в ґрунті дико зростаючих видів, екологічних умов існування рослин та конкурентоздатності різних видів флори, що представлена лучними, лісовими та смітними рослинами [16].

Порушені ділянки ґрунту являють собою первинні екотопи, що позбавлені зачатків рослин. Це відходи хвостосховищ, попіловідвали електростан-

цій, кар'єри корисних копалин тощо. Вторинні екотопи містять в поверхневому шарі зачаткі рослин. Це породні відвали, бурові майданчики тощо [69].

Відновлення рослинного покриву порушених ґрунтів визначається трьома групами факторів [69]:

1. Едафічні показники. В цю групу відноситься несприятливий рівень рН (надлишкова лужність або кислотність), засоленість, наявність токсичних сполук, трофність. Важливе значення має гранулометричний склад та фізичні показники ґрунтів, що впливають на вологоємність, фільтрацію, прояв ерозійних процесів.

2. Біологічні особливості рослин. Важливе значення має їх здатність адаптуватися до техногенних місць існування і несприятливим умовам середовища.

3. Природно-кліматичні, мікрокліматичні умови і екологічні фактори в зоні порушених земель. Поруч з кліматичними показниками необхідно враховувати рел'єф, висоту, експозицію схилів, площу порушених ділянок, їх схильність до ерозійних процесів, віддаленість ділянок від природних непорушених територій – джерела утворення насіння для занесення, рівень ґрунтових вод тощо.

Ступінь біологічної придатності ґрунтів встановлюється на основі їх фізичних та хімічних властивостей та по спостереженням за їх природних заростанням. Є тенденція більше інтенсивного самозаростання мікрознижень рел'єфу [157]. Заростання орних земель було досліджено [89, 126, 169].

Бур'яниста стадія як своєрідна найбільш динамічна біогеоценотична одиниця у сукцесійному ряду становлення зональних ценозів, що відбиває найбільш порушений стан екосистем, має свої особливості розвитку, що виявляються у послідовному переході від початкових фрагментарно розташованих агломерацій з роздільно-зарослевим розміщенням рослин, переважно однорічників ценофобного типу, до змішано-плямистого з однорічників та дворічників, а потім і до гомогенних достатньо зімкнених рослинних угруповань із значною участю у них багаторічних бур'янів. Підсів навіть у поло-

винній нормі на початкових етапах становлення ценозів сумішок багаторічних трав сильно блокує чи навіть повністю усуває бур'янисту фазу й істотно підвищує продуктивність угідь та якість рослинної продукції. Додаткове введення у цей час насіння з кращих екологічно споріднених природних ценозів у 3, 4 рази прискорює процес формування зональних рослинних угруповань з високою самовідновлювальною здатністю та дозволяє відтворити їх цінне видове та таксономічне різноманіття, яке є однією з об'єктивних цінностей природного середовища й складає своєрідний ресурс біосфери та виступає, як зазначає Ю.А. Злобін [65], універсальною формою мінливості живої матерії, формою її існування [17].

Чим менше відмінність властивостей порушених та прилеглих до них природних майданчиків, тим більш успішно відбувається відновлення ґрунтово-рослинного покриву.

Теорія розвитку рослинності, її саморухомість, сингенез та сукцесії досліджено Сукачевим [138, 139], Олександровою [3], Разумовським [127], Миркиним [98, 99]). З позицій теоретичного, формалізованого підходу до сукцесій, започаткованого Разумовським [127], слід відзначити, що в подібних або близьких літоекотопах можна визначити гомологічні ряди літофільних сукцесій, в яких комбінації видів мають ецезисно-репродуктивну екологічну сутність та індикаційну інформативність. Для літофільних сукцесій первинне заселення як піонерна фаза може продовжуватися невизначено тривалий час. Ецезисний натиск в літофільних сукцесіях є однією з рушійних сил сингенезу, він обумовлює збереження або зміни рудералізації, адвентизації рослинних серійних угруповань, спочатку (і весь час) на основі анемохорії, потім гідро-, зоо-, ало- та антропохорії. Закономірним є перехід супутніх на попередній фазі або стадії видів в доміантний стан на наступний або в субдоміантний на наступних [154].

Закономірності просторової мінливості структури рослинного покриву, що сформовано в період самозаростання техноземів при трансформації агроценоза в біоценоз, встановлені Г.О. Бондарем та О.В. Жуковим [18].

Під час самозаростання на техноземах формуються різноманітні угруповання, що є чутливими показниками едафічних властивостей та їх динаміки. В теперішній час практично не досліджене питання про характер просторової мінливості рослинності техноземів [39].

Заростання земельної ділянки є індикатором її успішної рекультивації та очищення. Якщо заростання на забрудненій нафтопродуктами ділянці складає не менше 75 % площі у порівнянні з заростанням на контрольній ділянці, то рекультиваційні роботи вважаються закінченими [93].

Природне заростання субстратів гірських порід, так само як і оголених зональних ґрунтів, є складним процесом, фази і стадії якого характеризуються послідовними рядами (серіями) проміжних рослинних утворень в напрямі досягнення більш або менш стабільного природного, характерного для даної зони, стану. Сукцесії, як докорінні зміни рослинних угруповань, прослідковуються в практичних дослідженнях і можуть експериментально моделюватися шляхом втручання в будь-який період природного процесу відтворення рослинності [158].

В умовах природного заростання та під впливом факторів ґрунтоутворення на порушених ґрунтах відбувається процес формування молодих ґрунтів з яскраво вираженими морфологічними ознаками та диференціацією профілю на карликові за потужністю горизонти. Природне заростання, формування молодих ґрунтів та поява біоти свідчать про початкові процеси (за 45 років і більше) природного відновлення біокомплексів в техногенно порушених ландшафтах [77].

1.5 Досвід іноземних компаній щодо захисту біорізноманіття на об'єктах електричних мереж, важливість екологічної освіти

Енергокомпанії в Європі та США експлуатують сучасне обладнання, тому питання розливів нафтопродуктів і забруднення ґрунтів електричних підстанцій розглядається як аварійні ситуація, яка трапляється досить рідко.

Актуальною проблемою для них є захист біорізноманіття від негативного впливу лінійних об'єктів інфраструктури:

- птахів на інших тварин від ураження електричним струмом і зіткнення з дротами ліній електропередачі;
- рідкісних комах;
- рослин і середі їх існування;
- об'єктів природно-заповідного фонду, ландшафтів тощо.

Наприклад, в енергокомпанії Pacific Gas and Electric Company (PG&E), США, реалізовано:

- інвентаризацію рослин і тварин на території, що обслуговується – виявлено більше 200 рідкісних видів;
- страхування персоналу на випадок нанесення шкоди рідкісним рослинам і тваринам;
- проекти по збереженню рідкісних видів комах, амфібій, птахів;
- купівлю та передачу об'єктам природно-заповідного фонду цінних земель;
- підтримку об'єктів природно-заповідного фонду, охорона малих річок і струмків, та ін. [251].

Енергокомпанія Puget Sound Energy (США) співпрацює з об'єктами природно-заповідного фонду, реалізує проекти по захисту екосистем [254].

У Європі лінії електропередачі та електричні підстанції проектуються з урахуванням мінімізації впливу на довкілля, в т. ч. на рослинність [253].

Шведська компанія Vattenfall поставляє електроенергію споживачам в Швеції, Німеччині та Нідерландах. З 1994 року у Німеччині профінансовано більше 120 проектів з охорони біорізноманіття і екологічної освіти, в т. ч. підтримка об'єктів природно-заповідного фонду. Розроблені методики з оцінки впливу на біорізноманіття, засновано об'єкт природно-заповідного фонду в Північній Швеції на річці Lule. Визначено види, що зустрічаються на енергооб'єктах. Території ліній електропередачі в Швеції включено до мережі Nature 2000 [175, 271].

Німецькою енергокомпанією RWE засновано Дослідний центр рекультивації, який оцінює вплив на рослини та тварини і розробляє заходи з охорони біорізноманіття, реалізовано низку проектів з охорони тварин, рекультивації земель, створення екологічних коридорів [200, 261].

Енергокомпанія E.ON приділяє виключну увагу охороні біорізноманіття, в т. ч. опису і захисту рослин та екосистем [203, 267].

Міжнародна британська компанія EDF Energy впровадила сертифікацію своїх підприємств відповідно до Wildlife Trusts' Biodiversity Benchmark – стандарту з організації системи охорони біорізноманіття, що передбачує охорони флори і фауни. Визначено видовий склад рослин і тварин, реалізуються заходи з їх захисту [211, 246].

Показники з впливу на біорізноманіття є одними з основних в екологічній частині стандарту GRI (Global Reporting Initiative), згідно якого готуються звіти з корпоративної соціальної відповідальності. Оцінювати потрібно як негативний вплив на біорізноманіття, так і позитивний [213].

Вплив бізнесу на біорізноманіття та екосистеми в фокусі уваги світової спільноти, це одне з найактуальніших питань екологічної безпеки сьогодення [198].

Національна політика з розвитку інфраструктури електричних мереж в Великій Британії вимагає оцінювати та попереджувати негативний вплив на біорізноманіття, об'єкти природно-заповідного фонду, ландшафт та візуальне сприйняття [238]. У Єгипті енергокомпанії шукають шляхи мінімізації впливу на навколишнє середовище [216].

Під час реконструкції об'єктів електричних мереж в США та Австралії обов'язково проводиться оцінка впливу на біорізноманіття, в т. ч. видовий склад і проективне покриття рослинності. За необхідністю розробляються відповідні охоронні заходи [250, 270].

В перелік вимог міжнародних фінансових інститутів і кредитних організацій включено оцінку впливу енергокомпаній на навколишнє середовище, в т. ч. на екосистеми, біорізноманіття та ґрунти [201]. Щоб отримати фінан-

сування, треба довести мінімізацію такого впливу, а також показати відповідні охоронні заходи.

Сучасні електричні підстанції проектуються таким чином, щоб мінімізувати вплив на довкілля, в т. ч. на біорізноманіття та екосистеми [219]. Тенденція останніх років – заміна оливонаповненого обладнання на обладнання вакуумне, з сухим діелектриком; лімітування використання мастил та олив [265].

Планування заходів з охорони довкілля в кооперації з відповідними заходами населеного пункту, де розташовано об'єкт електричних мереж, дає синергетичний ефект. Важливо при аналізі витрат при плануванні виробничої діяльності з передачі електроенергії передбачити витрати на охорону навколишнього середовища [212].

Екологічні проблеми відносяться до особливого типу проблем, що можна вирішити тільки інтегруючи наукові напрацювання різних наук. За таких умов, екологія з конкретної біологічної дисципліни перетворюється в галузь знань, яка включає також суспільні і технічні науки, сфера діяльності яких базується на вирішенні ряду складних різнопланових завдань. Протягом останніх століть зв'язок між суспільством і природою мав переважно односторонній характер. Людина тільки брала у природи, активно експлуатуючі її та не задумуючись над наслідками [47].

Тому важливе розуміння сучасного стану екологічної і економічної ситуації як наслідку не тільки дії суспільства споживання, а й як системи, що тлумачиться і розглядається у межах концепції «цивілізації ризику» [30].

Проблема взаємовідносин природи і суспільства є злободенною, та проявляє себе на всіх рівнях людського існування – від управління державою до окремих підприємств і домогосподарств. Філософсько-світоглядні засади людини є чинниками характеру і специфіки екологічної ситуації [144].

Звідси постає глобальність, різнобічність екологічної кризи, що вказує на фундаментальність її причин, що вимагають найрадикальніших змін у

житті і свідомості всіх людей на планеті. Формування екологічної свідомості – це найважливіше завдання як держави, так і фахівців – екологів [23].

Впровадження принципу особистої відповідальності за рідну землю та все живе на планеті постає необхідною умовою подальшого розвитку людства. Екологи на підприємствах зустрічаються з необхідністю навчання людей, світогляд яких обмежений тільки отриманням прибутку, чому навчають сучасних економістів, технічних спеціалістів, що потім стають керівниками підприємств.

Тому система освіти потребує докорінних змін у двох напрямках:

1) інтеграція екологічних знань при навчанні майбутніх спеціалістів усіх напрямків підготовки;

2) навчання екологів суміжним дисциплінам - управлінню, психології, економіці тощо.

Тільки наукове екологічне прогнозування сприятиме раціональному управленню економікою з метою підвищення її ефективності. Щоб вижити, людина повинна жити з новим екологічним мисленням [23].

Екологічні проблеми на локальному, регіональному і державному рівнях можуть бути вирішені лише за допомогою міждисциплінарних та міжгалузевих технологій та підходів. Свій вклад вносять філософія, фізика, хімія, психологія, менеджмент, юриспруденція, політологія, соціологія тощо [153].

Інтеграція екологічної безпеки необхідна у всі виробничі процеси підприємства:

- розробка стратегії;
- управління;
- бюджетування;
- закупівлі та відносини з підрядниками;
- проектування об'єктів;
- технологічний процеси – ремонти та обслуговування тощо.

Все ці складні процеси потребують фахівців принципово нового класу, що підготовлено на міждисциплінарній основі [9].

Висновки по розділу 1.

Аналіз літературних джерел показує наступне:

1. Урбанізація країн та охорона довкілля в населених пунктах є актуальною проблемою сучасності. Забруднення ґрунтів відбувається скрізь в населених пунктах – усюди, де відбувається пов'язана з нафтою діяльність людини. У зв'язку з підвищенням негативного впливу людини на біосферу та геомериду виникла велика кількість нових ботанічних наук, зокрема промислову ботаніку як нову галузь. Розливи вуглеводнів призводять до низки екологічних проблем, зміни біоти та мікробіологічних властивостей ґрунту і води.

2. Для моніторингу антропоїчного впливу на ґрунти та біорізноманіття використовуються різні методи: біоіндикації та біотестування, геоботанічну індикацію, за допомогою програмних комплексів, методу інтегрального гамма-розподілу.

3. Ландшафтні особливості впливають на біорізноманіття та визначення способів його охорони. Катена – елементарна структурної одиниці ландшафту – дозволяє в повній мірі дозволяє виразити природні просторові та часові властивості екосистем.

4. Питання відновлення ґрунтів широко досліджується науковцями в Україні та за кордоном. Основну роль в цьому відіграють мікроорганізми та рослини. Найбільш ефективними та екологічно безпечними є біологічні методи очищення навколишнього середовища. Заростання земельної ділянки є індикатором її успішної рекультивації та очищення.

5. Іноземні енергокомпанії реалізують проекти з оцінки та мінімізації впливу енергетичних об'єктів на довкілля, в т. ч. на біорізноманіття та екосистеми. Філософсько-світоглядні погляди людини впливають на можливість вирішення екологічних проблем. Потрібні фахівці принципово нового класу з екологічним мисленням, яких підготовлено на міждисциплінарній основі.

В розділі 1 використано матеріали з відповідними посиланнями на такі наукові джерела із списку літератури: [1, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 27, 28, 30, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 56, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 85, 88, 89, 93, 94, 96, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 110, 111, 112, 114, 115, 125, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 138, 139, 141, 143, 144, 146, 148, 150, 151, 152, 154, 153, 155, 156, 157, 158, 161, 162, 163, 164, 166, 167, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 189, 197, 198, 199, 200, 201, 203, 210, 211, 212, 213, 214, 216, 219, 220, 221, 222, 227, 228, 229, 233, 237, 238, 239, 241, 242, 243, 245, 246, 247, 250, 251, 253, 254, 255, 257, 258, 260, 261, 262, 265, 267, 269, 270, 271, 273, 274, 275, 277].

РОЗДІЛ 2

ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГІОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дніпропетровська область – один з найбільш розвинених та антропогенно трансформованих промислових і аграрних регіонів України. Основними галузями спеціалізації є гірничодобувна, металургійна, машинобудівна, енергетична, хімічна, ракетно-космічна [160, 171].

Протяжність Дніпропетровської області з півночі на південь – 130 км, із заходу на схід – 300 км. Рельєф області хвилясто-рівнинний (висоти 100 – 200 м). На північному заході знаходиться Придніпровська височина (висота до 192 м), яка поступово знижується в південно-східному напрямку і обривається до долини Дніпра крутим уступом. На крайньому півдні височина поступово переходить у Причорноморську низовину. Лівобережна частина області зайнята Придніпровською низовиною, на крайньому південному сході області простягається Приазовська височина. Територія області розчленована глибокими долинами річок, балками і ярами. Значна частина території Дніпропетровської області розташована в межах Українського щита і лише північні райони і крайня східна частина території приурочена до південно-східного борту Дніпровсько-Донецької западини.

Клімат помірно континентальний, з м'якою зимою, з частими відлигами і теплим (інколи спекотним) літом, на півдні області переважає степовий клімат (арідний клімат). Середньорічна температура повітря становить плюс 8,3 °С. Середньомісячна температура січня – мінус 4,9°С, липня – плюс 21,6°С. Абсолютний мінімум – мінус 27°С, абсолютний максимум – плюс 29°С. Термін вегетаційного періоду – 210 днів [95].

Дані про кліматичні характеристики для Дніпропетровської області згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» – показники наведено в таблицях 2.1 – 2.4 [46].

Таблиця 2.1

Середньомісячна температура повітря, °С

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-4,9	-3,8	1,0	9,3	15,5	19,0	20,9	20,0	14,7	8,2	2,2	-2,4

Таблиця 2.2

Середньомісячна і середньорічна відносна вологість повітря,%

Середньомісячна відносна вологість повітря,%												Середньорічна відносна вологість повітря,%
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
86	83	80	67	62	66	65	64	68	76	86	88	74

Таблиця 2.3

Середньомісячна і річна кількість опадів, мм

Середньомісячна кількість опадів, мм												Кількість опадів за рік, мм
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
38	32	33	36	48	66	52	48	42	36	43	40	514

Таблиця 2.4

Кількість днів з стійким сніговим покривом

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
17	18	7	-	-	-	-	-	-	-	-	8

Територія дослідження знаходиться у межах різнотравно-типчаково-ковилового степу. Загальна площа Дніпропетровської області складає 3036,7 тис. га у тому числі 2514,3 тис. га – землі сільськогосподарського призначення.

ня з них 2125,0 тис. га це – рілля, а 389,3 тис. га – це сінокоси, пасовища, вигони, перелоги, тощо. Таким чином, ступінь сільськогосподарського освоєння території області складає 82,8 %. Площа міст у межах області складає 126,88 тис. га, що складає 4,2 % від загальної площі. Слід відзначити, що степові зональні угруповання займають плакорні місцеперебування, серед яких практично не залишилось ділянок у нерозораному стані. Крім того, такі чинники, як тотальна антропогенна трансформація території та глобальне потепління, призводять до змін екологічних умов на рівні едафотопу та клімату. Тому важливим завданням є ідентифікація цих трансформаційних процесів.

У локалітетах, що безпосередньо оточують електричні підстанції формуються мікростації, що знаходяться в умовах відносно меншого впливу від сільськогосподарської діяльності. Особливості цих місцеперебувань наступні: 1) «острівний характер» [263]; 2) обмежена територія та з цим пов'язаний значний екотоний ефект; 3) мінімальний вплив сільського господарства; 4) помірний вплив косіння, що деякою мірою імітує функціональну активність фітофагів природних степів; 5) забруднення окремих ділянок технологічною оливою у безпосередній близькості до підстанцій внаслідок епізодичних потраплянь у ґрунт [117, 118, 119].

На підстанціях експлуатується оливонаповнене обладнання: трансформатори, вимикачі, 60 % яких працює більше 25 років и потребує заміни.

Антропогенне навантаження на ландшафт визиває порушення його геохімічної рівноваги, акумуляцію в його компонентах токсичних речовин тощо. Це призводить до деградації природних ландшафтів як стійких систем і перетворення їх на антропогенні (аграрні, гірничопромислові, транспортні, комунікаційні тощо), що проявляється в збідненні або докорінній зміні видів флори і фауни, зниження їх стійкості до техногенного навантаження [8, 55].

За останні роки становище природної рослинності різко погіршилося, тому що залишки степових зональних та інших типів фітоценозів знищуються при розорюванні схилів, балок, ґрунтозахисних зон біля водойм

[15, 149]. Тому охорона біорізноманіття в частині рослинного світу набуває особливої актуальності.

Дослідні ділянки для оцінки фітоценотичного різноманіття на електричних підстанціях розташовано в м. Дніпро, Дніпропетровському, Криничанському, Новомосковському, Солонянському, Томаківському, Нікопольському, Криворізькому, Софієвському, Верхньодніпровському, Царичанському, Магдалинівському, Новомосковському, Петропавлівському, Павлоградському, Васильківському П'ятихатському, Синельниковському районах Дніпропетровської області [122, 54].

Електричні підстанції розташовано на території усієї Дніпропетровської області. Розгалуженість структури зумовлює взаємодію з навколишнім середовищем. Особливий режим функціонування створює умови для вивчення процесу впливу техногенного середовища на фітоценотичне різноманіття для пошуку балансу між економічним розвитком та збереженням довкілля. Ці території являють собою режимні об'єкти, що в значній мірі екрановані від цілого переліку зовнішніх впливів. Загальний вид електричної підстанції показано на рисунку 2.1.



Рис. 2.1. Загальний вид електричної підстанції.

Їх можна розглядати як елементи територіальної мозаїчності, що мають острівний характер [263] та формують угруповання, що піддалися меншому агротехнічному впливу [120, 121].

В 2016-2017 рр. в межах Дніпропетровської області на територіях 74 електричних підстанцій проведено 175 геоботанічних описів [54] (рис. 2.2).

Розмір дослідних майданчиків складає 18 м². В місцях локальних точкових розливів технологічної оливи описи проведено на квадратних майданчиках площею 9 м².

16 майданчиків оброблено біопрепаратом задля їх відновлення перед обстеженням. Це ділянки за номерами 2, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 15, 17, 19, 25, 37, 103, 111, 119, 131.

Крім того, додатково для оцінки впливу рослинності на ґрунтову макрофауну на території Дніпровсько-Орільського заповідника було закладено дослідну ділянку площею 1 га. Було відібрано 15 проб ґрунту, макрофауну визначено як безхребетну групу [281].

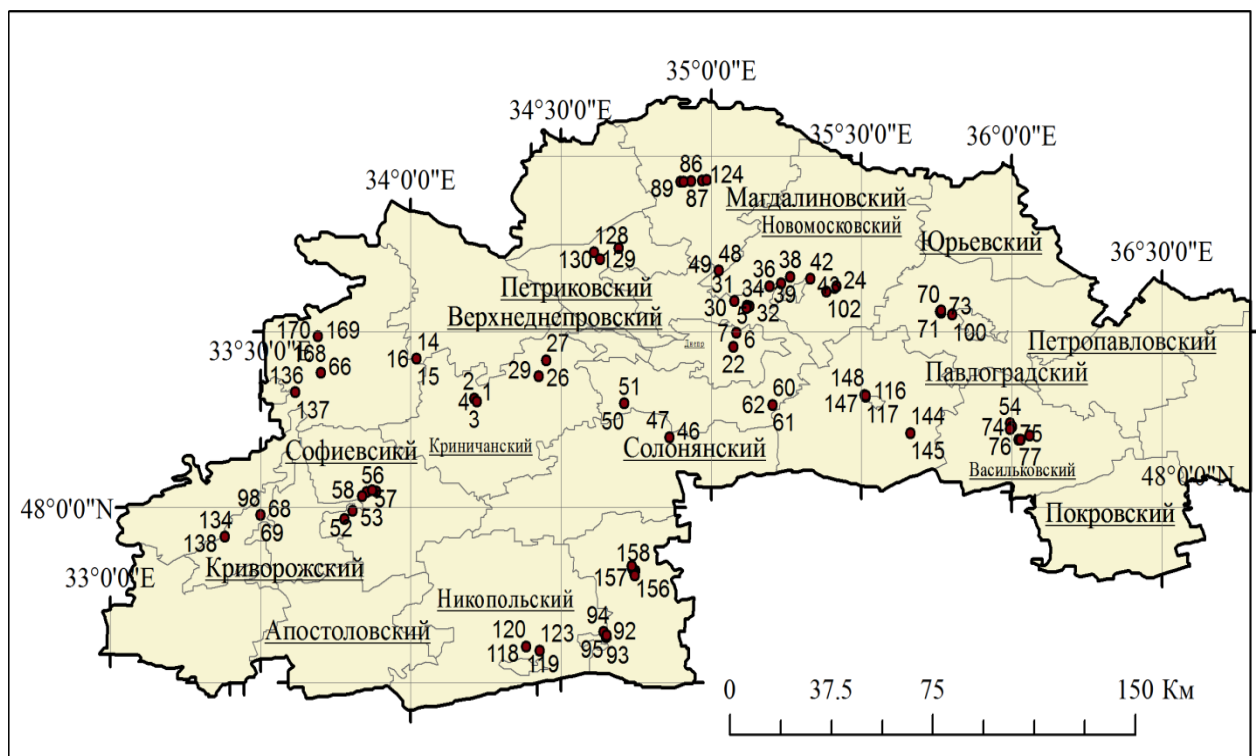


Рис. 2.2. Розміщення місць геоботанічних описів в межах електричних підстанцій на території Дніпропетровської області (Україна)

Умовні позначки: 1 – Адамівка КТП-325, контроль, 2 – там же, розлив оливи (оброблено біопрепаратом); 3 – Адамівка КТП-326, контроль, 4 – там же, розлив оливи; 5 – Дніпро КЛ, розлив оливи (оброблено біопрепаратом), 6 – там же, розлив оливи (оброблено біопрепаратом), 7 – там же, розлив оливи, 8 – там же, контроль, 9 – там же, розлив оливи (оброблено біопрепаратом), 10 – там же, розлив оливи (оброблено біопрепаратом), 11 – там же, розлив оливи (оброблено біопрепаратом), 12 – там же, розлив оливи (оброблено біопрепаратом), 13 – там же, розлив оливи; 14 – Дніпро КТП-04, контроль, 15 – там же, розлив оливи (оброблено біопрепаратом); 16 – Дніпро Л-313, контроль, 17 – там же, розлив оливи (оброблено біопрепаратом); 18 – Дніпро М-32, контроль, 19 – там же, розлив оливи (оброблено біопрепаратом); 20 – Дніпро ТН-31, контроль, 21 – там же, розлив оливи; 22 – Дніпро ТР ДК-12, контроль, 23 – там же, розлив оливи; 24 – Знаменівка КТП-11, контроль, 25 – там же, розлив оливи (оброблено біопрепаратом); 26 – Іл'їнка КТП-85, контроль, 27 – там же, розлив оливи; 28 – Кринички КТП-193, точковий контроль, 29 – там же, розлив оливи; 30 – КТП-101, контроль, 31 – там же, розлив оливи; 32 – КТП-81, контроль, 33 – там же, розлив оливи; 34 – КТП-91, контроль, 35 – там же, розлив оливи; 36 – Новомосковськ КТП-171, контроль, 37 – там же, розлив оливи (оброблено біопрепаратом); 38 – Новомосковськ МТП-101, контроль, 39 – там же, розлив оливи; 40 – Новомосковськ МТП-48, контроль, 41 – там же, розлив оливи; 42 – Орловщина КТП-209, контроль, 43 – там же, розлив оливи; 44 – Підгороднє КТП-78, контроль, 45 – там же, розлив оливи; 46 – Солоне КТП-404, контроль, 47 – там же, розлив оливи; 48 – Спаське КТП-773, контроль, 49 – там же, розлив оливи; 50 – Сурсько-Михайлівка КТП-353, контроль, 51 – там же, розлив оливи; 52 – Олексіївка КТП-18, контроль, 53 – там же, розлив оливи; 54 – Васильківка КТП-214, контроль, 55 – там же, розлив оливи; 56 – Вишневе КТП-457, контроль, 57 – там же, розлив оливи; 58 – Вишневе КТП-466, контроль, 59 – там же, розлив оливи; 60 – Діброва Т-32, контроль, 61 – там же, розлив оливи; 62 – Діброва Т-31, контроль, 63 – там же, розлив оливи; 64 – Каменка КТП-356, контроль, 65 – там же, розлив оливи; 66 – Червоноіванівка МВТ-32, контроль, 67 – там же, розлив оливи; 68 – Кривий Ріг Т-32, контроль, 69 – там же, розлив оливи; 70 – КТП-171, контроль, 71 – там же, розлив оливи; 72 – КТП-174, контроль, 73 – там же, розлив оливи; 74 – КТП-208, контроль, 75 – там же, розлив оливи; 76 – КТП-238, контроль, 77 – там же, розлив оливи; 78 – КТП-501, контроль, 79 – там же, розлив оливи; 80 – КТП-528, контроль, 81 – там же, розлив оливи; 82 – КТП-549, контроль, 83 – там же, розлив оливи; 84 – КТП-609, контроль, 85 – там же, розлив оливи; 86 – Магдалинівка КТП-186, контроль, 87 – там же, розлив оливи; 88 – Магдалинівка КТП-448, контроль, 89 – там же, розлив оливи; 90 – Магдалинівка КТП-479, контроль,

91 – там же, розлив оливи; 92 – Марганець КТП-529, контроль, 93 – там же, розлив оливи; 94 – Марганець КТП-533, контроль, 95 – там же, розлив оливи; 96 – Марганець МТП-479, контроль, 97 – там же, розлив оливи; 98 – Кривий Ріг МВ-32, контроль, 99 – там же, розлив оливи; 100 – Межиричі КТП-170, контроль, 101 – там же, розлив оливи; 102 – Меліоративне 1, контроль, 103 – там же, розлив оливи (оброблено біопрепаратом); 104 – Меліоративне 2, контроль, 105 – там же, розлив оливи; 106 – Меліоративне 3, контроль, 107 – там же, розлив оливи; 108 – Меліоративне 4, контроль, 109 – там же, розлив оливи; 110 – Меліоративне 5, контроль, 111 – там же, розлив оливи (оброблено біопрепаратом); 112 – Меліоративне, 6, контроль, 113 – там же, розлив оливи; 114 – Меліоративне 7, контроль, 115 – там же, розлив оливи; 116 – Мироліубовка МВЛ-587, контроль, 117 – там же, розлив оливи; 118 – Нікополь МТВ-31, контроль, 119 – там же, точковий розлив оливи (оброблено біопрепаратом); 120 – Нікополь МТП-32, контроль, 121 – там же, розлив оливи; 122 – Нікополь МТП-109, контроль, 123 – там же, розлив оливи; 124 – Оленівка КТП-177, контроль, 125 – там же, розлив оливи; 126 – Оленівка КТП-79, контроль, 127 – там же, розлив оливи; 128 – Петриківка КТП-191, контроль, 129 – там же, розлив оливи; 130 – Петриківка КТП-601, контроль, 131 – там же, розлив оливи (оброблено біопрепаратом); 132 – Петриківка КТП-602, контроль, 133 – там же, точковий розлив оливи; 134 – Саксаганська ДК-32, контроль, 135 – там же, розлив оливи; 136 – Савро МВТ-32, контроль, 137 – там же, оливи; 138 – Саксаганська ДК-31, контроль, 139 – там же, розлив оливи; 140 – Саксаганська ТТ-31, контроль, 141 – там же, розлив оливи; 142 – Саксаганська ТТ-32, контроль, 143 – там же, розлив оливи; 144 – Синельниково МТП-598, контроль, 145 – там же, розлив оливи; 146 – Синельниково МТП-600, контроль, 147 – там же, розлив оливи; 148 – Синельниково ТП-303, контроль, 149 – там же, розлив оливи; 150 – Синельниково ТП-399, контроль, 151 – там же, розлив оливи; 152 – Софіївка КТП-89, контроль, 153 – там же, розлив оливи; 154 – Софіївка КТП-95, контроль, 155 – там же, розлив оливи; 156 – Томаківка КТП-0202, контроль, 157 – там же, розлив оливи; 158 – Томаківка КТП-0402, контроль, 159 – там же, розлив оливи; 160 – Томаківка КТП-0404, контроль, 161 – там же, розлив оливи; 162 – Томаківка КТП-0405, контроль, 163 – там же, розлив оливи; 164 – Томаківка КТП-0406, контроль, 165 – там же, розлив оливи; 166 – Томаківка КТП-0615, контроль, 167 – там же, розлив оливи; 168 – Трудолюбівка С-31, контроль, 169 – там же, розлив оливи; 170 – Трудолюбівка Т-31, контроль, 171 – там же, розлив оливи; 172 – Трудолюбівка Т-32, контроль, 173 – там же, розлив оливи; 174 – Хуторське КТП-58, контроль, 175 – там же, розлив оливи.

Висновки по розділу 2.

1) Дніпропетровська область – один з найбільш розвинених промислових і аграрних районів України. Клімат помірно континентальний, з м'якою зимою, з частими відлигами і теплим (інколи спекотним) літом. Область розташована в двох підзонах степу: різнотравно-типчаково-ковиловій, що займає лівобережжя, і типчаково-ковиловій на крайньому південному заході.

2) Значна частина Дніпропетровської області знаходиться в кризовому екологічному стані. Антропічне навантаження призводить до деградації природних ландшафтів як стійких систем і перетворення їх на антропічні (аграрні, гірничопромислові, транспортні, комунікаційні тощо), що проявляється в збідненні або докорінній зміні видів флори і фауни.

3) Електричні підстанції являють собою режимні об'єкти, що в значній мірі екрановані від цілого переліку зовнішніх впливів. Їх можна розглядати як елементи територіальної мозаїчності, що мають острівний характер та формують угруповання, що піддалися меншому агротехнічному впливу та мають острівний характер.

В розділі 2 використано матеріали з відповідними посиланнями на такі наукові джерела із списку літератури: [8, 15, 28, 46, 54, 55, 95, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 149, 160, 171, 263].

РОЗДІЛ 3. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Вплив локальних розливів нафтопродуктів від оливонаповненого обладнання об'єктів електричних мереж на ґрунти залишається недостатньо дослідженим. У вітчизняних літературних джерелах не було знайдено відповідної інформації. Зазвичай досліджується вплив електричних підстанцій на людей – електромагнітних полів, шуму [137, 165].

В останні роки проводяться дослідження щодо взаємодії об'єктів електричних мереж, в т. ч. електричних підстанцій, з птахами та іншими видами тварин, а також заходи з мінімізації впливу як на тварин, так і на енергетичне обладнання [4, 206]. Було встановлено закономірності трансформації угруповань хортобіонтних павуків мезофітного луку під високовольтною лінією електричної передачі [252]. Закордонні джерела називають поміж постійних впливів електричних підстанцій на навколишнє середовище вплив на ґрунти, рідкісні види тварин та на рослинність [202].

Рослинність і флора опосередковано не тільки свідчать про сучасний стан екосистеми, але несуть у собі сліди минулих явищ та є основою прогнозу майбутніх ситуацій. Рослинне угруповання являє собою закономірне сполучення рослин, що взаємоприспосувалися і залежать один від одного та від умов місцезростання. Природна рослинність, розвиваючись і змінюючись у ході еволюції та пристосовуючись до абіотичних і біотичних факторів, є найкращим індикатором умов місцеперебування [90].

3.1 Методики дослідження фітоценотичного різноманіття

Флористичне дослідження виконано маршрутним методом. Цей метод забезпечує одержання об'єктивних масових даних без застосування скільки-небудь складних технічних приладів та апаратури. На основі координат, знятих GPS-новігатором побудовано карту розташування дослідних ділянок – см. рис. 2.2. Географічна інформаційна система (ГІС) підтримує декілька

видів для роботи з географічною інформацією та, відповідно, декілька видів вихідних результатів [87].

Систематичний (таксономічний) склад рослинності визначено за В. В. Тарасовим [142].

Для класифікації рослинності виконані три послідовні етапи: 1) класифікація фітоценозів за допомогою програми WinTWINS [209] – отримання фітоценозів; 2) класифікація видів; 3) інтерпретація фітоценозів – присвоєння їм синтаксономічної назви [33].

Проективне покриття видів для фітоценотичних таблиць переводилось в бали відповідно до модифікованої шкали Б. М. Міркіна такого змісту: : + – <1 %, 1 – 1–5 %, 2 – 6–15 %, 3 – 16–25 %, 4 – 26–50 %, 5 – >50 % [100].

Абсолютне проективне покриття є одним з основних показників рясності рослин у фітоценозі і визначається за допомогою прямого (в кількісних величин) або непрямого (в балах) обліку [20].

Проективне покриття в дослідженні визначено візуальним методом – окомірно у межах дослідних майданчиків.

Оцінка константності видів в синтаксонів проведена за п'ятибальною шкалою: I – 1–20 %; II – 21–40 %; III – 41–60 %; IV – 61–80 %; V – 81–100 %.

Фітоценози з перехідним складом забраковані за рахунок перехідних описів. З 175 описів в підсумкову синоптичну таблицю включені 156, інші виключені як перехідні [31, 34]. Назви класі фітоценозів представлені за Соломахою [136], Pignatti [248].

Під час еколого-флористичної класифікації класи добре показують суцесійний статус та ґрунтово-кліматичні умови, в яких формуються синантропні угруповання. Визначення рослинних асоціацій недоцільно в зв'язку з континуальним характером синантропної рослинності [101].

При описі синантропних угруповань використано дедуктивний метод класифікації Копецькі і Гейні. Базальні угруповання (Б. у.) сформовані «своім» домінантом, дериватні угруповання (Д. у.), в яких домінант – виходець з «чужого» синтаксону, може бути и заносним [99]. Моделі організації синант-

ропних рослинних угруповань визначені за Міркіним, Ямаловим, Наумовою, [101].

Назви синтаксонів визначено за методом класифікації Копецькі і Гейні [31]. Більша частина назв таксонів подано за «Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist» [236].

Значимість виду або групи видів (за екоморфами) можливо або по проєктивному покриттю, або по рясності – покриттю (в баллах). В дослідженні використано метод по проєктивному покриттю.

Таким чином з використанням відомості про видовий склад з врахуванням проєктивного покриття визначено градацію екологічних режимів.

Синфітоіндикаційне оцінювання екологічних факторів виконано за Г. Н. Бузуком, О. В. Созіновим [19].

Статистичні розрахунки виконані за допомогою програми Statistica 7.0 та програмної оболонки Project R "R: A Language and Environment for Statistical Computing" [256].

Приклад дослідної ділянки показано на рисунку 3.1.



Рис. 3.1 – Дослідна ділянка на електричній підстанції.

Задля оцінки впливу рослинності на ґрунтову макрофауну виконано геоботанічний опис дослідної ділянки, відібрано проби ґрунту, макрофауну було вручну відсортовано та збережено у розчині формальдегіду. Дані з оцінки рослинності, ґрунтових тварин, екологічних режимів було піддано RDA аналізу (аналізу надлишковості) [282].

3.2 Методика екоморфного аналізу рослинного покриву та екологічних режимів

Геоботанічний опис виконано на основі системи екоморф О.Л. Бельгарда (1950) для умов степової зони [11]. Це система життєвих форм рослин, яка характеризує відношення того чи іншого виду до середовища угруповання в цілому, а також до кожного окремого фактору [25, 164].

В ній виділяються групи видів по відношенню до угруповання в цілому – ценоморфи (сільванти Sil, степанти – St, пратанти – Pr, палютанти – Pal, рудеранти – Ru), до світловому режиму – геліоморфи (геліофіти – He, сциогеліофіти – ScHe, геліосциофіти – HeSc, сциофіти – Sc), до сольового режиму, або трофності ґрунтів – трофоморфи (оліготрофи – OgTr, мезотрофи – MsTr, мегатрофи – MgTr), до режиму ґрунтового зволоження – гігроморфи (ксерофіти – Ks, мезоксерофіти – MsKs, ксеромезофіти – KsMs, мезофіти – Ms, гігромезофіти – HgrMs, мезогігрофіти – MsHgr, гігрофіти – Hgr, ультрагігрофіти – UHgr), до теплового режиму – термоморфи (оліготерми – OgT, мезотерми – MsT, мегатерми – MgT), до клімату – клімаморфи (фанерофіти – Ph, хамефіти – Ch, гемікриптофіти – Hcr, криптофіти – Cr, терофіти – Th) [96].

Частина участі різних ценоморф у складі угруповання дозволяє судити про його стійкість та сполученість з умовами існування.

Геоботанічні описи стали основою для фітоіндикації екологічних режимів. Для оцінки екологічних режимів у роботі застосовані фітоіндикаційні шкали за Я.П. Дідухом [44, 196]. Я.П. Дідух [196] виділяє едафічні та кліматичні фітоіндикаційні шкали. До едафічних належать показник

гідроморф (*Hd*), змінність зволоження (*fH*), аерація (*Ae*), кислотний режим (*Rc*), сольовий режим (*Sl*), вміст карбонатних солей (*Ca*), вміст у ґрунті за-
своєваних форм азоту (*Nt*). До кліматичних належать шкали за чотирма фак-
торами: терморежим (*Tm*), омброрежим (*Om*), кріорежим (*Cr*) і континен-
тальність клімату (*Kn*). Крім зазначених, виділяється ще шкала освітлення
(*Lc*), яку можна охарактеризувати як мікрокліматичну шкалу. Можна припу-
стити, що едафічні шкали та шкала освітлення будуть чутливі до
варіабельності властивостей ґрунту на рівні окремої точки, що може бути ос-
новою для застосування фітоіндикаційних шкал для великомасштабного кар-
тографування. Теплові властивості ґрунтів індикуються шкалою терморежи-
му, а гідротермічні – шкалою омброрежиму [44]. Фітоіндикаційні шкали на-
ведені за Я.П. Дідухом [44]. Фітоіндикаційна оцінка градацій екологічних
факторів проведена за Г.Н. Бузуком [19].

Важливість геоботанічного дослідження для рослинних угруповань в
тому, що результати дозволяють визначити ступінь порушеності угруповання
і тенденцію подальшого розвитку. На основі матеріалів геоботанічного об-
стеження можна спрогнозувати шляхи розвитку рослинного угруповання при
різних ситуаціях [109].

Геоботанічні описання за фітоіндикаційними характеристиками
піддано кластерному аналізу. Для визначення оптимальної кількості
кластерів застосовано критерій Калінського-Харабаш. Кластери показують
розподіл видів у просторі, особливості видів, які визначають як екологічний
простір [52].

Для визначення характеру цих кластерів їх співставлено з вихідними
категоріями контроль-забруднення засобами аналізу відповідностей.

Дискримінантний аналіз дозволив виявити природу екологічних
особливостей контрольних та забруднених варіантів.

Взаємини між видовими особливостями та властивостями
навколишнього середовища оцінені за допомогою RLQ-аналізу, що дає змогу
порівняти екологічні особливості видів з умовами навколишнього

середовища. Цей аналіз досліджує спільну структуру за трьома таблицями даних: R-таблиця (містить змінні навколишнього середовища), Q-таблиця (містить видові особливості) й L-таблиця (чисельність видів у точках відбору проб). L-таблиця виконує функцію зв'язку між таблицями R і Q і містить дані щодо інтенсивності зв'язку між ними [33].

Безпосередньо перед розглянутою процедурою проведено три окремих аналізи. Аналіз відповідностей застосовується для L-таблиці, у результаті чого одержано оптимальну кореляційну структуру між точками відбору проб (для їх більш стислого позначення можна застосувати англomовну кальку «сайт», яка вже вживається в науковій літературі) й вагами чисельності видів (застосовуються не безпосередньо дані про чисельність, а їх нормалізовані індекси – ваги чисельності). Ординація таблиць R і Q виконано за допомогою аналізу головних компонентів. Таким чином, за допомогою RLQ виконано аналіз коінерції крос-матриць R, Q і L. Цей аналіз максимізує коваріацію між вагами досліджуваних сайтів (значення кожного сайту можна кількісно оцінити за допомогою ваги, яку можна порівняти з вагою виду) з урахуванням властивостей навколишнього середовища, виражених у таблиці R, і вагами видів з урахуванням їх екологічних властивостей, виражених таблицею Q [52].

У результаті отримана краща спільна комбінація ординації сайтів за характеристиками навколишнього середовища, ординації видів за їх властивостями й одночасно ординація видів і сайтів. RLQ-аналіз поєднує три окремих ординаційних рішення з максимізацією коваріації між особливостями видів і властивостями навколишнього середовища за допомогою аналізу коінерції. Далі, ієрархічний кластерний аналіз ваг видів за двома осями RLQ, згідно з методом Варда, дає змогу встановити функціональні групи.

3.3 Методи оцінки геоморфологічних предикторів для моделювання просторового варіювання екологічних режимів

Аналіз рельєфу виконано, ґрунтуючись на його цифровій моделі (ЦМР або в англійській транскрипції DEM – *Digital Elevation Model*). Просторовий розподіл топографічних атрибутів використано для непрямого виміру просторової мінливості гідрологічних, геоморфологічних і біологічних процесів [235].

За основу для створення цифрової моделі рельєфу були взяті данні, представлені ресурсом HydroSHEDS [225]. Роздільна здатність шару даних становила 15 арксекунд. Векторний файл з контуром Дніпропетровської області був одержаний з ресурсу DIVA-GIS (<http://diva-gis.org>). У якості предикторів екологічних факторів, оцінених на основі фітоіндикації, був застосований перелік похідних від цифрової моделі рельєфу шарів даних.

Топографічний індекс вологості. Концепція топографічного індексу вологості (*Topographic wetness index* – TWI) уперше була запропонована К. Бівеном та Н. Кіркбі [186]. Топографічний індекс вологості обчислюється за формулою (3.1):

$$TWI = \ln(a/\tan\beta), \quad (3.1)$$

де a – дренажна площа (площа водозбору, розрахована на одиницю довжини замикаючого контуру), β – крутість схилу [224, 235, 280].

Індекс топографічного положення. Індекс топографічного положення (*Topographic position index* – TPI) являє собою різницю між абсолютною висотою даної точки у просторі та середньою висотою точок у певному буфері навколо вихідної точки. Позитивні значення TPI відповідають опуклостям земної поверхні; негативні – зниженням; значення, близькі до нуля, можуть указувати як на рівнинну поверхню, так і середню частину схилу [207].

Індекс балансу геомаси. Індекс балансу геомаси (*Mass Balance Index*) розкриває топографічні передумови до руйнування та перевідкладання ґрунтів. Даний показник дозволяє виявити ділянки з високим ступенем імовірності розвитку осипних схилових процесів [237]. Від'ємні значення

індексу вказують на ділянки з нагромадженням геомаси, такі як депресії рельєфу або заплави річок. Позитивні значення вказують на ділянки з високим ступенем ризику ерозійних процесів. Значення індексу, близьке до нуля, указує на ділянки з рівновагою убутку та прибутку геомаси [224].

Фактор ерозії LS. Ерозійний потенціал рельєфу *LS* є одним з компонентів універсального рівняння ґрунтової ерозії (*Universal Soil Loss Equation – USLE*). *LS* є добутком *L*- і *S*-факторів. *L*-фактор визначає значення довжини схилу (*slope length*), а *S*-фактор – крутість схилу (*slope steepness*). Універсальне рівняння ерозійних втрат ґрунту (*USLE*), або рівняння Уїшмейера-Сміта, встановлене в США у якості методу розрахунків середньорічних втрат ґрунту на основі узагальнення результатів спостережень на стандартних стокових майданчиках довжиною 22,13 м та с ухилом 9 %, проведених більш ніж на 8000 ділянках в 21 штаті [224]. У першій редакції *USLE* для опису впливу крутості схилу використовували тангенс, а для показника ступеня при довжині схилу – постійну величину, рівну 0,5. Пізніше тангенс кута нахилу поверхні замінили на синус, тому що було встановлено, що з допомогою цієї функції вдається більш точно відбити вплив ухилу на схилах крутістю більш 3° [278]. Ерозійні втрати ґрунту набагато більш чутливі до зміни крутості схилів, чому до зміни довжини, тому вдосконалена модель *USLE – RUSLE* була спрямована на найбільш точну оцінку фактора крутості схилів [231].

Пряма та розсіяна інсоляції. Пряма та розсіяна інсоляції належать до категорії топокліматичних показників [188]. Найбільш відмітні варіації кліматичних паттернів виникають через топокліматичні процеси, що відбуваються в прикордонному шарі Землі, що мають характеристичну розмірність не більше ніж 10^1 км (мезо β -масштаб) і до 10^{-3} км (мікро β -масштаб) (масштабні рівні наведено за Orlandi [244]). Топокліматологія є частиною кліматології, яка займається вивченням впливу земної поверхні на клімат. Земна поверхня переважно контролює просторову диференціацію приземних атмосферних процесів і пов'язаних із цим кліматичних варіацій

[188]. Сонячна радіація, що потрапляє на земну поверхню, складається із двох складових – короткохвильової та довгохвильової. Для обчислення короткохвильової складової необхідно враховувати оцінку прямої і дифузійної компонент, що потрапляють на відкриту поверхню з оцінкою всіх ефектів, що викликані топографією поверхні та специфічних для кожного компонента [188].

Висота над русловою мережею. Висота над русловою мережею (*Altitude above channel network*), або вертикальна дистанція до руслової мережі (*Vertical Distance to Channel Network – VDTCN*), є різницею між висотою рельєфу та висотою руслової мережі [240]. Є надійним маркером рівня ґрунтових вод і може бути використаний для картографії ґрунтів [187].

Векторна міра пересіченості місцевості. Векторна міра пересіченості місцевості (*Vector Ruggedness Measure – VRM*) оцінює дисперсію ортогональних до поверхні рельєфу векторів. Значення VRM низьке як для плоскої місцевості, так і для крутої місцевості, але високе для крутої та пересіченої [259]. Пересіченість розуміється як негладкість поверхні [224].

На основі цифрової моделі рельєфу виконали процедуру класифікації форм рельєфу за Івахаші та Пайком [215]. Були виділенні 16 форм рельєфу: пологий схил, груба текстура, мала опуклість (*gentle slope, coarse texture, low convexity*), пологий схил, тонка текстура, мала опуклість (*gentle slope, fine texture, low convexity*), пологий схил, груба текстура, значна опуклість (*gentle slope, coarse texture, high convexity*), пологий схил, тонка текстура, значна опуклість (*gentle slope, fine texture, high convexity*), помірно крутий схил, груба текстура, мала опуклість (*moderate slope, coarse texture, low convexity*), помірно крутий схил, тонка текстура, мала опуклість (*moderate slope, fine texture, low convexity*), помірно крутий схил, груба текстура, значна опуклість (*moderate slope, coarse texture, high convexity*), помірно крутий схил, тонка текстура, значна опуклість (*moderate slope, fine texture, high convexity*), крутий схил, груба текстура, мала опуклість (*steep slope, coarse texture, low convexity*), крутий схил, тонка текстура, мала опуклість (*steep slope, fine*

texture, low convexity), крутий схил, груба текстура, значна опуклість (*steep slope, coarse texture, high convexity*), крутий схил, тонка текстура, значна опуклість (*steep slope, fine texture, high convexity*), дуже крутий схил, груба текстура, мала опуклість (*very steep slope, coarse texture, low convexity*), дуже крутий схил, тонка текстура, мала опуклість (*very steep slope, fine texture, low convexity*), дуже крутий схил, груба текстура, значна опуклість (*very steep slope, coarse texture, high convexity*), дуже крутий схил, тонка текстура, значна опуклість (*very steep slope, fine texture, high convexity*). Після класифікації форм була обчислена ентропія різноманіття форм рельєфу за Шенноном з вікном пропускання 3 пікселя.

Географічна база даних була підготовлена в ArcMap 10.4.1. Розрахунки геоморфологічних шарів здійснені в програмі Saga-GIS [240] (Olaya, Conrad, 2008). Регресійний аналіз та екстраполяцію оцінених у рамках регресійної моделі значень на територію області виконано у середовищі статистичних розрахунків R [256] з застосуванням бібліотеки *kernelab* [217].

Висновки по розділу 3.

1. Для оцінки фітоценотичного біорізноманіття виконано 175 геоботанічних описів. Матеріали оброблено за допомогою програми WinTWINS. Класифікація рослинності виконана в три етапи: класифікація фітоценозів (отримання фітоценонів), класифікація видів, інтерпретація фітоценонів. При описі синантропних угруповань використано дедуктивний підхід Копецькі і Гейні. Він дозволяє включити в класифікаційну схему практично все різноманіття рослинності порушених територій.

2. Геоботанічний опис виконано на основі системи екоморф О.Л. Бельгарда (1950) для умов степової зони. Для оцінки екологічних режимів у роботі застосовані фітоіндикаційні шкали за Я.П. Дідухом. Важливість геоботанічного дослідження для рослинних угруповань в тому, що результати дозволяють визначити ступінь порушеності угруповання і тенденцію подальшого розвитку. На основі матеріалів геоботанічного обстеження можна спрогнозувати шляхи розвитку рослинного угруповання в різних ситуаціях. Взаємини між видовими особливостями та властивостями навколишнього середовища оцінені за допомогою RLQ-аналізу, що дає змогу порівняти екологічні особливості видів з умовами довкілля.

3. Задля оцінки впливу рослинності на ґрунтову макрофауну виконано геоботанічний опис дослідної ділянки, відібрано проби ґрунту, макрофауну було вручну відсортовано та збережено у розчині формальдегіду. Дані з оцінки рослинності, ґрунтових тварин, екологічних режимів було піддано ординаційному аналізу.

4. Цифрова модель рельєфу та похідні від неї інформаційні шари просторових даних (топографічний індекс вологості, індекс топографічного положення, індекс балансу геомаси, фактор ерозії, геоморфологічні оцінки прямої та розсіяної інсоляції, висота над русловою мережею, векторна міра пересіченості за та різноманіття форма рельєфу за Шенноном) є інформаційно-цінними коваріатами (предикторами) екологічних режимів. Процедура просторової екстраполяції фітоіндикаційних оцінок на

регіональному рівні може бути виконана на основі регресійних моделей за методом опорних векторів.

Отримані результати представлені у 4, 5, 6, 7 розділах дисертаційної роботи, в достатній мірі відображені у публікаціях [54, 117 – 124, 249].

В розділі 3 використано матеріали з відповідними посиланнями на такі наукові джерела із списку літератури: [4, 11, 19, 20, 25, 31, 31, 33, 34, 44, 52, 87, 90, 99, 100, 101, 109, 136, 137, 142, 164, 165, 186, 188, 187, 196, 202, 206, 207, 209, 215, 217, 224, 225, 231, 235, 237, 236, 240, 244, 248, 252, 256, 259, 280, 282].

РОЗДІЛ 4.

ОЦІНКА БІОЛОГІЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ ТЕРИТОРІЙ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПІДСТАНЦІЙ

4.1 Видовий склад угруповань рослин

В результаті виконаного дослідження встановлено, що на території майданчиків електричних підстанцій видовий склад угруповань рослин представлений 202 видами. Виявлено 7 видів, що занесено до Червоної книги Дніпропетровської області – *Astragalus danicus* Retz., *Campanula glomerata* L., *Delphinium cuneatum* Steven ex DC., *Geranium pratense* L., *Tragopogon borysthenticus* Artemczuk, *Tragopogon ucrainicus* Artemczuk, *Verbascum nigrum* L. [145].

Флора представлена двома відділами – Bryophyta (видом *Syntrichia ruralis* (Hedw.) F.Weber & D.Mohr) и Magnoliophyta (Додаток А). Останній відділ представлений класом Liliopsida (28 видів) и Magnoliopsida (173 види). Клас Liliopsida представлений двома порядками (Asparagales и Poales) та чотирма родинями (Asphodelaceae, Cyperaceae, Juncaceae, Poaceae), серед яких Poaceae найбільш різноманітний і представлений 25 видами. Найбільшим різноманіттям за кількістю видів є роди *Poa* (5 видів) и *Festuca* (3 види). Представники даних родів грають найважливішу роль з ценозі за проективним покриттям. До таких лідерів відносяться вівсяниця валлійська (*Festuca valesiaca* Schleich. ex Gaudin) і мятлик лучний (*Poa pratensis* L.). Клас Magnoliopsida представлений 43 родинями. Найбагатшими видами є родини Asteraceae (42 види), Fabaceae (17 видів), Brassicaceae (14 видів), Lamiaceae (12 видів), Rosaceae (11 видів).

Проективне покриття видів для фітоценотичних таблиць переводилося в бали за модифікованою шкалою Б. М. Міркіна такого змісту: + – <1 %, 1 – 1–5 %, 2 – 6–15 %, 3 – 16–25 %, 4 – 26–50 %, 5 – >50 % [100]. Назви синтаксонів вказано за третім виданням Міжнародного кодексу фітосоціологічної

номенклатури [276]. Більшість назв таксонів подано за «Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist» [236].

4.2 Опис фітоценонів

Всього встановлено 18 типів угруповань (фітоценонів). Надалі представлено їх опис.

Дериватне угруповання *Ambrosia artemisiifolia* [*Stellarietea mediae/Festuco-Brometea*] представлено переважно рослинним покривом на ділянках, що зазнали впливу технологічної оливи (5 з 8 описів). Видовий склад угруповань налічує від 5 до 13 видів. Проективне покриття варіює у межах 8 – 82 % (таблиця 4.1).

Діагностичний вид *Ambrosia artemisiifolia* L. – домінант, який визначає фізіономію угруповання. Цей вид є діагностичним класу *Stellarietea mediae*. З високим рівнем константності зустрічається інший діагностичний вид цього класу - *Crepis foetida* L. Константність *Convolvulus arvensis* L. та *Hordeum murinum* L. значно менша.

Таблиця 4.1

Дериватне угруповання *Ambrosia artemisiifolia* [*Stellarietea mediae/Festuco-Brometea*]

№ опису	99	107	115	134	140	141	142	143	Константність
Площа опису	9	9	9	18	18	9	18	9	
Проективне покриття, %	8	10	8	45	82	8	62	6	
Кількість видів	9	7	5	11	13	8	15	6	
Д.в. дериватного угруповання <i>Ambrosia artemisiifolia</i> [<i>Stellarietea mediae/Festuco-Brometea</i>]									
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	+	2	+	2	2	+	2	+	V
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Stellarietea mediae</i>									
<i>Convolvulus arvensis</i>	+	+		2		+			III
<i>Erigeron Canadensis</i> L.	+						+		II
<i>Crepis foetida</i>	+	+	+	+	1	+	+	+	V
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Festuco-Brometea</i>									
<i>Plantago lanceolata</i> L.	+	+	1	+	2	+	2	+	V
<i>Festuca valesiaca</i>					2		2		II
<i>Medicago lupulina</i> L.	+		+		1	+	+	+	IV

Продовження таблиці 4.1

<i>Medicago falcate L.</i>						+			I
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Koelerio-Corynephoretea</i>									
<i>Chondrilla juncea L.</i>		+			2	+	2	+	IV
<i>Pilosella officinarum L.</i>					2		2		II
<i>Potentilla argentea L.</i>		+		1	1		+		III
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>									
<i>Achillea millefolium L.</i>	+		1	1	2		+		IV
<i>Lotus ucrainicus Klokov</i>	+						2	+	II
<i>Trifolium hybridum L.</i>				1	2				II
Інші види									
<i>Silene latifolia Poir.</i>				1	1	+	2		III
<i>Ulmus minor Mill.</i>				+			+		II
<i>Hordeum murinum</i>				2					I
<i>Galium humifusum M.Bieb.</i>				+	2		2		II
<i>Hieracium umbellatum L.</i>							+		I
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	+	2	+	2	2	+	2	+	V

Примітка: також були зустрінуті *Morus nigra L.* (+), *Elymus repens* (+), *Polygonum aviculare* (2), *Portulaca oleracea L.* (+)

Досить різноманітна група діагностичних видів класу *Festuco-Brometea*. Високою константністю характеризуються *Plantago lanceolata* та *Medicago lupulina*. В угрупованнях представлені також діагностичні види інших класів природної рослинності – *Koelerio-Corynephoretea* та *Molinio-Arrhenatheretea*. Таким чином, дериватне угруповання *Ambrosia artemisiifolia* [*Stellarietea mediae/Festuco-Brometea*] є фітосоціологічною сумішшю рослин природних типів трав'янистої рослинності з домінуванням представників класу рудеральної рослинності *Stellarietea mediae*.

Дериватне угруповання *Polygonum aviculare* [*Artemisietea vulgaris/Stellarietea mediae*] представлене переважно рослинним покривом на ділянках, що не зазнали впливу технологічної оливи (7 з 9 описів). Видовий склад угруповань налічує від 7 до 21 виду. Проективне покриття варіює у межах 14 – 82 % (Додаток Б).

Діагностичний вид *Polygonum aviculare* – домінант, який визначає фізіономію угруповання. Цей вид є діагностичним класу *Polygono-Poetea annuae*. З високим рівнем константності зустрічається діагностичний вид

Artemisia austriaca Jacq. класу *Artemisietea vulgaris*. Константність *Medicago lupulina* та *Ambrosia artemisiifolia* менша.

Високою константністю характеризується *Convolvulus arvensis*. В угрупованнях представлені також діагностичні види інших класів рудеральної рослинності – *Polygono-Poetea annuae* та *Agropyretea repentis*. Таким чином, дериватне угруповання *Polygonum aviculare* [*Artemisietea vulgaris/Stellarietea mediae*] є фітосоціологічною сумішшю рослин рудеральних типів трав'янистої рослинності з домінуванням представників класу *Artemisietea vulgaris*.

Дериватне угруповання *Galium humifusum* [*Festuco-Brometea/Artemisietea vulgaris*] представлене переважно рослинним покривом на ділянках, що не зазнали впливу технологічної оливи (13 з 14 описів). Видовий склад угруповань налічує від 4 до 32 видів. Проективне покриття варіює у межах 4–100 % (Додаток В).

Діагностичний вид *Galium humifusum* – домінант, який визначає фізіономію угруповання. Цей вид є діагностичним класу *Festuco-Puccinelliete*.

Досить різноманітна група діагностичних видів класу *Festuco-Brometea*. Високою константністю характеризуються *Festuca valesiaca* та *Poa angustifolia* L. В угрупованнях представлені також діагностичні види іншого класу природної рослинності – *Molinio-Arrhenatheretea*. Таким чином, дериватне угруповання *Galium humifusum* [*Festuco-Brometea/Artemisietea vulgaris*] є фітосоціологічною сумішшю рослин природних та рудеральних типів трав'янистої рослинності з домінуванням представників класів природної рослинності *Festuco-Brometea*.

Базальне угруповання *Elymus repens* [*Festuco-Puccinellietea/Stellarietea mediae*] представлене рослинним покривом на ділянках, що зазнали впливу технологічної оливи (9 описів). Видовий склад угруповань налічує від 3 до 7 видів. Проективне покриття варіює у межах 4–9 % (таблиця 4.2).

Діагностичний вид *Elymus repens* – доміант, який визначає фізіономію угруповання. Цей вид є діагностичним класу *Festuco-Puccinellietea*.

В угрупованнях представлені також діагностичні класи рудеральної рослинності – *Stellarietea mediae* та *Chenopodietea*. Таким чином, базальне угруповання *Elymus repens* [*Festuco-Puccinellietea/Stellarietea mediae*] є фітосоціологічною сумішшю рослин природних та рудеральних типів трав'янистої рослинності з домінуванням представників класу природної рослинності *Festuco-Puccinellietea*.

Таблиця 4.2

Базальне угруповання *Elymus repens* [*Festuco-Puccinellietea /Stellarietea mediae*]

№ описання	69	117	145	147	149	151	161	173	Константність
Площа	9	9	9	9	9	9	9	9	
Проективне покриття	7	9	7	4	5	6	6	5	
Кількість видів	7	6	6	4	5	5	4	3	
Д.в. базального угруповання <i>Elymus repens</i> [<i>Festuco-Puccinellietea /Stellarietea mediae</i>]									
<i>Elymus repens</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	V
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Festuco-Puccinellietea</i>									
<i>Festuca valesiaca</i>					+		+		II
<i>Galium humifusum</i>		+	+		+	+		+	IV
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Stellarietea mediae</i>									
<i>Convolvulus arvensis</i>	+								I
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	+	1	+	+	+	+			IV
<i>Lactuca tatarica</i> (L.) C.A. Mey.							+		I
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Chenopodietea</i>									
<i>Taraxacum officinale</i>	+						1		II
<i>Lactuca serriola</i> L.	+	+	+	+		+			IV
Інші									
<i>Pilosella officinarum</i>	+								I
<i>Prunus fruticosa</i> Pall.					+				I
<i>Crepis foetida</i>	+	+	+	+		+			IV
<i>Taraxacum serotinum</i> (Waldst. & Kit.) Poir.		+	+						II
<i>Carex hirta</i> L.								1	I

Базальне угруповання *Elymus repens* [*Festuco-Brometea/Artemisietea vulgaris*] представлено переважно рослинним покривом на ділянках, що не

знали впливу технологічної оливи (9 з 14 описів). Видовий склад угруповань налічує від 4 до 27 видів. Проективне покриття варіює у межах 4–99 % (Додаток Г).

Діагностичний вид *Elymus repens* – домінант, який визначає фізіономію угруповання. Цей вид є діагностичним класу *Festuco-Puccinellietea*. З високим рівнем константності зустрічається діагностичні види *Ambrosia artemisiifolia* та *Achillea millefolium* класів *Stellarietea mediae* та *Molinio-Arrhenatheretea*.

Досить різноманітна група діагностичних видів класу *Festuco-Brometea*. Високою константністю характеризуються *Festuca valesiaca* та *Plantago lanceolata*. В угрупованнях представлені також діагностичні види іншого класу природної рослинності – *Molinio-Arrhenatheretea*. Таким чином, базальне угруповання *Elymus repens* [*Festuco-Brometea/Artemisietea vulgaris*] є фітосоціологічною сумішшю рослин природних та рудеральних типів трав'янистої рослинності з домінуванням представників класу природної рослинності *Festuco-Brometea*.

Базальне угруповання *Festuca valesiaca* [*Festuco-Brometea/Artemisietea vulgaris*] представлене переважно рослинним покривом на ділянках, що не зазнали впливу технологічної оливи (10 з 15 описів). Видовий склад угруповань налічує від 4 до 25 видів. Проективне покриття варіює у межах 4–100 % (Додаток Д).

Діагностичний вид *Festuca valesiaca*– домінант, який визначає фізіономію угруповання. Цей вид є діагностичним класу *Festuco-Brometea*. З високим рівнем константності зустрічається діагностичний вид *Ambrosia artemisiifolia* класу *Stellarietea mediae*.

Досить різноманітна група діагностичних видів класу *Stellarietea mediae*. Високою константністю характеризуються *Convolvulus arvensis* та *Erigeron canadensis*. В угрупованнях представлені також діагностичні види інших класів рудеральної рослинності – *Artemisietea vulgaris* та *Chenopodietea*. Таким чином, базальне угруповання *Festuca valesiaca*

[*Festuco-Brometea/Artemisietea vulgaris*] є фітосоціологічною сумішшю рослин природних і рудеральних типів трав'янистої рослинності з домінуванням представників класу природної рослинності *Festuco-Brometea*.

Дериватне угруповання *Atriplex tatarica* [*Artemisietea vulgaris/Festuco-Brometea*] представлено переважно рослинним покривом на ділянках, що не зазнали впливу технологічної оливи (5 з 8 описів). Видовий склад угруповань налічує від 3 до 28 видів. Проективне покриття варіює у межах 5–100 % (таблиця 4.3).

Таблиця 4.3

Дериватне угруповання *Atriplex tatarica* [*Artemisietea vulgaris/Festuco-Brometea*]

№ описання	14	66	118	120	136	156	158	160	Константність
Площа	18	18	9	18	9	9	18	18	
Проективне покриття	100	93	13	89	5	3	100	91	
Кількість видів	28	18	8	14	5	3	18	18	
Д.в. дериватного угруповання <i>Atriplex tatarica</i> [<i>Artemisietea vulgaris/ Festuco-Brometea</i>]									
<i>Atriplex tatarica</i>	2	2	+	1	+	+	3	3	V
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Artemisietea vulgaris</i>									
<i>Artemisia vulgaris L.</i>	2	1					1		II
<i>Leonurus quinquelobatus Gilib.</i>	+								I
<i>Medicago lupulina</i>	2								I
<i>Medicago sativa</i>	2		1				2		II
<i>Artemisia absinthium</i>	1	2	+	+	+		1	1	V
<i>Carduus acanthoides</i>	1	1		+			+	1	IV
<i>Cirsium vulgare (Savi) Ten.</i>	2								I
<i>Linaria vulgaris Mill.</i>	1						1		II
<i>Melilotus officinalis (L.) Pall.</i>	2			1					II
<i>Ballota nigra</i>	2	2	1	2	+			2	IV
<i>Arctium lappa L.</i>		1							I
<i>Berteroa incana (L.) DC.</i>	+								I
<i>Crepis foetida</i>		2	1		+		+		III
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Festuco-Brometea</i>									
<i>Lactuca serriola</i>	2	+					1		II
<i>Artemisia austriaca</i>	1			1		+	2	+	IV
<i>Festuca valesiaca</i>	2			2				2	II
<i>Bromus squarrosus L.</i>	+						+		II
<i>Crepis tectorum L.</i>		+						1	II

Продовження таблиці 4.3

<i>Cephalaria uralensis</i> (Murray) Schrad. ex Roem. & Schult.	+								I
<i>Consolida paniculata</i> (Host) Schur	2								I
<i>Euphorbia virgata</i> Waldst. & Kit.				+					I
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Stellarietea mediae</i>									
<i>Convolvulus arvensis</i>	1	1	+		+			1	IV
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	2	1	+			+	1	1	IV
<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.							+	+	II
<i>Lactuca tatarica</i>		1		+					II
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Chenopodietea</i>									
<i>Taraxacum officinale</i>		1						+	II
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.								+	I
<i>Iva xanthiifolia</i> Nutt.	2							2	II
Інші									
<i>Diplotaxis tenuifolia</i> (L.) DC.								1	I
<i>Elymus repens</i>	3	3		3			2	1	IV
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.		2							I
<i>Linaria genistifolia</i> (L.) Mill.	1								I
<i>Achillea millefolium</i>	2		+	2			2	2	IV
<i>Trifolium pratense</i> L.		1							I
<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds.				+					I
<i>Plantago major</i> L.								+	I
<i>Polygonum aviculare</i>								2	I
<i>Scabiosa ochroleuca</i> L.	1								I
<i>Acer negundo</i> L.		+		2					II
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.				2					I
<i>Silene latifolia</i>	+						2		II
<i>Securigera varia</i> (L.) Lassen	1	1					2		II

Примітка: також були зустрінуті *Galium humifusum* (2), *Anthemis ruthenica* M. Bieb. (1), *Crataegus fallacina* Klokov (2).

Діагностичний вид *Atriplex tatarica* – доміант, який визначає фізіономію угруповання. Цей вид є діагностичним класу *Chenopodietea*. З високим рівнем константності зустрічається діагностичний вид *Artemisia*

absinthium L. класу *Artemisietea vulgaris*. Константність *Carduus acanthoides L.* та *Ballota nigra L.* значно менша.

Досить різноманітна група діагностичних видів класу *Festuco-Brometea*. Високою константністю характеризується *Artemisia austriaca*. В угрупованнях представлені також діагностичні види інших класів рудеральної рослинності – *Stellarietea mediae* та *Chenopodietea*. Таким чином, деріватне угруповання *Atriplex tatarica* [*Artemisietea vulgaris/Festuco-Brometea*] є фітосоціологічною сумішшю рослин природних та рудеральних типів трав'янистої рослинності з домінуванням представників класу рудеральної рослинності *Artemisietea vulgaris*.

Базальне угруповання *Festuca valesiaca* [*Artemisietea vulgaris/Festuco-Brometea*] представлене рослинним покривом як на ділянках, що не зазнали впливу технологічної оливи, та і на ділянках, що зазнали вплив (5 з 10 описів). Видовий склад угруповань налічує від 4 до 20 видів. Проективне покриття варіює у межах 5–100 % (Додаток Е).

Діагностичний вид *Festuca valesiaca* – домінант, який визначає фізіономію угруповання. Цей вид є діагностичним класу *Festuco-Brometea*. З високим рівнем константності зустрічається інший діагностичний вид цього класу *Artemisia austriaca*. Константність *Convolvulus arvensis* класу *Chenopodietea* значно менша.

Досить різноманітна група діагностичних видів класу *Festuco-Brometea*. Високою константністю характеризуються *Medicago falcata*. В угрупованнях представлені також діагностичні види інших класів рудеральної та природної рослинності – *Chenopodietea* та *Trifolio-Geranietea sanguinei*. Таким чином, деріватне угруповання базальне угруповання *Festuca valesiaca* [*Artemisietea vulgaris/Festuco-Brometea*] є фітосоціологічною сумішшю рослин природних типів трав'янистої рослинності з домінуванням представників класу рудеральної рослинності *Artemisietea vulgaris*.

Деріватне угруповання *Acer negundo* [*Artemisietea vulgaris/Festuco-Brometea*] представлене переважно рослинним покривом на ділянках, що за-

знали впливу технологічної оливи (7 з 10 описів). Видовий склад угруповань налічує від 3 до 14 видів. Проективне покриття варіює у межах 3–100 % (таблиця 4.4).

Діагностичний вид *Acer negundo* – домінант, який визначає фізіономію угруповання. Цей вид є діагностичним класу *Robinietaea*.

Таблиця 4.4

Дериватне угруповання *Acer negundo* [*Artemisietea vulgaris*/*Festuco-Brometea*]

№ описання	1	2	4	65	84	85	89	100	155	159	Конс- тантність
Площа	18	9	9	9	18	9	9	18	9	9	
Проективне покриття	68	42	5	3	100	6	9	49	3	8	
Кількість видів	13	7	5	3	10	4	5	14	3	4	
Д.в. дериватне угруповання <i>Acer negundo</i> [<i>Artemisietea vulgaris</i> / <i>Festuco-Brometea</i>]											
<i>Acer negundo</i>	2	2	+		3		+	2	+		V
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Artemisietea vulgaris</i>											
<i>Glechoma hederacea</i> L.	1	2	+								II
<i>Alliaria petiolate</i> (M. Bieb.) Cavara & Grande								2			I
<i>Artemisia vulgaris</i>					+						I
<i>Galium aparine</i>					2		+				II
<i>Chelidonium majus</i>					2	1					II
<i>Ballota ruderalis</i>				+	2	+		2	+		III
<i>Conium maculatum</i> L.					1			2		+	II
<i>Leonurus quinquelobatus</i>	+										I
<i>Artemisia absinthium</i>					2	+					II
<i>Carduus acanthoides</i>	1										I
<i>Cichorium intybus</i>								+			I
<i>Tanacetum vulgare</i>								2			I
<i>Ballota nigra</i>	1	2	+								II
<i>Pastinaca sativa</i> L.	1										I
<i>Arctium lappa</i>				+				2			II
<i>Glechoma hederacea</i>	1	2	+								II
<i>Alliaria petiolate</i> (M. Bieb.) Cavara & Grande								2			I
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Festuco-Brometea</i>											

Продовження таблиці 4.4

<i>Poa angustifolia</i>										+	I
<i>Bromus squarrosus</i>				+					+		II
<i>Euphorbia seguieriana</i> Neck.										+	I
<i>Euphorbia virgata</i>	2										I
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Robinietaea</i>											
<i>Gleditsia triacanthos</i>	1	1	+								II
<i>Robinia pseudoacacia</i>					2						I
Інші											
<i>Humulus lupulus</i> L.		2					2				II
<i>Geum urbanum</i> L.	+	+					+	1			III
<i>Atriplex tatarica</i>	1										I
<i>Sambucus nigra</i> L.					2		+				II
<i>Elymus repens</i>	3	2	+		2	+				+	IV
<i>Achillea millefolium</i>	2										I
<i>Plantago major</i>									+		I
<i>Polygonum aviculare</i>									1		I
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>									+		I

Примітка: також були зустрінуті *Viola odorata* L. (1), *Galium humifusum* (2), *Trifolium hybridum* (+).

Високою константністю характеризується *Elymus repens*. Таким чином, дериватне угруповання *Acer negundo* [*Artemisietea vulgaris*/*Festuco-Brometea*] є фітосоціологічною сумішшю рослин рудеральних типів трав'янистої рослинності з домінуванням представників класу рудеральної рослинності *Artemisietea vulgaris*.

Дериватне угруповання *Bromus tectorum* [*Festuco-Brometea*/*Artemisietea vulgaris*] представлено переважно рослинним покривом на ділянках, що не зазнали впливу технологічної оливи (11 з 12 описів). Видовий склад угруповань налічує від 3 до 21 виду. Проективне покриття варіює у межах 3–100 % (Додаток Ж). Діагностичний вид *Bromus tectorum* – домінант, який визначає фізіономію угруповання. Цей вид є діагностичним класу *Stellarietea mediae*. З

високим рівнем константності зустрічається діагностичний вид *Ballota ruderalis* класу *Artemisietea vulgaris*.

Досить різноманітна група діагностичних видів класу *Festuco-Brometea*. В угрупованнях представлені також діагностичні види інших класів рудеральної та природної рослинності – *Chenopodietea* та *Molinio-Arrhenatheretea*. Таким чином, дериватне угруповання *Bromus tectorum* [*Festuco-Brometea/Artemisietea vulgaris*] є фітосоціологічною сумішшю рослин природних типів трав'янистої рослинності з домінуванням представників класу природної рослинності *Festuco-Brometea*.

Базальне угруповання *Elymus repens* [*Chenopodietea/Festuco-Brometea*] представлено переважно рослинним покривом на ділянках, що зазнали впливу технологічної оливи (7 з 12 описів). Видовий склад угруповань налічує від 3 до 20 видів. Проективне покриття варіює у межах 3–95 % (Додаток II).

Діагностичний вид *Elymus repens* – домінант, який визначає фізіономію угруповання. Цей вид є діагностичним класу *Festuco-Puccinellietea*. З високим рівнем константності зустрічається діагностичний вид *Capsella bursa-pastoris* класу *Chenopodietea*.

Досить різноманітна група діагностичних видів класу *Festuco-Brometea*. В угрупованнях представлені також діагностичні види інших класів рудеральної та природної рослинності – *Artemisietea vulgaris* та *Molinio-Arrhenatheretea*. Таким чином, базальне угруповання *Elymus repens* [*Chenopodietea/Festuco-Brometea*] є фітосоціологічною сумішшю рослин природних типів трав'янистої рослинності з домінуванням представників класу рудеральної рослинності *Chenopodietea*.

Базальне угруповання *Bromus squarrosus* [*Chenopodietea/Artemisietea vulgaris*] представлено переважно рослинним покривом на ділянках, що не зазнали впливу технологічної оливи (6 з 7 описів). Видовий склад угруповань налічує від 5 до 24 видів. Проективне покриття варіює у межах 11–100 % (таблиця 4.5).

Діагностичний вид *Bromus squarrosus* – доміант, який визначає фізіономію угруповання. Цей вид є діагностичним класу *Festuco-Brometea*. З високим рівнем константності зустрічається інший діагностичний вид цього класу *Lactuca serriola*, а також *Taraxacum officinale* класу *Chenopodietea*. Константність *Capsella bursa-pastoris* значно менша.

Таблиця 4.5

Базальне угруповання *Bromus squarrosus* [*Chenopodietea/Artemisietea vulgaris*]

№ описання	64	88	128	132	152	154	171	Конс- тантність
Площа	18	18	18	18	18	18	9	
Проективне покриття	100	51	88	34	76	94	11	
Кількість видів	24	14	19	10	12	22	5	
Д.в. базального угруповання <i>Bromus squarrosus</i> [<i>Chenopodietea / Artemisietea vulgaris</i>]								
<i>Bromus squarrosus</i>	2	2	3	2	1	+	+	V
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Chenopodietea</i>								
<i>Taraxacum officinale</i>	+	2	1	1	1	1	+	V
<i>Sonchus arvensis</i>	+				+			II
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	+	1	2	+	+	+		IV
<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	+			+				II
<i>Asperugo procumbens</i> L.	+				2	1		II
<i>Lamium purpureum</i> L.	1	+	+					II
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Artemisietea vulgaris</i>								
<i>Galium aparine</i>	1	2			2	+		III
<i>Chelidonium majus</i>			+					I
<i>Ballota ruderalis</i>	2					3		II
<i>Conium maculatum</i>	1							I
<i>Leonurus quinquelobatus</i>	+							I
<i>Artemisia absinthium</i>	1							I
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Stellarietea mediae</i>								
<i>Convolvulus arvensis</i>			+	+	+			II
<i>Erigeron canadensis</i>			+	+		+		II
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	+	+	+	+		+		IV
<i>Fumaria officinalis</i> L.						+		I
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	+							I
<i>Matricaria chamomilla</i> L.	+							I
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Festuco-Brometea</i>								
<i>Poa angustifolia</i>	2	2						II
<i>Lactuca serriola</i>	+	+	+	+		+		IV
<i>Poa bulbosa</i> L.	1		1					II
Інші								
<i>Humulus lupulus</i>		2	2		3			II

Продовження таблиці 4.5

<i>Geum urbanum</i>						+		I
<i>Ulmus minor</i>	1		1	+	+	2		IV
<i>Sambucus nigra</i>			+					I
<i>Elymus repens</i>	2	+	2		+	2	1	IV
<i>Poa pratensis</i>	2		2					II
<i>Achillea millefolium</i>	1	+		2	+	+		IV
<i>Trifolium repens</i>			1			+	2	II
<i>Rumex hydrolapathum</i>		1						I
<i>Plantago major</i>						+		I
<i>Polygonum aviculare</i>	+	2	2			2		III
<i>Acer negundo</i>		2			2	2		II

Примітка: також були зустрінуті *Anchusa officinalis* (2), *Sisymbrium polymorphum* (Murray) Roth (1), *Carex hirta* (+), *Viola suavis* M. Bieb. (1).

Досить різноманітна група діагностичних видів класу *Stellarietea mediae*. Високою константністю характеризується *Ambrosia artemisiifolia*, а також *Ulmus minor* та *Elymus repens* інших класів. Таким чином, базальне угруповання *Bromus squarrosus* [*Chenopodietea/Artemisietea vulgaris*] є фітосоціологічною сумішшю рослин природних типів трав'янистої рослинності з домінуванням представників класу рудеральної рослинності *Chenopodietea*.

Дериватне угруповання *Ambrosia artemisiifolia* [*Chenopodietea/Festuco-Brometea*] представлено переважно рослинним покривом на ділянках, що зазнали впливу технологічної оливи (8 з 11 описів). Видовий склад угруповань налічує від 2 до 15 видів. Проективне покриття варіює у межах 2–100 % (Додаток К).

Діагностичний вид *Ambrosia artemisiifolia* – домінант, який визначає фізіономію угруповання. Цей вид є діагностичним класу *Stellarietea mediae*. З високим рівнем константності зустрічається діагностичний вид *Atriplex tatarica* класу *Chenopodietea*.

Досить різноманітна група діагностичних видів класу *Festuco-Brometea*. Таким чином, дериватне угруповання *Ambrosia artemisiifolia* [*Chenopodietea/Festuco-Brometea*] є фітосоціологічною сумішшю рослин

природних типів трав'янистої рослинності з домінуванням представників класу рудеральної рослинності *Chenopodietea*.

Дериватне угруповання *Atriplex tatarica* [*Chenopodietea/Festuco-Brometea*] представлено переважно рослинним покривом на ділянках, що не зазнали впливу технологічної оливи (4 з 6 описів). Видовий склад угруповань налічує від 5 до 22 видів. Проективне покриття варіює у межах 13–86 % (таблиця 4.6).

Діагностичний вид *Atriplex tatarica* – домінант, який визначає фізіономію угруповання. Цей вид є діагностичним класу *Chenopodietea*. З високим рівнем константності зустрічається інший діагностичний вид цього класу *Taraxacum officinale*. Константність *Sonchus arvensis* значно менша.

Таблиця 4.6

Дериватне угруповання *Atriplex tatarica* [*Chenopodietea/Festuco-Brometea*]

№ описання	36	56	87	96	130	131	Константність
Площа	18	18	9	18	18	9	
Проективне покриття	77	55	13	53	86	18	
Кількість видів	13	13	5	14	22	14	
Д.в. дериватного угруповання <i>Atriplex tatarica</i> [<i>Chenopodietea/ Festuco-Brometea</i>]							
<i>Atriplex tatarica</i>	2	+	1		+	+	IV
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Chenopodietea</i>							
<i>Taraxacum officinale</i>		+	+	+	+	+	IV
<i>Sonchus arvensis</i>	+	1			+	+	III
<i>Capsella bursa-pastoris</i>		1		+			II
<i>Cirsium arvense (L.) Scop.</i>	+						I
<i>Asperugo procumbens</i>			+		+	+	II
<i>Lamium purpureum</i>					+	+	II
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Festuco-Brometea</i>							
<i>Poa angustifolia</i>	2	2	1	2	3	+	IV
<i>Lactuca serriola</i>	+				+		II
<i>Artemisia austriaca</i>	+						I
<i>Festuca valesiaca</i>	1	2		2			II
<i>Poa bulbosa</i>			2				I
<i>Bromus squarrosus</i>					2		I
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Stellarietea mediae</i>							
<i>Convolvulus arvensis</i>	+	+		+	1	+	IV
<i>Stellaria media (L.) Vill.</i>					2	+	II

Продовження таблиці 4.6

<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	2				2	+	II
<i>Lamium amplexicaule</i>					1		I
<i>Matricaria chamomilla</i>				1			I
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>							
<i>Poa pratensis</i>	2						I
<i>Achillea millefolium</i>	+	2		+	+		III
<i>Trifolium pratense</i>					+		I
Інші							
<i>Glechoma hederacea</i>					2	2	II
<i>Chelidonium majus</i>					1	+	II
<i>Carduus acanthoides</i>		+					I
<i>Setaria viridis</i>				2			I
<i>Sambucus nigra</i>				2	2		II
<i>Elymus repens</i>		2		2	+	+	III
<i>Poa annua</i>				2			I
<i>Plantago major</i>				1	+	+	II
<i>Polygonum aviculare</i>	2	+		2			II

Примітка: також були зустрінуті *Arctium lappa* (1), *Berteroa incana* (1), *Crepis foetida* (1), *Viola suavis* (+), *Bromus tectorum* (1).

Досить різноманітна група діагностичних видів класу *Festuco-Brometea*. Високою константністю характеризується *Poa angustifolia*. В угрупованнях представлені також діагностичні види інших класів рудеральної та природної рослинності – *Stellarietea mediae* та *Molinio-Arrhenatheretea*. Таким чином, дериватне угруповання *Atriplex tatarica* [*Chenopodietea/Festuco-Brometea*] є фітосоціологічною сумішшю рослин природних типів трав'янистої рослинності з домінуванням представників класу рудеральної рослинності *Chenopodietea*.

Дериватне угруповання *Polygonum aviculare* [*Chenopodietea/Digitalio sanguinalis-Eragrostietea minoris*] представлене переважно рослинним покривом на ділянках, що зазнали впливу технологічної оливи (5 з 7 описів). Видовий склад угруповань налічує від 3 до 13 видів. Проективне покриття варіює у межах 4–64 % (таблиця 4.7).

Діагностичний вид *Polygonum aviculare* – домінант, який визначає фізіономію угруповання. Цей вид є діагностичним класу *Polygono-Poetea*

annuae. З високим рівнем константності зустрічається діагностичний вид *Poa angustifolia* класу *Festuco-Brometea*.

Таблиця 4.7

Дериватне угруповання *Polygonum aviculare* [*Chenopodietea/Digitario sanguinalis-Eragrostietea minoris*]

№ описання	32	37	38	39	41	67	97	Константність
Площа	18	9	18	9	9	9	9	
Проективне покриття	58	21	64	5	6	4	6	
Кількість видів	11	3	13	4	4	4	4	
Д.в. дериватного угруповання <i>Polygonum aviculare</i> [<i>Chenopodietea / Digitario sanguinalis-Eragrostietea minoris</i>]								
<i>Polygonum aviculare</i>	3	2	3	+	1	+	1	V
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Chenopodietea</i>								
<i>Taraxacum officinale</i>	1							I
<i>Atriplex tatarica</i>	1		1					II
<i>Cirsium arvense</i>			+					I
<i>Amaranthus retroflexus</i>	+		1					II
<i>Erigeron canadensis</i>	1		+					II
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>		+		+	+			II
<i>Matricaria chamomilla</i>							+	I
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Digitario sanguinalis-Eragrostietea minoris</i>								
<i>Portulaca oleracea</i>	1							II
<i>Setaria viridis</i>	1							I
<i>Diplotaxis tenuifolia</i>			+					I
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Festuco-Brometea</i>								
<i>Poa angustifolia</i>	2		2	+	1	+	+	IV
<i>Lactuca serriola</i>	+		+				+	II
Інші								
<i>Medicago lupulina</i>						+		I
<i>Artemisia absinthium</i>	+							I
<i>Elymus repens</i>	2	2	2			+		IV
<i>Rumex acetosella</i> L.			+					I
<i>Poa pratensis</i>			2	1	+			II

Примітка: також були зустрінуті *Syntrichia ruralis* (2), *Prunus cerasus* L. (1).

Високою константністю характеризуються *Elymus repens* класу *Festuco-Rusciniellietea*. Таким чином, дериватне угруповання *Polygonum aviculare* [*Chenopodietea/Digitario sanguinalis-Eragrostietea minoris*] є фітосоціологічною сумішшю рослин природних типів трав'янистої рослин-

ності з домінуванням представників класу рудеральної рослинності *Chenopodietea*.

Опис базального угруповання *Poa angustifolia* [*Chenopodietea/Stellarietea mediae*] представлено в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8

Базальне угруповання *Poa angustifolia* [*Chenopodietea / Stellarietea mediae*]

№ описання	24	25	40	46	47	57	95	Константність
Площа	18	9	18	18	9	9	9	
Проективне покриття	76	23	81	27	15	10	3	
Кількість видів	15	7	12	9	9	8	3	
Д.в. базального угруповання <i>Poa angustifolia</i> [<i>Chenopodietea / Stellarietea mediae</i>]								
<i>Poa angustifolia</i>	3	2	2	+	+	+	+	V
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Chenopodietea</i>								
<i>Taraxacum officinale</i>		1	1	+	+	+		IV
<i>Sonchus arvensis</i>						+		I
<i>Atriplex tatarica</i>	2			+	+			II
<i>Cirsium arvense</i>			+					I
<i>Amaranthus retroflexus</i>	1							I
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Stellarietea mediae</i>								
<i>Convolvulus arvensis</i>			+	+	+	+		III
<i>Erigeron canadensis</i>	2	1	1	+	+			IV
<i>Lepidium ruderae L.</i>	+							I
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	2	1	2	+	+	+		IV
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Molinio-Arrhenatherete</i>								
<i>Poa pratensis</i>						+		I
<i>Achillea millefolium</i>	1	+	2			+		III
<i>Geranium pratense L.</i>			2					I
<i>Trifolium pratense</i>		1						I
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Festuco-Brometea</i>								
<i>Lactuca serriola</i>			+				+	II
<i>Artemisia austriaca</i>	+			+	+			II
<i>Crepis tectorum</i>			+					I
Інші								
<i>Medicago lupulina</i>	+							I
<i>Medicago sativa</i>	+							I
<i>Carduus acanthoides</i>			+					I
<i>Elymus repens</i>			3	2	1	1		III
<i>Poa annua</i>	+							I
<i>Polygonum aviculare</i>	2			2	2			II

Примітка: також були зустрінуті *Ballota nigra* (+), *Armoracia rusticana* P.G. Gaertn., *B. Mey. & Scherb.* (1), *Hordeum murinum* (+), *Carex hirta* (2), *Bromus tectorum* (+).

Угрупування представлене переважно рослинним покривом на ділянках, що зазнали впливу технологічної оливи (4 з 7 описів). Діагностичний вид *Poa angustifolia* – домінант, який визначає фізіономію угрупування. Цей вид є діагностичним класу *Festuco-Brometea*. З високим рівнем константності зустрічається діагностичний вид *Taraxacum officinale* класу *Chenopodietea*, а також *Erigeron canadensis* та *Ambrosia artemisiifolia* класу *Stellarietea mediae*.

В угрупуваннях представлені діагностичні види іншого класу природної рослинності – *Molinio-Arrhenatheretea*. Таким чином, базальне угрупування *Poa angustifolia* [*Chenopodietea/Stellarietea mediae*] є фітосоціологічною сумішшю рослин природних типів трав'янистої рослинності з домінуванням представників класу рудеральної рослинності *Chenopodietea*.

Дериватне угрупування *Ambrosia artemisiifolia* [*Festuco-Brometea/Stellarietea mediae*] представлене переважно рослинним покривом на ділянках, що зазнали впливу технологічної оливи (9 описів). Видовий склад угрупувань налічує від 4 до 8 видів. Проективне покриття варіює у межах 4–18 % (таблиця 4.9).

Таблиця 4.9

Дериватне угрупування *Ambrosia artemisiifolia* [*Festuco-Brometea/Stellarietea mediae*]

№ описання	19	43	49	61	63	73	133	Конс- тантність
Площа	9	9	9	9	9	9	9	
Проективне покриття	18	8	4	15	6	5	5	
Кількість видів	8	4	4	5	4	5	5	
Д.в. дериватного угрупування <i>Ambrosia artemisiifolia</i> [<i>Festuco-Brometea / Stellarietea mediae</i>]								
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	2	+	+	2	1	+	+	V
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Festuco-Brometea</i>								
<i>Lactuca serriola</i>	1	+	+	+	+	+	+	V
<i>Bromus squarrosus</i>							+	I
<i>Euphorbia virgata</i>	+							I
<i>Taraxacum serotinum</i>				1	+			II
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Stellarietea mediae</i>								
<i>Convolvulus arvensis</i>	1			+		+	+	III

<i>Erigeron canadensis</i>		+	+			+		II
Інші								

Продовження таблиці 4.9

<i>Humulus lupulus</i>	1							I
<i>Juglans regia L.</i>	+							I
<i>Taraxacum officinale</i>	1						+	II
<i>Elymus repens</i>	+	2	+	2	+	+		IV

Діагностичний вид *Ambrosia artemisiifolia* – домінант, який визначає фізіономію угруповання. Цей вид є діагностичним класу *Stellarietea mediae*. З високим рівнем константності зустрічається діагностичний вид *Lactuca serriola* класу *Festuco-Brometea*. Високою константністю характеризуються *Elymus repens*. Таким чином, дериватне угруповання *Ambrosia artemisiifolia* [*Festuco-Brometea/Stellarietea mediae*] є фітосоціологічною сумішшю рослин природних типів трав'янистої рослинності з домінуванням представників класу природної рослинності *Festuco-Brometea*.

Опис дериватного угруповання *Cenchrus longispinus* [*Koelerio-Corynephoretea/Festuco-Brometea*] представлено в таблиці 4.10.

Таблиця 4.10

Дериватне угруповання *Cenchrus longispinus* [*Koelerio-Corynephoretea/Festuco-Brometea*]

№ описання	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Конс- тантність
Площа	9	9	9	18	9	9	9	9	9	
Проективне покриття	19	19	7	100	19	21	20	16	9	
Кількість видів	5	11	5	36	7	9	12	8	7	
Д.в. дериватного угруповання <i>Cenchrus longispinus</i> [<i>Koelerio-Corynephoretea/Festuco-Brometea</i>]										
<i>Cenchrus longispinus</i>	1	1	+	1	+	+	+	+	1	V
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Koelerio-Corynephoretea</i>										
<i>Koeleria glauca</i> (Spreng.) DC.		+		1			+			II
<i>Sedum acre L.</i>				+						I
<i>Pilosella officinarum</i>				1						I
<i>Bassia laniflora</i> (S.G. Gmel.) A.J. Scott				+		1				II
<i>Helichrysum arenarium</i>				2			+			II
<i>Silene borysthena</i>				1						I

(Gruner) Walters											
<i>Gypsophila paniculata</i> L.				1							I
<i>Seseli tortuosum</i> L.		+	+	2							II

Продовження таблиці 4.10

<i>Gypsophila paniculata</i> L.				1							I
<i>Seseli tortuosum</i> L.		+	+	2							II
<i>Festuca beckeri</i> (Hack.) Trautv.		+		2	1		+				III
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Her.		+		2							II
<i>Silene tatarica</i> (L.) Pers.		+		+			+				II
<i>Syntrichia ruralis</i>				2			+	2			II
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Festuco-Brometea</i>											
<i>Poa angustifolia</i>				2	2	1	2	1		+	IV
<i>Artemisia austriaca</i>				+							I
<i>Plantago lanceolata</i>				+							I
<i>Erophila verna</i> (L.) Besser				1							I
<i>Poa bulbosa</i>				2						+	I
<i>Crepis tectorum</i>										+	I
<i>Euphorbia seguieriana</i>				+	+						II
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Digitario sanguinalis-Eragrostietea minoris</i>											
<i>Portulaca oleracea</i>				+			+				II
<i>Setaria viridis</i>								+			I
<i>Diplotaxis tenuifolia</i>							+				I
<i>Eragrostis pilosa</i> (L.) Beauv.	1			2		2		+			III
<i>Tribulus terrestris</i> L.				+						+	I
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>											
<i>Achillea millefolium</i>				+				+			II
<i>Trifolium repens</i>		+									I
<i>Scorzoneroideis autumnalis</i> (L.) Moench		+	+	+							II
Інші											
<i>Ulmus minor</i>		+		+							II
<i>Juglans regia</i>				+							I
<i>Oenothera biennis</i> L.				+							I
<i>Taraxacum officinale</i>				+							I
<i>Atriplex tatarica</i>				2			+	+			II
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth		1									I
<i>Elymus repens</i>		2	+	2				2	1		IV
<i>Polygonum aviculare</i>	2			2	1	2				+	III
<i>Erigeron canadensis</i>	1			2							II

Примітка: також були зустрінуті *Crepis foetida* (+), *Tragopogon borysthenticus* (+), *Achillea micrantha* Willd. (1), *Hieracium umbellatum* (+), *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch. (1).

Угрупування представлено переважно рослинним покривом на ділянках, що зазнали впливу технологічної оливи (8 з 9 описів). Видовий склад угруповань налічує від 5 до 36 видів. Проективне покриття варіює у межах 7–100 %.

Діагностичний вид *Cenchrus longispinus* L. – домінант, який визначає фізіономію угруповання. З високим рівнем константності зустрічається діагностичний вид *Poa angustifolia* класу *Festuco-Brometea*.

Високою константністю характеризуються *Elymus repens*. В угрупованнях представлені також діагностичні види інших класів природної рослинності – *Digitario sanguinalis-Eragrostietea minoris* та *Molinio-Arrhenatheretea*. Таким чином, дериватне угруповання *Cenchrus longispinus* [*Koelerio-Corynephoretea/Festuco-Brometea*] є фітосоціологічною сумішшю рослин природних типів трав'янистої рослинності з домінуванням представників класу природної рослинності *Koelerio-Corynephoretea*.

Синтаксономичне різноманіття рослинності територій електричних підстанцій складається з 18 типів угруповань, види яких відносяться до 12 класів перехідної рослинності. Найбільш поширеним є клас *Festuco-Brometea* – природна степова рослинність на різних ґрунтах [136], яка є типовою для степових зональних угруповань в межах Дніпропетровської області. Також в угрупованнях представлені інші класи природної рослинності. Далі в порядку зменшення їх видового багатства – *Molinio-Arrhenatheretea*, *Koelerio-Corynephoretea*, *Festuco-Puccinellietea* [136], *Trifolio-Geranietea sanguinei* [2].

В межах електричних підстанцій антропоічний вплив проявляється в локальних розливах технологічної оливи, помірного покосу [120, 121]. На забруднених технологічною оливою ділянках спостерігається зниження біологічного різноманіття і проективного покриття рослинності. Рослинність відновлюється після впливу, що видно по видовому і синтаксономічному складу угруповань. Швидкість і характер заростання ділянок,

що зазнали впливу технологічної оливи, залежить від ступеня забруднення ґрунту, умов зростання рослин і конкурентоздатністю різних видів рослинності, представленої степовими, лучними, лісовими та бур'янами [16].

В синтаксиномічному аспекті рослинність можна виділити наступним чином: *Salicetea purpureae*, *Ordo Salicetalia purpureae*, *Union Salicion albae*, *Ass. Populetum albae*. Під час ручного сортування проб ґрунту було виявлено 29 видів ґрунтових тварин. Домінуюча група – личинки комах, що склали 63,7 % від загальної чисельності (19 видів). Домінуючий вид - *Serica brunnea* L. Дощові (*Lumbricidae*) склали 33,5 % від загальної чисельності. З рослин найбільшу чисельність *Populus alba* L. (41,5 %), *Ulmus laevis* Pall (40.7%) and *Crataegus fallacina* Klokov (4.4%). Були мертві дерева на території ділянки (13,3 %). Середня відстань зразків від найближчих стовбурів склала $2,0 \pm 0,094$ м [281].

Висновки по розділу 4.

1) Аналіз синтакосномічного різноманіття показує, що частина угруповань представлена піонерною стадією сукцесії – бур'янистою рослинністю. Далі в порядку зменшення за загальною кількістю класи рудеральної рослинності *Stellarietea mediae*, *Chenopodietea*, *Artemisietea vulgaris*, *Digitario sanguinalis-Eragrostietea minoris*, *Polygono-Poetea annuae*, *Robinietea*, *Agropyretea repentis*.

2) Бур'яниста стадія сукцесії віддзеркалює найбільш порушений стан екотопу. Рослинні угруповання бур'янистої стадії відрізняються одне від одного за видовим складом, ступеня зімкнутості покриву, неоднорідності горизонтальної структури (мозаїчності, плямистості). В середньому на 100 м² зустрічається 8–15 видів. З 18 рослинних угруповань, що описані, 9 знаходяться на бур'янистою стадії – дериватні угруповання з домінантними видами *Ambrosia artemisiifolia*, *Polygonum aviculare*, *Cenchrus longispinus*, *Atriplex tatarica*.

3) Основним напрямком трансформації екологічної структури біогеоценотичного покриття в умовах локальних розливів технологічної оливи є збільшення частини однорічних рудерантів. Закономірним є перехід супутніх на попередній фазі сукцесії видів у домінантний стан на наступній фазі або в субдомінантний, що простежується в угрупованнях, що описані. З угруповань, що досліджені, 6 знаходиться на стадії довгокорених та нецільнодернинних злаків. Угруповання з домінуючими видами *Elymus repens* та *Poa angustifolia* відносяться до пирійної стадії, що зазвичай представлена бур'янисто-пирійними, пирійними та м'ятликовими асоціаціями. Крім того, на цієї стадії сукцесії знаходяться угруповання з домінантними видами *Bromus squarrosus* и *Bromus tectorum*. Стадією дернинних злаків представлені 3 угруповання з домінуючими видами *Galium humifusum*, *Festuca valesiaca*.

З 18 типів рослинних угруповань, що являють собою фітосоціологічною сумішшю рослин природних і рудеральних типів рослинності, 10 угруповань – дериваті, 8 угруповань – базальні.

4) До R – моделі організації синантропних угруповань відносяться угруповання, де головним фактором формування є значні порушення. З описаних 18 угруповань це 9 угруповань: *Ambrosia artemisiifolia* [*Stellarietea mediae/Festuco-Brometea*], *Polygonum aviculare* [*Artemisietea vulgaris/Stellarietea mediae*], *Elymus repens* [*Festuco-Puccinellietea/Stellarietea mediae*], *Acer negundo* [*Artemisietea vulgaris/Festuco-Brometea*], *Atriplex tatarica* [*Artemisietea vulgaris/Festuco-Brometea*], *Elymus repens* [*Chenopodietea/Festuco-Brometea*], *Ambrosia artemisiifolia* [*Chenopodietea/Festuco-Brometea*], *Polygonum aviculare* [*Chenopodietea/Digitalio sanguinalis-Eragrostietea minoris*], *Ambrosia artemisiifolia* [*Festuco-Brometea/Stellarietea mediae*], *Cenchrus longispinus* [*Koelerio-Corynephoretea/Festuco-Brometea*]. Перелічені угруповання відносяться до ініціальної стадії відновлювальних сукцесій після порушень – локальних розливів технологічної оливи.

До R → CRS – моделі організації відносяться 9 рослинних угруповань на наступних стадіях відновлювальної сукцесії: *Galium humifusum* [*Festuco-Brometea/Artemisietea vulgaris*], *Elymus repens* [*Festuco-Brometea/Artemisietea vulgaris*], *Festuca valesiaca* [*Festuco-Brometea/Artemisietea vulgaris*], *Atriplex tatarica* [*Artemisietea vulgaris/Festuco-Brometea*], *Festuca valesiaca* [*Artemisietea vulgaris/Festuco-Brometea*], *Bromus tectorum* [*Festuco-Brometea/Artemisietea vulgaris*], *Bromus squarrosus* [*Chenopodietea/Artemisietea vulgaris*], *Atriplex tatarica* [*Chenopodietea/Festuco-Brometea*], *Poa angustifolia* [*Chenopodietea/Stellarietea mediae*].

5) Заростання ґрунтової ділянки є індикатором її успішного очищення і рекультивациі. Якщо заростання на забрудненої нафтопродуктами ділянки складає не менше 75 % у порівнянні з контрольною ділянкою, ре-

культивацийні роботи вважаються закінченими. З урахуванням цього критерію, наочно видно відновлення порушених ділянок.

б) Перспективним є аналіз впливу рослинності на ґрунтову макрофауну.

В розділі 4 використано матеріали з відповідними посиланнями на такі наукові джерела із списку літератури: [2, 16, 21, 100, 120, 136, 145, 236, 276, 281].

РОЗДІЛ 5

ЕКОМОРФІЧНИЙ АНАЛІЗ РОСЛИННОГО ПОКРИВУ

Ключовим принципом дослідження екологічних особливостей рослинного покриву є екоморфічний аналіз О.Л. Бельгарда (1950) [11]. Можливість його застосування для вирішення питань зоологічної діагностики ґрунтів була показана О.Л. Бельгардом та А.П. Травлєєвим [13].

Розподіл проективного покриття угруповань має значно асиметричний характер (рисунок 5.1).

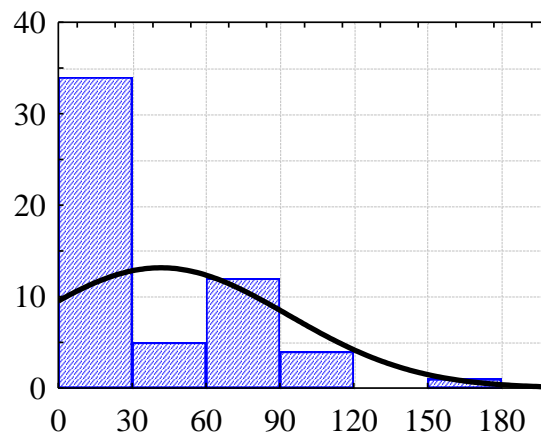


Рис. 5.1 Розподіл проективного покриття угруповань

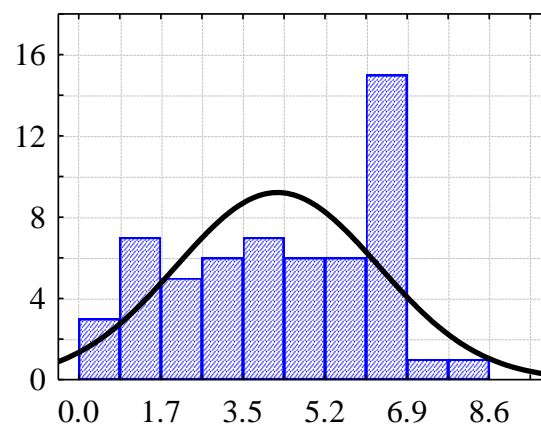


Рис. 5.2 Розподіл проективного покриття угруповань після логарифмування

Процедура логарифмування дозволила привести розподіл до більш наближеної до нормального закону форми (рис. 5.2). Розподіли логарифмованих значень для контрольних та забруднених ділянок вказують на суттєві

відмінності у щільності рослинного покриття за різних умов антропогенного навантаження (рис. 5.3).

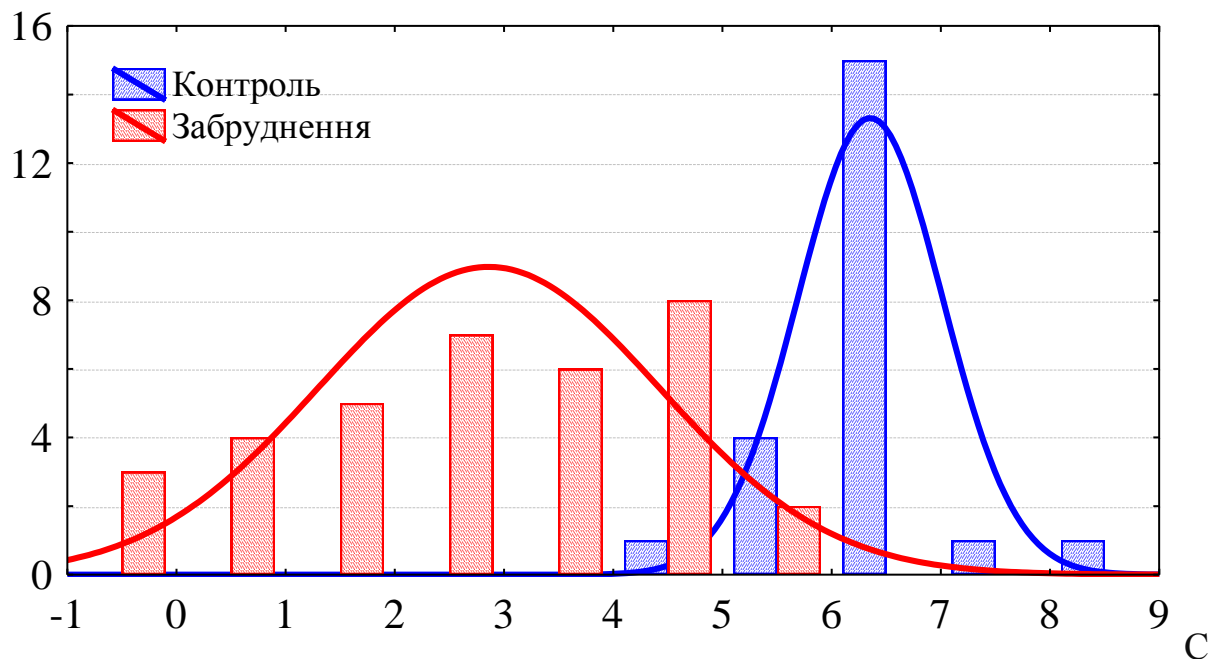


Рис. 5.3 Гістограми розподілу оцінок проективного покриття рослинності у межах територій електричних підстанцій

Умовні позначки: А – загальний розподіл, у %; В – загальний розподіл, у логарифмованому масштабі; С – розподіли у контролі та при забрудненні, у логарифмованому масштабі

Для пошуку статистичних оцінок проективного покриття рослинності первинні результати попередньо були логарифмовані, потім піддані статистичному аналізу, після чого статистичні оцінки піддали процедурі експоненціювання. Так як досліджений розподіл не є симетричним, то межі довірчого інтервалу також не є симетричними відносно оцінки середнього значення. В контрольних умовах середнє значення проективного покриття рослинності становить 79,68 %. За умов забруднення ґрунту технологічною олією проективне вкриття рослинності значно знижується до рівня 7,16 % (таблиця 5.1). Наслідки негативного впливу потрапляння олії у ґрунт на показники проективного покриття рослинності статистично вірогідні ($F = 98,2, p = 0,00$).

Таблиця 5.1

Проективне покриття рослинності у межах територій електричних підстанцій

Ділянки територій	Об'єм вибірки	Проективне покриття, %		
		Середнє	Довірчий інтервал	
			-95,00 %	+95,00 %
Контроль	22	79,68	65,07	97,56
Забруднення технічною олією	29	7,16	4,95	10,37
У цілому	51	18,15	12,26	26,87

Кількісні показники трансформації рослинного покриву у відповідь на забруднення ґрунту супроводжуються якісними перебудовами екологічної структури. У структурі клімаморф угруповання переважають гемікриптофіти та терофіти (таблиця 5.2).

Таблиця 5.2

Структура клімаморф та життєвих форм рослинного покриву територій електричних підстанцій

Клімам орфи	Життєві форми	Контроль		Забруднення	
		Проективне покриття, %	Частка у структурі, %	Проективне покриття, %	Частка у структурі, %
Ph	Дер	1,27	1,42	0,49	4,16
nPh	Кущ	0,82	0,92	–	–
НКг	Бр.	38,23	42,80	4,26	36,43
	Дв	2,50	2,80	0,06	0,49
	Од	0,77	0,87	0,03	0,24
T	Од	26,55	29,72	4,77	40,83
G	Бр.	19,00	21,27	2,09	17,85
Hel	Бр.	0,18	0,20	–	–
Всього		89,32	100,00	11,69	100,00

У забруднених ділянках в угрупованні рослин значно зменшується частка багаторічних гемікриптофітів (з 42,80 % до 36,43 %) та багаторічних геофітів (з 21,27 % до 17,85 %). Очевидно, що цей процес відбувається за рахунок компенсаторного збільшення частки терофітів однорічників (з 29,72 % до 40,83 %). Варіювання інших клімаморф та життєвих форм на фоні їх низької представленості в угрупованні мають підлеглий характер.

Екологічна структура угруповання представлена значним діапазоном ценоморф (таблиця 5.3). У контрольних ділянках домінують пратанти (46,62 %) та степанти (29,06 %). Також важливу роль в угрупованні відіграють рудеранти (12,98 %). В умовах забруднення ґрунту технологічною олією на фоні загального зниження проєктивного покриття пратанти залишаються домінуючою ценоморфою, але на друге місце виходять рудеранти (26,16 %), що залишають позаду себе степантів (19,32 %).

Таблиця 5.3

Структура ценоморф рослинного покриву територій електричних підстанцій

Цено- морфи	Контроль		Забруднення	
	Проєктивне по- криття, %	Частка у стру- ктурі, %	Проєктивне по- криття, %	Частка у стру- ктурі, %
Cul	1,32	1,48	–	–
Pal	0,64	0,71	0,14	1,22
Pr	41,64	46,62	4,17	35,70
Ps	5,32	5,95	0,80	6,85
Ptr	0,05	0,05	–	–
Ru	11,59	12,98	3,06	26,16
Sil	2,82	3,16	1,26	10,76
St	25,95	29,06	2,26	19,32
Всього	89,32	100,00	11,69	100,00

Гігроморфічний спектр угруповань рослин на територіях енергетичних підстанцій досить значний та охоплює рослин від ксерофітів до гігрофітів (таблиця 5.4).

Таблиця 5.4

Структура гігроморф рослинного покриву територій електричних підстанцій

Гігромо рфи	Контроль		Забруднення	
	Проективне по- криття, %	Частка у стру- ктурі, %	Проективне по- криття, %	Частка у стру- ктурі, %
Ks	6,18	6,92	0,74	6,36
MsKs	36,95	41,37	5,83	49,88
KsMs	38,59	43,21	3,57	30,56
Ms	6,00	6,72	0,83	7,09
HgMs	1,27	1,42	0,57	4,89
MsHg	0,14	0,15	0,14	1,22
Hg	0,18	0,20	–	–
Всього	89,32	100,00	11,69	100,00

У контрольних умовах домінуючими гігроморфами є ксеромезофіти (43,21 %) та мезоксерофіти (41,37 %). На підставі чого можна стверджувати, що гігротоп досліджених біогеоценозів відповідає свіжуватому типу. За умов забруднення ґрунту технологічною олією відбувається звуження гігроморфічного спектру – зникають гігрофіти та перевагу одержують мезоксерофіти. Це свідчить про аридизацію едафотопу та його відповідність сухуватому типу.

Трофоморфічна структура рослинних угруповань також характеризується значним екологічним діапазоном – від оліготрофів до алькалітрофів (табл. 5.5).

Домінуючою трофоморфою як в умовах контролю, так і в умовах забруднення, є мезотрофи, що вказує на середньо багаті ґрунти.

Таблиця 5.5

Структура трофоморф рослинного покриву територій електричних підстанцій

Трофоморфи	Контроль		Забруднення	
	Проективне покриття, %	Частка у структурі, %	Проективне покриття, %	Частка у структурі, %
OgTr	7,59	8,50	1,43	12,22
OgMsTr	10,09	11,30	2,17	18,58
MsTr	48,95	54,81	6,17	52,81
MgTr	21,86	24,48	1,91	16,38
AlkTr	0,82	0,92	–	–
Всього	89,32	100,00	11,69	100,00

При забрудненні з угруповання зникають алькалітрофи, а частка олігомезотрофів – збільшується (з 11,30 до 18,58 %). Таким чином, загальний трофічний статус едафотопу за умов забруднення не змінюється, але спостерігається тенденція до зменшення ефективної родючості ґрунту.

За умов контролю угруповання рослин ділянок електричних підстанцій представлене геліофітами та сціогеліофітами (таблиця 5.6).

Таблиця 5.6

Структура геліоморф рослинного покриву територій електричних підстанцій

Геліоморфи	Контроль		Забруднення	
	Проективне покриття, %	Частка у структурі, %	Проективне покриття, %	Частка у структурі, %
HeSc	–	–	0,43	3,67
ScHe	49,59	55,52	6,86	58,68
He	39,73	44,48	4,40	37,65
Всього	89,32	100,00	11,69	100,00

Забруднення ґрунту призводить до зменшення частки геліофітів (з 44,48 до 37,65 %), збільшення частки сціогеліофітів (з 55,52 до 58,68 %) та з'являються геліосціофіти. Таким чином, світовий режим едафотопу можна визнати як напівосвітлений. За умов забруднення він не змінюється, але спостерігається тенденція його трансформації у напрямку до напівтіньового.

Полленохори в угруповання представлені переважно анемофілами (запилення відбувається за допомогою вітру) та ентомофілами (за допомогою комах) (таблиця 5.7).

Таблиця 5.7

Полленохорична та діаспорохорична структури рослинного покриву територій електричних підстанцій

Екологічні групи	Контроль		Забруднення	
	Проективне покриття, %	Частка у структурі, %	Проективне покриття, %	Частка у структурі, %
Полленохори				
Ah	0,05	0,05	–	–
Anph	51,27	57,40	6,57	56,23
Ent	38,00	42,54	5,11	43,77
Всього	89,32	100,00	11,69	100,00
Діаспорохори				
Ach	1,14	1,27	0,29	2,44
Anch	10,50	11,76	1,43	12,22
Bal	68,41	76,59	7,57	64,79
Bar	2,14	2,39	0,49	4,16
Bar(Epiz)	1,32	1,48	0,29	2,44
Endz	1,23	1,37	–	–
Epz	0,68	0,76	0,40	3,42
Hdch	1,09	1,22	0,66	5,62
KrGch	0,23	0,25	0,03	0,24

Продовження таблиці 5.7

Екологічні групи	Контроль		Забруднення	
	Проективне покриття, %	Частка у структурі, %	Проективне покриття, %	Частка у структурі, %
Мурм	0,36	0,41	–	–
Рерв	1,09	1,22	0,06	0,49
Сyzz	1,14	1,27	0,49	4,16
Всього	89,32	100,00	11,69	100,00

Забруднення ґрунту на полленохоричну структуру угруповання не впливає. Адаптації рослин, що складають угруповання територій енергетичних підстанцій, до способів розселення діаспор, дуже різноманітні.

Серед типів діаспорохорії переважають балісти (76,59 %). За умов забруднення їх частка знижується (до 64,79 %). За рахунок цього збільшується частка автохорії (з 1,27 до 2,44 %), барохорії (з 2,39 до 4,16 %), епізоохорії (з 0,76 до 3,42 %) та гідрохорії (з 1,22 до 5,62 %).

Висновки по розділу 5.

1. Ділянки у межах електричних підстанцій надають притулок для рослинних угруповань, що характеризуються значним видовим, таксономічним та екологічним різноманіттям. Ці ділянки можуть розглядатися як осередки для збереження та поширення біологічного різноманіття в умовах антропогенно трансформованих ландшафтів степового Придніпров'я.

2. У межах територій електричних підстанцій існують джерела підвищеного антропогенного впливу у вигляді локальних розливів технологічної оливи. Забруднення ґрунту може призводити до значного зменшення проективного покриття рослинності.

3. Рослинність енергетичних підстанцій переважно представлена пратантами (46,62 %) та степантами (29,06 %). Основними трендами трансформації екологічної структури за умов забруднення ґрунту технологічною оливою є збільшення частки однорічних рудерантів, аридизація режиму вологості та збіднення ефективної родючості едафотопу.

В розділі 5 використано матеріали з відповідними посиланнями на такі наукові джерела із списку літератури: [11, 13].

РОЗДІЛ 6. ФІТОІНДИКАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ

6.1 Оцінка екологічних режимів територій електричних підстанцій

Оцінку екологічних режимів на територіях електричних підстанцій за допомогою фітоіндикації наведено у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1

Фітоіндикаційна оцінка екологічних режимів на територіях електричних підстанцій

Екологічні фактори	У цілому	Контроль	Забруднення	<i>F</i> -відношення	<i>p</i> -рівень
Hd	10,14±0,04	10,24±0,08	10,07±0,03	4,70	0,04
	9,42	9,42	9,72		
	10,77	10,77	10,47		
ffl	7,84±0,05	7,74±0,10	7,91±0,03	3,37	0,07
	6,59	6,59	7,66		
	8,54	8,54	8,23		
Rc	7,67±0,04	7,68±0,07	7,66±0,04	0,08	0,78
	6,83	6,83	7,02		
	8,25	8,12	8,25		
Sl	6,71±0,03	6,72±0,07	6,71±0,02	0,04	0,85
	6,18	6,18	6,45		
	7,24	7,24	6,98		
Ca	8,60±0,10	8,80±0,23	8,45±0,05	2,85	0,10
	7,03	7,03	7,93		
	10,16	10,16	9,00		
Nt	5,42±0,06	5,25±0,11	5,54±0,06	5,60	0,02
	3,74	3,74	5,14		
	6,53	6,02	6,53		
Ae	4,94±0,05	5,23±0,08	4,72±0,03	42,98	0,00
	4,45	4,45	4,48		
	6,05	6,05	5,14		
Tm	9,77±0,04	9,92±0,07	9,66±0,02	15,71	0,00
	9,24	9,24	9,36		
	10,51	10,51	9,85		
Om	11,41±0,03	11,61±0,05	11,27±0,02	43,24	0,00
	11,11	11,23	11,11		
	12,10	12,10	11,60		

Продовження таблиці 6.1

Екологічні фактори	У цілому	Контроль	Забруднення	<i>F</i> -відношення	<i>p</i> -рівень
Kn	9,91±0,05	9,77±0,11	10,02±0,03	6,39	0,01
	9,00	9,00	9,50		
	11,20	11,20	10,43		
Cr	8,72±0,03	8,75±0,07	8,69±0,03	0,94	0,34
	8,09	8,09	8,33		
	9,35	9,35	9,03		
Lc	9,03±0,01	8,99±0,02	9,06±0,01	8,55	0,01
	8,77	8,77	8,90		
	9,23	9,15	9,23		

За показником гігроморф досліджені едафотопи можна віднести до таких, що сприятливі для рослин екологічної групи субмезофітів. Ці види поширені в сухуватих лісо лучних екотопах з помірним промочуванням кореневмісного шару ґрунту опадами і талими водами (продуктивна волога ґрунту за період вегетації $W_{пр} = 12-20$ мм) [44]. В умовах забруднення ґрунту технологічною оливою відбувається статистично вірогідна тенденція до погіршення умов зволоження едафотопу ($F = 4,70$, $p = 0,04$). Для контрольних умов фітоіндикація вказує на 86,77 мм продуктивної вологи. Унаслідок забруднення цей показник знижується до 84,47 мм.

Умови змінності зволоження формують режим, який сприятливий для екологічної групи рослин гемігідроконтрастофілів. Шкала змінності зволоження індикує коефіцієнт змінності зволоження ω , який знаходиться у діапазоні 0 (мінімальний рівень змінності) до 0,5 (максимальний рівень змінності). Гемігідроконтрастофіли характерні для сухуватих лісолучних та лучно-степових екотопів з нерівномірним зволоженням кореневмісного шару ґрунту за помірного або незначного промочування його опадами та талими водами [44]. Для контрольних умов фітоіндикаційне оцінювання дозволяє встановити коефіцієнт змінності зволоження рівним 0,30, тоді як за умов забруднення ґрунту оливою цей показник дещо збільшується до 0,31.

Умови кислотного режиму ґрунту сприятливі для субацидофілів. Субацидофіли зростають на слабокислих ґрунтах. Фітоіндикаційне оцінювання вказує рівень кислотності ґрунту $pH = 6,62$ (діапазон мінливості – $6,32-6,82$). Цей рівень є дещо не типовим для місцеперебувань, де найчастіше на плакорних позиціях зустрічаються ґрунти з нейтральною реакцією pH . Відмінності за показником кислотного режиму в умовах забруднення ґрунту технологічною олією не спостерігається.

Умови сольового режиму сприятливі для мезотрофів. Мезотрофи зростають на небагатих по солі ґрунтах, у яких відсутні SO_4^{2-} , Cl^- та наявні HCO_3^- . Вміст солей у ґрунті за фітоіндикаційними даними на рівні $165,4$ мг/л. Забруднення не впливає на умови сольового режиму.

За вмістом карбонатних солей ґрунти електричних підстанцій можна віднести до таких, що сприятливі для акарбонатофілів. Акарбонатофіли зростають на нейтральних ектопах і витримують незначний вміст карбонатів в ґрунті [44]. Рівень вмісту CaO та MgO можна оцінити як $2,08$ %. Під впливом забруднення ґрунту вміст карбонатів демонструє чітко позначену, але статистично не вірогідну, тенденцію по зменшенню ($F = 2,85$, $p = 0,10$).

За вмістом засвоюваних форм азоту ґрунти сприятливі для гемінітрофілів. Гемінітрофіли зростають на середньозабезпечених мінеральним азотом ґрунтах [44]. Фітоіндикаційна оцінка вказує на вміст $0,19$ % засвоюваних форм азоту в ґрунтах електричних підстанцій. Вміст азоту в контрольних умовах статистично нижчий ($0,17$ %), ніж за умов забруднення ($0,19$ %) ($F = 5,60$, $p = 0,02$).

Режим аерації є сприятливим для субаерофілів. Займають значно аеровані ґрунти та ростуть за незначного або помірного промочування кореневмісного шару ґрунту [44]. Фітоіндикаційне оцінювання дозволяє встановити, що порозність аерації від загальної порозності в ґрунтах електричних підстанцій складає $77,1$ %. В контрольних умовах ступінь аерованості статистично нижчий ($72,9$ %), ніж за умов забруднення ($80,1$ %) ($F = 42,98$, $p = 0,00$).

Термоклімат екотопів можна визначити як неморальний. Терморезим характеризує кількість тепла, яку отримує певна територія поверхні за певний період – радіаційний баланс. На дослідженій території цей показник складає $2045,3 \text{ мДж} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{год}^{-1}$. Контрольні умови статистично вірогідно відрізняються від умов забруднення ($F = 15,71, p = 0,00$). В контролі радіаційний баланс можна оцінити рівним $2076,7 \text{ мДж} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{год}^{-1}$, а за умов забруднення – $2022,2 \text{ мДж} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{год}^{-1}$.

Шкала омброрезиму відбиває ступінь аридності-гумідності клімату, що визначається вологістю повітря і пов'язана з кількістю опадів, стоком, випаровуваністю, транспірацією, вологістю ґрунтів тощо [44, 86]. Омброрезим можна оцінити як такий, який сприяє субаридофітам. Різниця між кількістю атмосферних опадів та випаровуваністю за результатами фітоіндикації становить – 299,1 мм. Під впливом забруднення показники омброрезиму статистично вірогідно змінюються ($F = 43,24, p = 0,00$). В контрольних умовах показник омброрезиму складає – 259,9 мм, а за умов забруднення – 326,6 мм.

Шкала континентальності віддзеркалює варіювання таких кліматичних показників, як річна температура температур повітря, добова амплітуда температур, середньорічний дефіцит відносної вологості повітря. Режим континентальності може бути визначений як геміконтинентальний – 140,1 %. Слід відзначити, що рівень континентальності клімату в межах України варіює від 110 % (Карпатські гори) до 150 % (Східна Україна) [196]. Кліматичні умови за умов забруднення ґрунту технологічною олією стають більш контрастними (141,2 %), порівняно з контролем (131,0 %) ($F = 6,39, p = 0,01$).

Кріорезим відображає ступінь морозності клімату. Фітоіндикаційне оцінювання свідчить про те, що температура самого холодного місяця становить $-4,8^\circ\text{C}$. Цей показник статистично вірогідно не відрізняється в умовах забруднення від контрольних умов. Режим освітлення сприятливий для геліофітів – рослин відкритих місць, що знаходяться під відкритим сонячним

випромінюванням. Фітоіндикаційні оцінки режиму освітлення збільшуються в умовах забруднення ґрунту технологічною олією.

Геоботанічні описання (точки відбору проб) за фітоіндикаційними характеристиками піддано кластерному аналізу. Для визначення оптимальної кількості кластерів застосовано критерій Калінського-Харабаш (рис. 6.1, 6.2). Встановлено, що чотири кластера представляють собою оптимальне рішення.

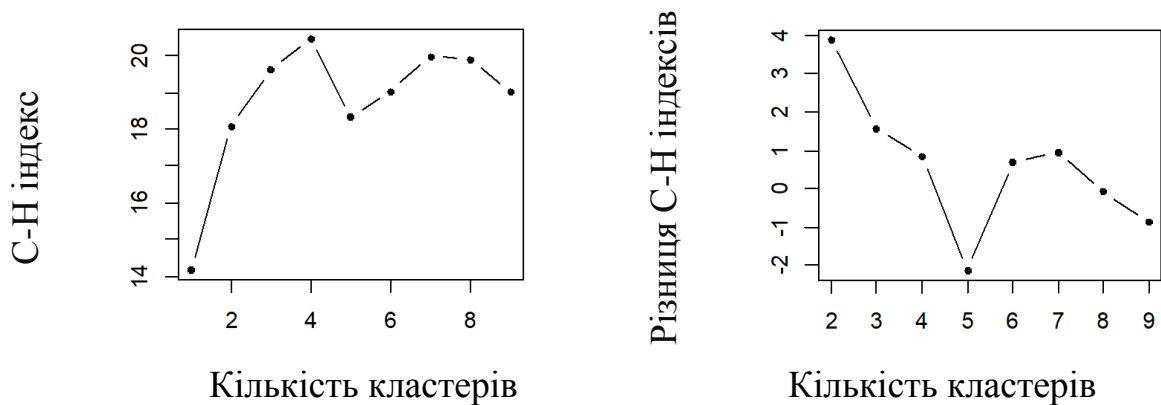


Рис. 6.1. Оцінка оптимальної кількості кластерів за критерієм Калінського-Харабаш

Для визначення характеру цих кластерів їх співставлено з вихідними категоріями контроль-забруднення засобами аналізу відповідностей (рис. 6.3). Аналіз відповідностей свідчить про те, що кластер 3 повністю відповідає забрудненим варіантам, а кластери 1, 2 та 4 – контрольним.

Таким чином, забруднені варіанти представляють собою екологічно гомогенну групу, тоді як контрольні варіанти представляють собою екологічну гетерогенну сукупність рослинних угруповань.

Дискримінантний аналіз дозволив виявити природу екологічних особливостей контрольних та забруднених варіантів.

Для диференціації чотирьох кластерів достатнім є три дискримінантних канонічних корнів (рис. 6.4).

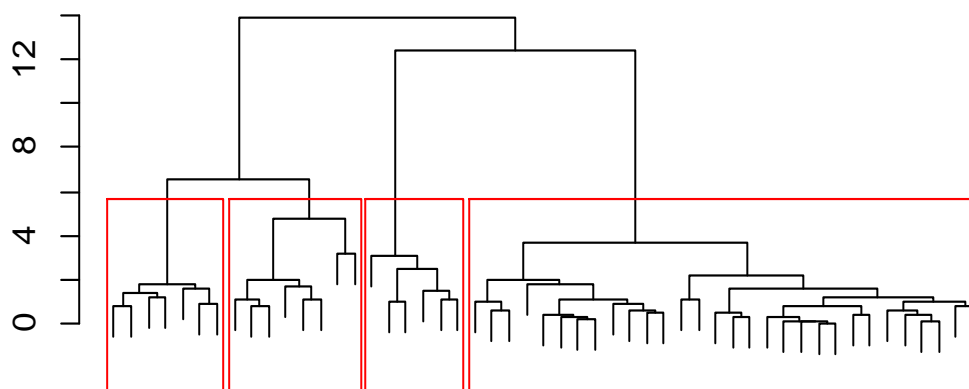


Рис. 6.2. Кластерний аналіз точок відбору проб за фітоіндикаційними шкалами.

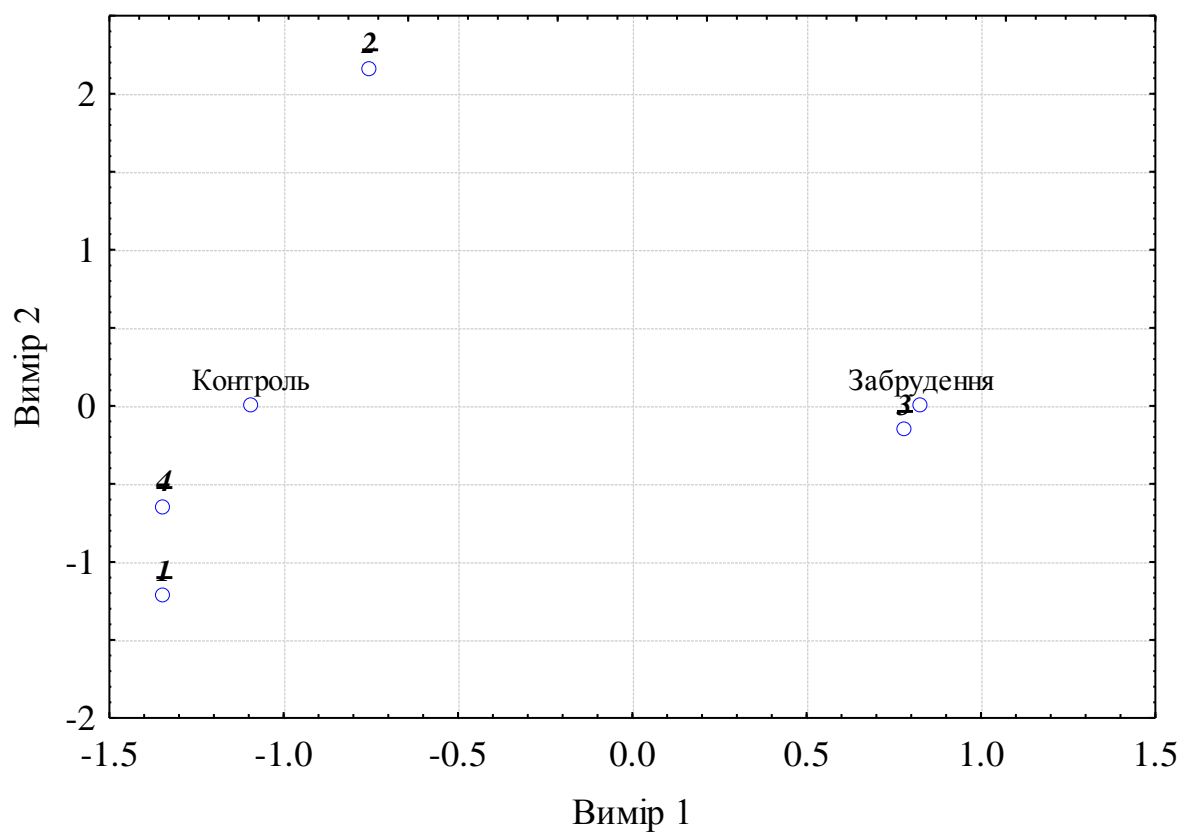
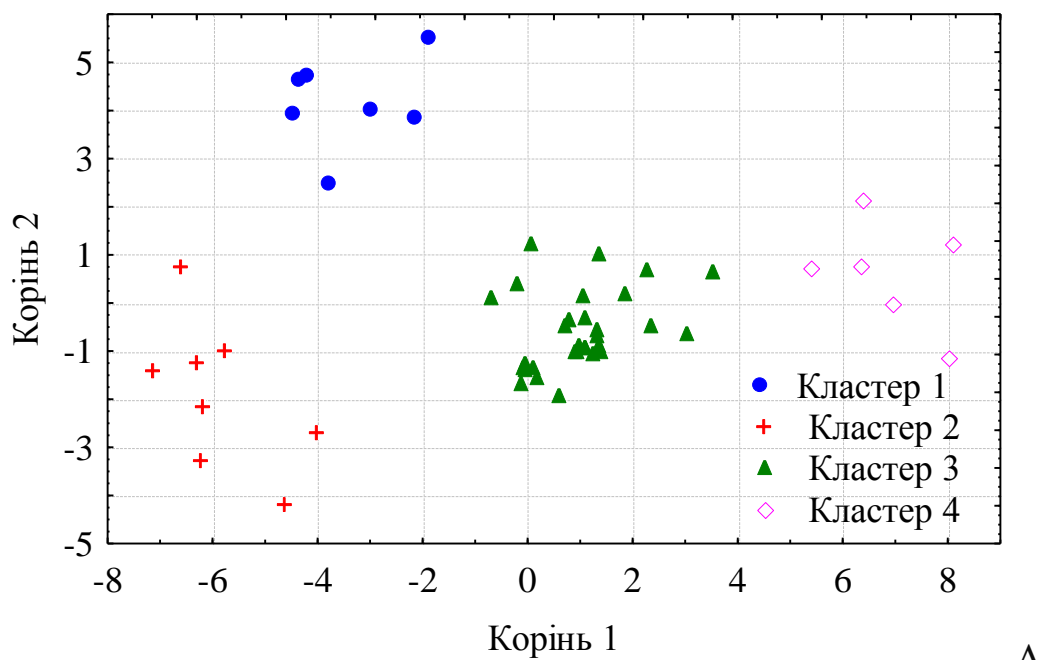
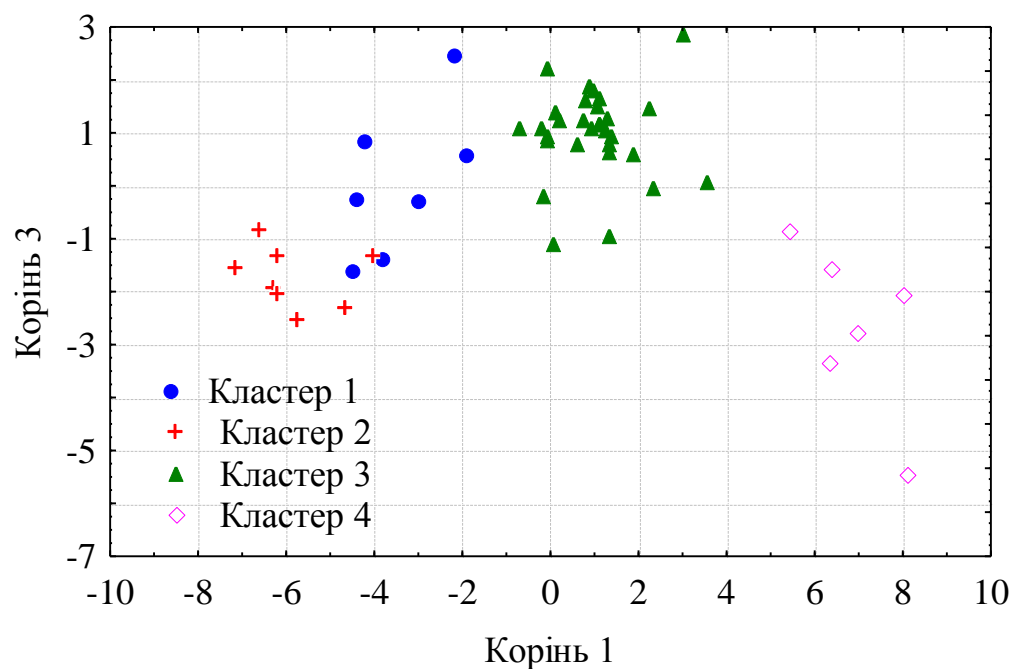


Рис. 6.3. Аналіз відповідностей встановлених кластерів 1–4 та контрольних і забруднених ділянок



А



Б

Рис. 6.4. Розміщення пробних площ у просторі дискримінантних коренів

У просторі канонічних корнів 1 та 2 кластер 3 займає центральну позицію, найбільш наближену до початку координат. Канонічні корні володіють здатністю до диференціації досліджених категорій за кількісними ознаками. Таким чином, у просторі канонічних корнів 1 та 2 забрудненні рослини угруповання є найбільш «типовими», тобто забруднення призводить до певної уніфікації угруповання. Контрольні варіанти під впливом забруд-

нення втрачають свою специфічність та перетворюються на деякий усереднений варіант. Контрольні варіанти найбільш розрізняються між собою за фітоіндикаційними шкалами, що статистично вірогідно корелюють з канонічними коренями 1 та 2 (таблиця 6.2). Корінь 1 є найбільш чутливим до варіабельності вмісту в ґрунті карбонатів, а корінь 2 – до термоклімату.

Таблиця 6.2

Кореляція між екологічними шкалами та канонічними коренями
(наведені статистично вірогідні коефіцієнти для $p < 0,05$)

Екологічна шкала	Корінь 1	Корінь 2	Корінь 3
Hd	–	0,29	–
ffl	–0,23	–	0,41
Rc	0,09	0,32	0,21
Sl	–	–0,41	–0,37
Ca	–0,43	0,50	–
Nt	–	–	0,26
Ae	–	0,32	–0,49
Tm	–	0,70	–
Om	–	–	–0,59
Kn	–0,14	–0,30	0,28
Cr	–0,13	0,38	0,22
Lc	–	–0,26	0,19

Найбільшою здатністю до диференціації забруднення володіє канонічний корінь 3, так як угруповання в умовах забруднення характеризуються найбільшими канонічними значеннями за цим коренем (рис. 6.4). Таким чином, найбільш суттєво забрудненні ділянки відрізняються підвищеним рівнем варіювання режиму вологості, більшою кислотністю ґрунту, вмістом доступних форм азоту, аерацією, меншою трофністю та деякими кліматичними особливостями.

Розподіл значень фітоіндикаційних шкал по кластерам також надає цікаву інформацію (рис. 6.5, 6.6).

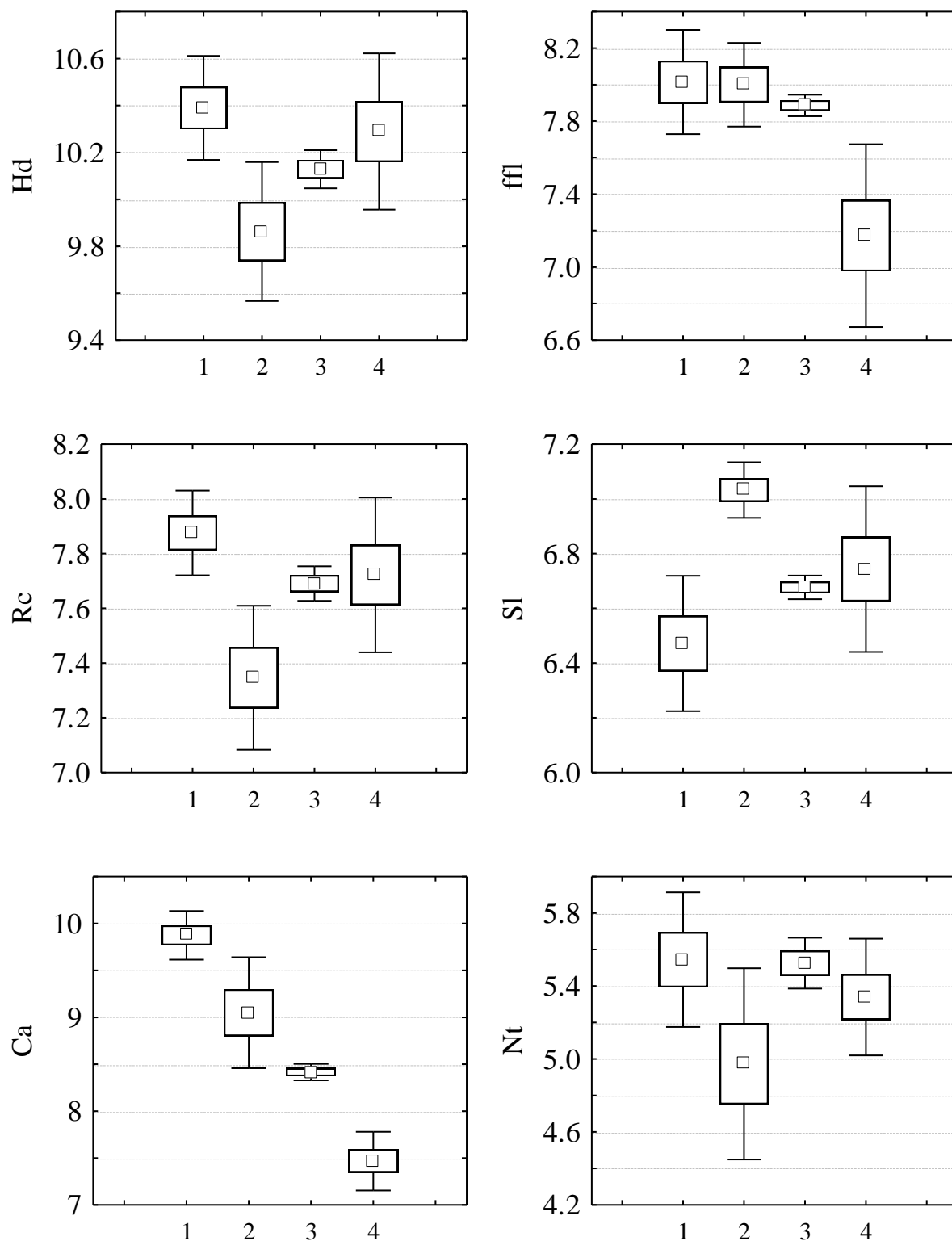


Рис. 6.5. Статистичні характеристики фітоіндикаційних шкал кластерів 1–3

Умовні позначки: \square – середнє; \square – середнє \pm ст. помилка; --- – середнє \pm 0,95 % -й довірчий інтервал

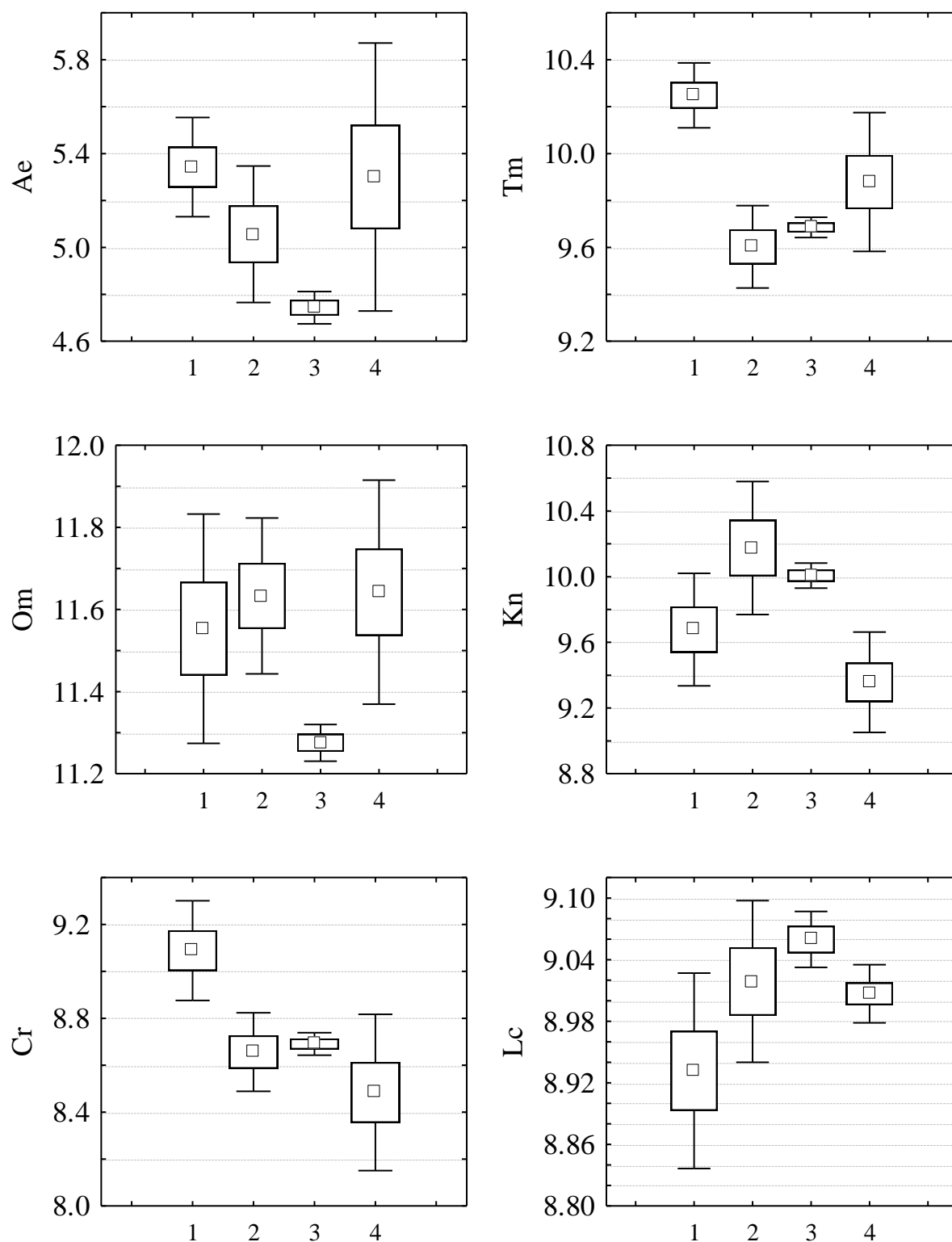


Рис. 6.6. Статистичні характеристики фітоіндикаційних шкал кластерів 1–3
Умовні позначки: див. рис. 6.5

Показано, що за значеннями значної кількості фітоіндикаційних шкал рослинні угруповання в умовах забруднення займають проміжне положення

і, таким чином, такі шкали не можуть виконувати диференціальну роль. Також важливою особливістю є те, що забрудненні ділянки характеризуються дуже низьким рівнем варіювання значень майже всіх фітоіндикаційних шкал.

Так як RLQ-аналіз максимізує коваріацію між властивостями видів та змінними навколишнього середовища з урахуванням матриці розподілу видів по місцеперебуваннях, важливо оцінити ступінь компромісу якості відображення первинних даних, який може бути досягнутий (таблиця 6.3).

Таблиця 6.3

Підсумок RLQ-аналізу ($\text{covar} = \text{sdR} \cdot \text{sdQ} \cdot \text{corr}$)

Осі	Власне число (eig)	Коваріація ($\text{covar} = \text{eig}^2$)	Варіація факторів середовища (sdR)	Варіація властивостей видів (sdQ)	Кореляція видів серед сайтів (corr)
1	2,64	1,63	2,26	1,90	0,38
2	0,55	0,74	1,43	1,45	0,36
3	0,17	0,42	0,98	1,71	0,25
4	0,11	0,34	1,02	1,56	0,21

Перші чотири осі, одержані при RLQ-аналізі пояснюють 98,6 % загальної інерції. Ось 1 віддзеркалює 82,7 % інерції, ось 2 – 9,3 %, ось 3 – 4,7 % та ось 4 – 2,0 %. Можна порівняти результати RLQ-аналізу з окремими аналізами, що незалежно максимізують структуру властивості видів (аналіз Хілла-Сміта властивостей видів), структуру факторів навколишнього середовища (аналіз Хілла-Сміта фітоіндикаційних оцінок значень екологічних шкал) та кореляцію (аналіз відповідностей таблиці види-сайти).

Рішення, яке одержане у результаті RLQ-аналізу слабо відрізняється від результатів аналіз Хілла-Сміта змінних факторів середовища, дещо відмінне від результатів аналізу Хілла-Сміта властивостей видів та значно відмінне від аналізу відповідностей матриці види-сайти (таблиця 6.4).

Таблиця 6.4

Порівняння результатів RLQ-аналізу з ординарними багатовимірними процедурами аналізу матриць даних

Осі	Статистики для матриць R, L та Q		
<i>Інерція та коінерція для факторів середовища (матриця R)</i>			
	Інерція	Максимальна інерція	Відношення
1	5,11	5,46	0,94
2	7,14	7,34	0,97
3	8,10	8,77	0,92
4	9,15	9,60	0,95
<i>Інерція та коінерція для властивостей видів (матриця Q)</i>			
	Інерція	Максимальна інерція	Відношення
1	3,60	6,20	0,58
2	5,71	10,25	0,56
3	8,62	13,56	0,64
4	11,06	16,74	0,66
<i>Кореляція видів серед сайтів (матриця L)</i>			
	Кореляція	Максимальна кореляція	Відношення
1	0,38	0,82	0,46
2	0,36	0,69	0,52
3	0,25	0,66	0,38
4	0,21	0,63	0,34

Множинний тест може бути застосований для оцінки глобальної вірогідності відношень властивості видів – фактори навколишнього середовища. Тест базується на загальній інерції (рис. 6.6). Тест показав статистично вірогідний характер взаємозв'язку властивості видів та факторів навколишнього середовища ($p = 0,01$).

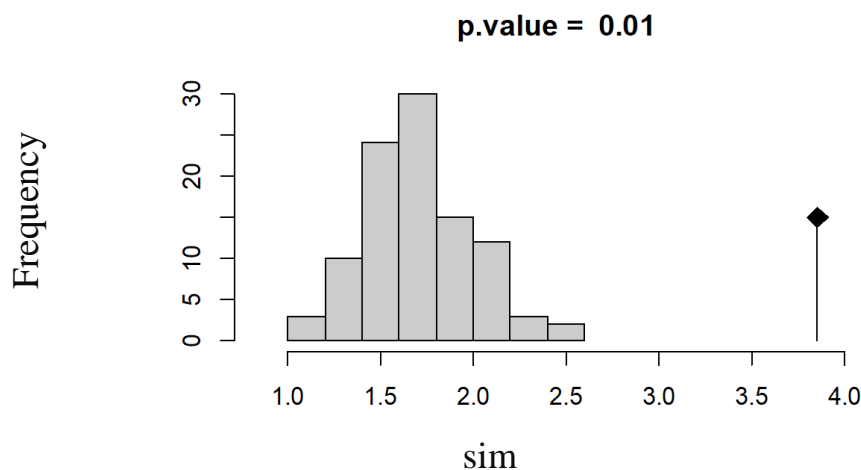


Рис. 6.6. Результати множинного тесту вірогідності відношень властивості видів – фактори навколишнього середовища.

Ромб – спостережуване значення загальної інерції, гістограма розподілу – значення інерції для 999 випадкових альтернатив.

Взважена кореляція RLQ-осей та факторів середовища представлена в таблиці 6.6.

Таблиця 6.6

Взважена кореляція RLQ-осей та факторів середовища

Фактори середовища	RLQ 1	RLQ 2	RLQ 3	RLQ 4
Контроль	-0,03	-0,02	0,37	-0,17
Забруднення олією	0,13	0,10	-1,84	0,86
Hd	-0,44	0,29	0,27	0,44
ffl	0,16	-0,86	-0,32	0,43
Rc	-0,73	0,34	0,30	-0,09
Sl	0,81	-0,20	-0,16	-0,04
Ca	-0,64	-0,39	-0,10	-0,40
Nt	-0,78	0,53	-0,07	-0,09
Ae	-0,60	0,46	0,28	-0,72
Tm	-0,91	0,31	0,40	-0,27
Om	-0,58	0,46	0,23	-0,50
Kn	0,55	-0,67	-0,42	-0,25
Cr	-0,82	-0,22	0,09	0,01
Lc	0,64	-0,11	-0,29	0,16

Статистично значимі асоціації факторів середовища (трикутники) та екологічних властивостей рослин (кола) для $p < 0,05$ представлено на рисунку 6.8.

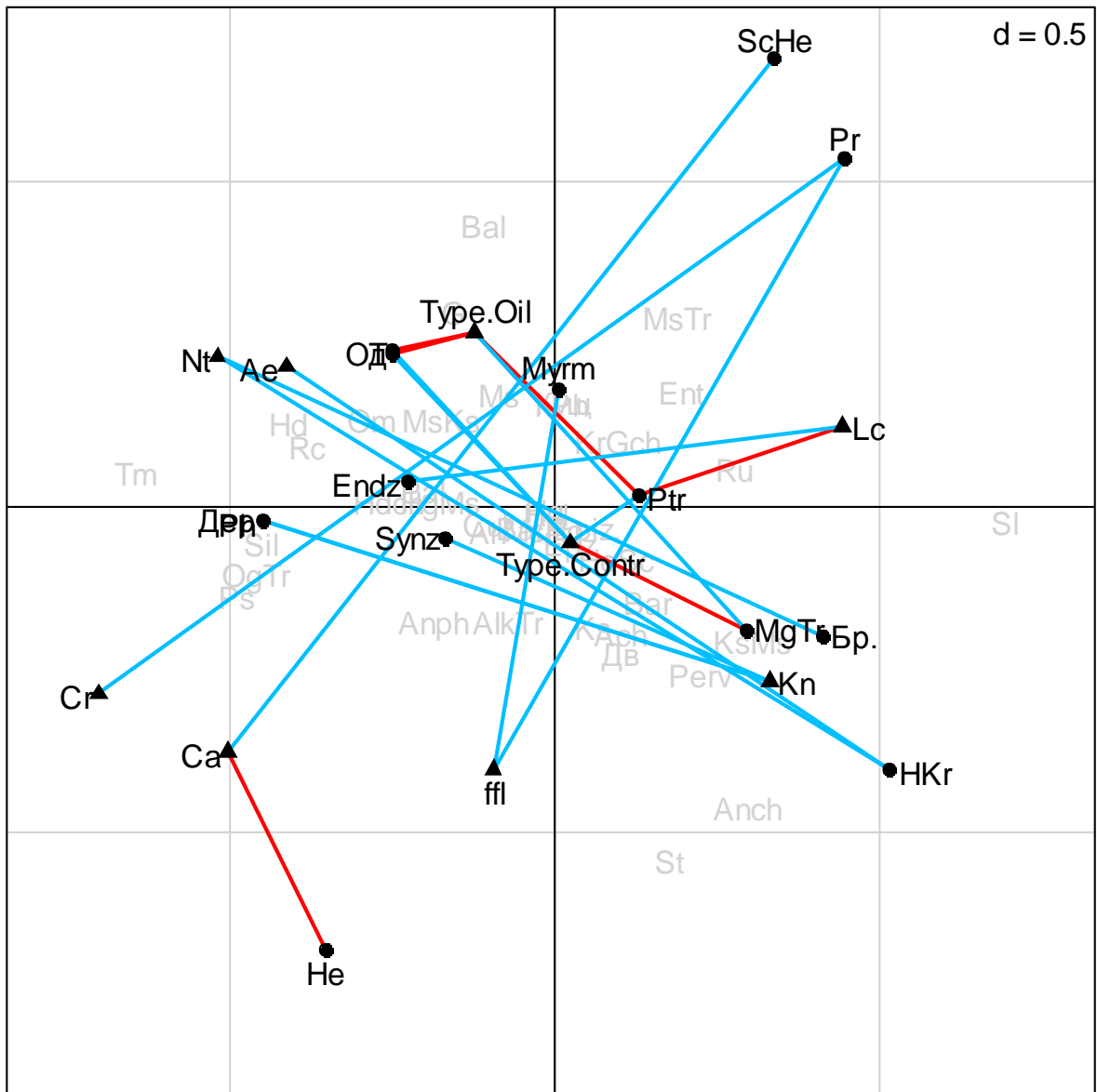


Рис. 6.8. Статистично значимі асоціації факторів середовища (трикутники) та екологічних властивостей рослин (кола) для $p < 0,05$

Кластерний аналіз угруповання дощових черв'яків на основі результатів RLQ-процедури (евклідова відстань, метод Варда) показано на рисунку 6.9. Представлене рішення для 7 кластерів.

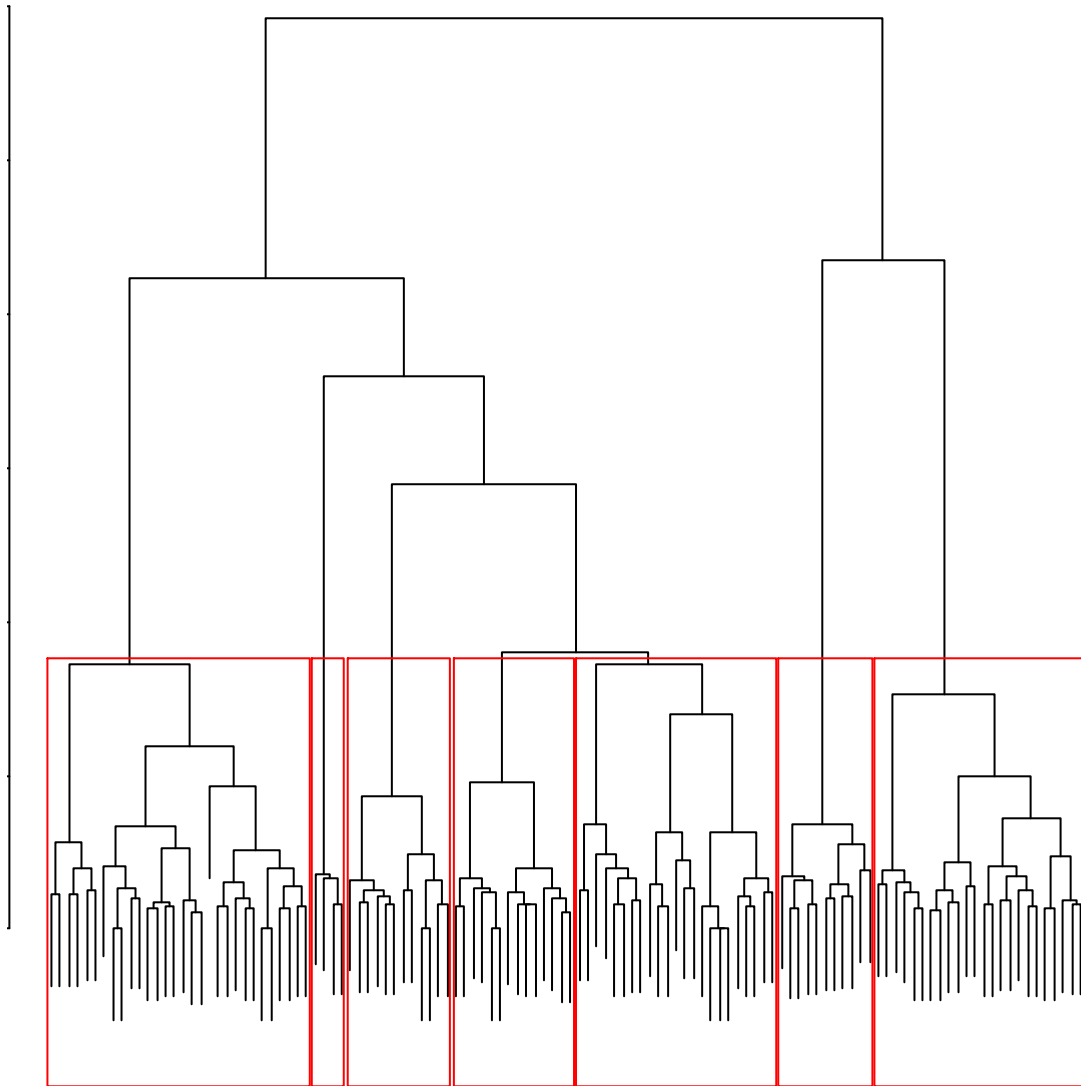


Рис. 6.9. Кластерний аналіз угруповання дощових черв'яків на основі результатів RLQ-процедури (евклідова відстань, метод Варда).

Розміщення видів рослин та їх функціональних груп у просторі RLQ-осей 1 та 2 представлено на рисунку 6.10. Розміщення видів рослин та їх функціональних груп у просторі RLQ-осей 3 та 4 – на рисунку 6.11.

За рівнем зволоження едафотопу ($H_d = 10,14 \pm 0,04$) дослідженні біотопи більшою мірою відповідають степовим угрупованням, що розташовані значно північніше – Михайлівська цілина (10,18) та Стрілецький степ (9,73) [91], ніж угрупованням степів Понтійської провінції (7,47–8,87) [92] та перелоги Донецької та Луганської областей (8,17) [140].

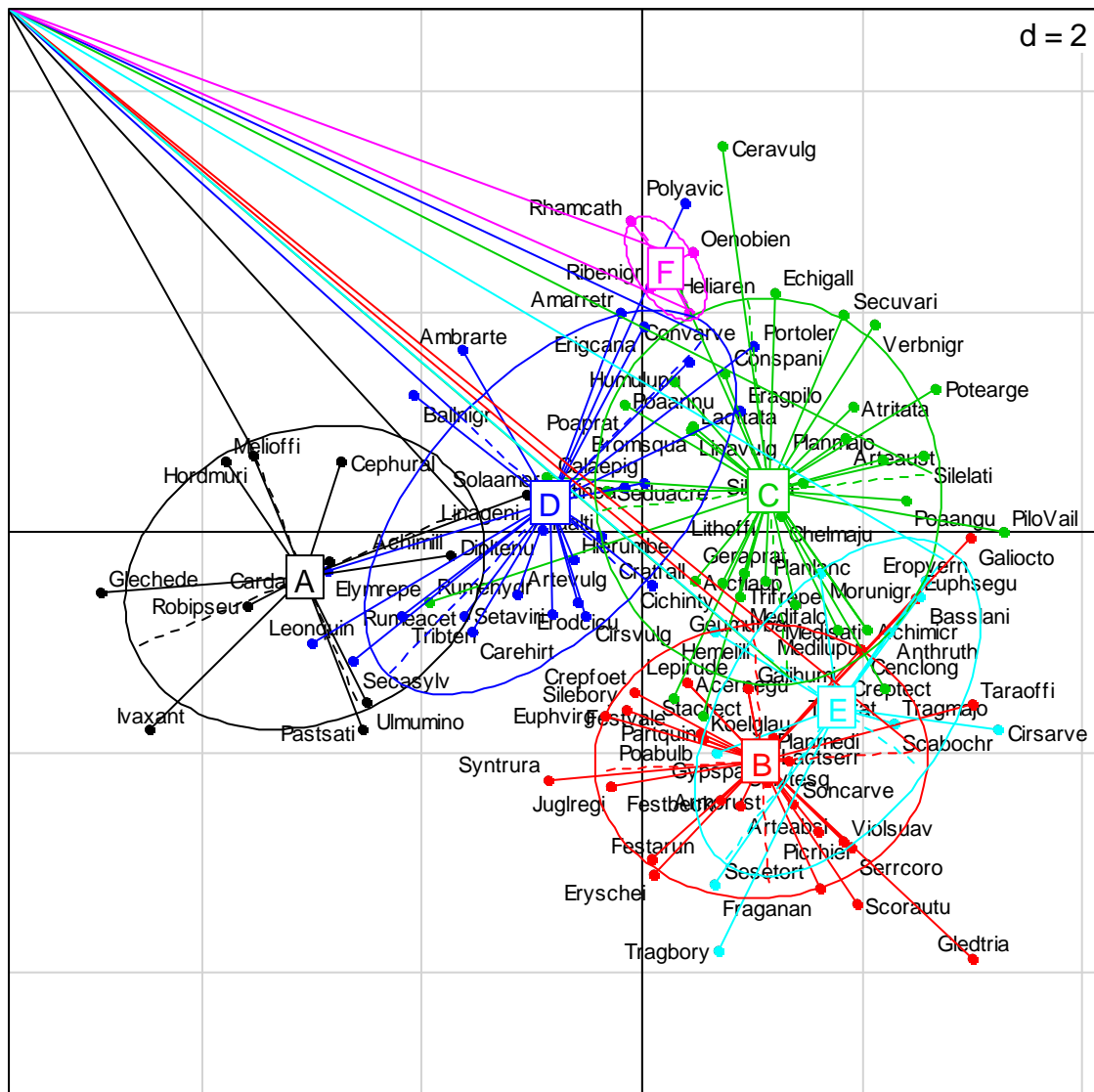


Рис. 6.10. Розміщення видів рослин та їх функціональних груп у просторі RLQ-осей 1 та 2

За рівнем змінності зволоження ($ff1 = 7,84 \pm 0,05$) дослідженні місцеперебування відповідають перелогам сходу України (7,58). За рівнем кислотності ґрунту електричні підстанції ($Rc = 7,67 \pm 0,04$) поступаються перелогам (8,77) та Михайлівській цілини та Стрілецькому степу (8,23 та 8,30 відповідно), та Понтійським степам (7,90–9,08) [91, 92, 140]. Порівняння за рівнем трофності свідчить про те, що за цією екологічною властивістю стації поблизу електричних підстанцій ($Sl = 6,71 \pm 0,03$) не поступаються перелогам сходу України (6,62) [140] та знаходяться у межах діапазону, характерному для Понтійських степів (6,60–7,04) [91, 92, 140].

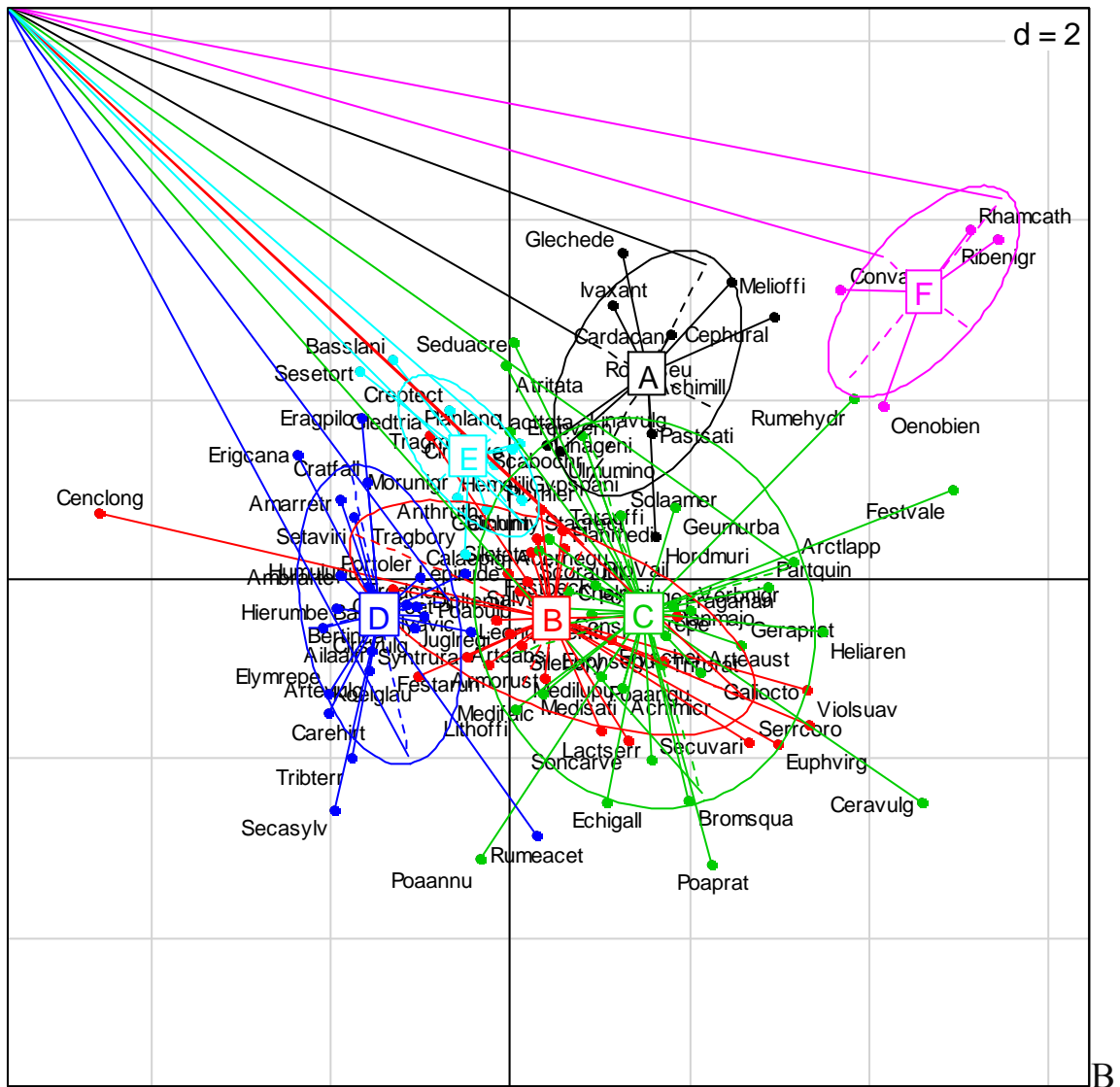


Рис. 6.11. Розміщення видів рослин та їх функціональних груп у просторі RLQ-осей 3 та 4

За вмістом карбонатів у ґрунті електричні підстанції ($Ca = 8,60 \pm 0,10$) переважають Михайлівську цілину (7,62) та Стрілецький степ (8,05), значно поступаються перелогам сходу України (9,46) [140], та відповідають Понтійським степам (8,44–9,18) [92].

За забезпеченням доступними формами азоту ($Nt = 5,42 \pm 0,06$) ґрунти енергетичні підстанцій відповідають перелогам (5,46), поступаються Михайлівській цілині (6,25) та Стрілецькому степу (5,40) та переважають Понтійськи степи (4,68–5,16) [91, 92, 140].

За показником аерації едафотопу ($A_e = 4,94 \pm 0,05$) у межах енергетичних підстанцій формуються рослині угруповання більш вимогливі до режиму забезпечення повітря, ніж рослинність перелогів (5,48) [140].

Термоклімат, за умов якого розвивається рослинність енергетичних підстанцій ($T_m = 9,77 \pm 0,04$) переважає умови усіх інших порівнюваних еко-топів [91, 92, 140].

Фітоіндикаційна оцінка омброклімату енергетичних підстанцій ($O_m = 11,41 \pm 0,03$) відповідає цьому екологічному режиму перелогів (11,59) та значно переважає цей показник Понтійських степів (6,18–7,47) [92, 140].

За континентальністю клімату рослинність енергетичних підстанцій ($K_n = 9,91 \pm 0,05$) у цілому відповідає Понтійським степам та перелогам сходу України [92, 140].

Кріоклімат, який індикується рослинністю енергетичних підстанцій ($C_r = 8,72 \pm 0,03$), відповідає кріоклімату перелогів (8,73) та дещо більш м'який, ніж кріоклімат Понтійських степів (7,58–8,17) [92, 140].

Режим освітлення рослинності енергетичних підстанцій ($L_c = 9,03 \pm 0,01$) переважає освітленість перелогів східної України (8,83) [140].

В результаті RDA – аналізу (надлишковості) даних рослинного угруповання дослідної ділянки на території Дніпровсько-Орільського заповідника було вилучено 6 основних компонентів [281]. Ці основні компоненти пояснили 57 % мінливості рослинних угруповань. Отримані основні компоненти використано у якості маркерів впливу видів рослин. Вплив шару рослинності схожий на вплив якостей ґрунту у зв'язку з їх тісною залежністю [281].

Вплив видів рослинності дозволяє пояснити 18,7 % змін ґрунтового угруповання. Вплив шару рослинності на ґрунтових тварин просторово структурований. Чистий рослинний компонент віддзеркалює залежність ґрунтових тварин від просторового розподілу кальцію. Деревя впливають на види трав'яної рослинності. Взаємодія дерев, рослинності і ґрунтових тварин мають велике значення у формуванні ґрунтів [281].

Висновки по розділу 6.

1) На фоні природних градієнтів, яким підкоряється екологічна обстановка у відповідній частині степової зони, де знаходяться енергетичні підстанції, їх рослинний покрив віддзеркалює певні особливі риси. Передусім, це термоклімат, оцінки якого неможливо пояснити відповідними градієнтами. Ця особливість термоклімату супроводжується підвищеним світловим режимом, який відповідає розрідженому рослинному покриву піщаного степу на арені р. Дніпро та більш екстремальний режим аерації, який відповідає луговим угрупованням зі значно більшим рівнем зволоження. Ці особливості можна віднести на рахунок забруднення ґрунту технологічною оливою. Олива призводить до злипання агрегатів у більш великі, що призводить до більшої аерації міжагрегатного простору. Щільність рослинного покриву зменшується, він зріджується, а режим освітлення – збільшується.

2) Екологічні умови у межах досліджених пробних ділянок, не є однорідними. Кластерний аналіз дозволив виділити чотири гомогенних групи пробних ділянок, з яких три відповідають меншим рівням забруднення або незабрудненим мікросайтам у межах територій енергетичних підстанцій, а одна – сильно забрудненим мікросайтам. Таким чином, забруднення призводить до уніфікації екологічної структури угруповання. Спостерігається під впливом забруднення перехід у визначений кінцевий стан, який певною мірою не залежить від початкових станів.

3) Під техногенним впливом відбувається уніфікація умов середовища, та, як наслідок, уніфікація флористичного складу рослинності за умов техногенного стресу. В результаті дослідження встановлена уніфікація екологічної структури рослинності під впливом забруднення ґрунту технологічною олією.

4) Структура пологую рослинності призводить до вертикальної стратифікації угруповань ґрунтових тварин. Вплив шару рослинності на ґрунтових тварин просторово структурований. Чистий рослинний компонент

віддзеркалює залежність ґрунтових тварин від просторового розподілу кальцію.

В розділі 6 використано матеріали з відповідними посиланнями на такі наукові джерела із списку літератури: [44, 86, 91, 92, 140, 196].

РОЗДІЛ 7.

РОЛЬ ГЕОМОРФІЧНИХ ПРЕДИКТОРІВ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПО- СТОРОВОГО ВАРІЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ, ОЦІНЕНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ ФІТОІНДИКАЦІЇ

Рельєф являє собою сукупність різних за своєю морфологією, генезисом та віком форм і елементів земної поверхні, а також є відбиттям їх просторових відносин. Аналіз рельєфу є засобом пізнання ландшафту, ґрунтуючись на цифровій моделі рельєфу (ЦМР або в англійській транскрипції DEM – *Digital Elevation Model*). Просторовий розподіл топографічних атрибутів може бути використаний для непрямого виміру просторової мінливості гідрологічних, геоморфологічних і біологічних процесів [235]. Важливими параметрами рельєфу є форми рельєфу (*landforms*), або одиниці рельєфу, кожна з яких несе інформацію про фізичні, хімічні і біологічні процеси і параметри [193].

Топографічні індекси по різному впливають на продуктивність екосистем, що визначається ґрунтовими та кліматичними умовами [223]. Позиція у межах ландшафту (вигнена або увігнена ділянки, схил або тальвег) є суттєвим фактором, який впливає на урожайність пшениці [191]. Кривізна поверхні рельєфу є ефективним параметром для описання взаємовідносин між урожайністю, топографією та погодними умовами [272]. Відносна висота рельєфу є одним з найважливіших ґрунтових та ландшафтних факторів, що впливають як на продуктивність агроекосистем [192, 232]. Середня урожайність та середня вологість зерна значно залежать від довжини стоку поверхні поля в умовах ірігації [230]. Довжина схилу до водорозділу є найкращим топографічним індикатором урожайності пшениці у широкому діапазоні масштабів [279]. Топографічний індекс вологості дозволив пояснити від 38 до 48 % просторової варіації урожайності пшениці у східному Колорадо (США) в 1997 р. [205].

Вплив топографічних індексів на продуктивність екосистем залежить від погодних умов, особливо від опадів. У семіаридних та аридних регіонах, де потенціал випаровування значно більший ніж кількість опадів, вміст води у ґрунті є лімітуючим фактором для продукції зерна [190]. Вплив опадів (снігопадів або дощів) на урожайність може бути підсилений унаслідок взаємодії з рельєфними особливостями та ґрунтовими властивостями [218, 272]. Слід відзначити, що відомості у літературі про характер взаємовідносин між погодними умовами, топографією та продуктивністю є вкрай суперечливими [223]. Було встановлено, що топографічні особливості менше впливають на урожай у сухі роки, ніж у вологі [208]. У іншому дослідженні навпаки, було встановлено, що вплив топографії більш відчутливий у вологі роки, ніж у сухі [264]. Ці суперечливості можна пояснити відмінностями ґрунтових та кліматичних умов, у яких були виконані експерименти [190]. Показана роль геоморфологічних екогеографічних змінних, що одержані за допомогою цифрової моделі рельєфу, створеної на основі даних дистанційного зондування Землі, як маркерів екологічної ніши бур'янів на прикладі ваточника сирійського (*Asclepias syriaca L.*) [224]. За допомогою застосування ENFA-аналізу оцінена роль рельєфу як фактора, що визначає просторове розміщення лебедя-шипуну (*Cygnus olor* (Gmelin, 1803)) на зимівлі в умовах затоки Сиваш [280]. Встановлена регресійна залежність електричної провідності ґрунту від висоти рельєфу та її похідних, вегетаційних індексів Landsat, рельєфного різноманіття та різноманіття рослинного покриву [282].

Фітоіндикаційні шкали Дідуха індикують конкретні екологічні фактори, що представлені у вимірюваних одиницях. Наприклад, показник гігроморф дозволяє індикувати продуктивну вологу ґрунту за період вегетації, показник змінності зволоження індикує коефіцієнт нерівномірності зволоження, кислотний режим індикує рН [196]. Розроблені підходи для застосування катенарного методу вивчення різноманіття тваринного населення ґрунтів аренного ландшафту долини р. Дніпро за допомогою

фітоіндикаційного оцінювання основних трендів мінливості екологічних умов [282].

Для оцінки просторової мінливості екологічних режимів необхідним є можливість збору значних об'ємів даних. Для вирішення цієї задачі фітоіндикаційне оцінювання є досить ефективним. Для інтерполяції просторових даних найбільш часто застосовують кригінг [234], але цей підхід потребує виконання умови стаціонарності досліджуваного процесу. Як правило, виконання такої вимоги можна досягти на просторовому рівні окремого біогеоценозу або ландшафту [185].

Важливо встановити зв'язок між фітоіндикаційними оцінками екологічних режимів та геоморфологічними предикторами та застосувати цей зв'язок для побудови просторових моделей варіювання екологічних режимів у межах Дніпропетровської області.

За фітоіндикаційним оцінюванням рівень вологості едафотопу варіює у межах від 8.77 до 20.48 (таблиця 7.1). Аналіз гістограми розподілу екологічних факторів вказує на гетерогенність вибірки (рис. 7.1).

Таблиця 7.1

Описові статистики варіювання фітоіндикаційних оцінок екологічних факторів

Фітоіндикаційна шкала	Середнє± ст.помилка	Мінімум	Максимум	Асиметрія± ст.помилка	Експес± ст.помилка	CV, %
Hd	14.18±0.19	8.77	20.48	0.34±0.18	-0.49±0.36	17.83
fH	7.53±0.08	5.24	10.18	0.31±0.18	-0.41±0.36	13.60
Rc	7.80±0.09	5.31	10.98	-0.08±0.18	-0.28±0.36	14.58
Sl	9.13±0.16	4.02	14.73	-0.04±0.18	-0.32±0.36	23.25
Ca	8.83±0.12	4.84	12.32	-0.15±0.18	-0.30±0.36	17.95
Nt	7.68±0.16	2.60	12.65	-0.26±0.18	-0.55±0.36	28.38
Ae	7.60±0.04	6.28	9.10	0.11±0.18	-0.42±0.36	7.29
Tm	10.08±0.08	7.49	12.91	0.10±0.18	-0.20±0.36	10.06
Om	11.95±0.07	9.86	14.17	-0.02±0.18	-0.54±0.36	8.22
Kn	9.59±0.12	5.58	13.45	-0.04±0.18	-0.42±0.36	17.22
Cr	8.00±0.08	5.00	10.79	-0.31±0.18	0.04±0.36	13.79
Lc	7.03±0.15	1.89	9.00	-0.64±0.18	-0.68±0.36	28.65

Умовні позначки: Hd – режим вологості едафотопу, fH – режим змінності вологості, Rc – режим кислотності, Sl – режим трофності, Ca – вміст карбонатів у ґрунті, Nt – поживні форми азоту; Ae – режим аерації, Tm – термоклімат, Om – омброклімат, Kn – континентальність, Cr – кріоклімат, Lc – режим освітлення

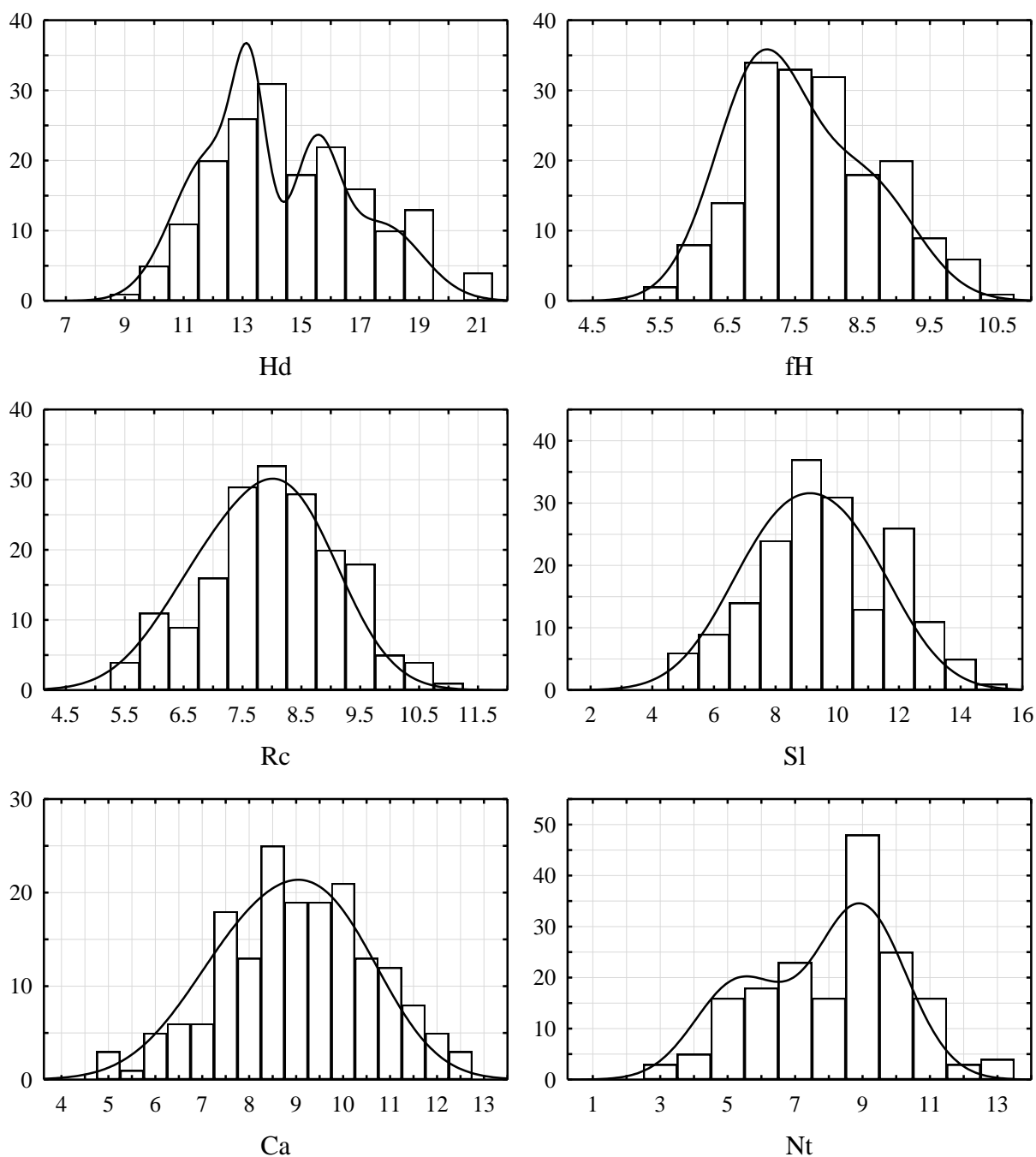


Рис. 7.1 Статистичні розподіли фітоіндикаційних оцінок екологічних факторів

Умовні позначки: Hd – режим вологості едафотопу, fH – режим змінності вологості, Rc – режим кислотності, Sl – режим трофності, Ca – вміст карбонатів у ґрунті, Nt – засвоювані форми азоту

Це відповідає умовам, що сприятливі від субксерофітів до субгідрофітів за Didukh [196]. Найбільш типовими умовами є такі, що сприятливі для гідромезофітів. Цей висновок також підтверджується значеннями асиметрії (позитивне значення вказує на зсув розподілу вліво) та ексцесу (від'ємне значення вказує на бімодальний розподіл). Відповідно, переважними режимами

є такі, що сприятливі для гідромезофітів, гігрофітів та субгідрофітів. Режим контрастності умов зволоження знаходиться у діапазоні від гемігідроконтрастофобів до гідроконтрастофілів. Найбільш типовими умовами є такі, що сприятливі для гемігідроконтрастофілів. Аналіз гістограми розподілу екологічних факторів вказує на гетерогенність вибірки. Цей висновок також підтверджується значеннями асиметрії (позитивне значення вказує на зсув розподілу вліво) та ексцесу (від'ємне значення вказує на бімодальний розподіл). Відповідно, переважними режимами є такі, що сприятливі для гемігідроконтрастофобів та гідроконтрастофілів. Статистичний розподіл фітоіндикаційних оцінок кислотності наближений до нормального. Найбільш типовими є умови, що сприятливі для субацидофілів, хоч умови кислотності варіюють від сприятливих для ацидофілів до суббазофілів.

Оцінки режиму трофності розподілені симетрично. Найбільш типовими є умови, що сприятливі для евтрофів. Режим трофності варіює від семіоліготрофних до глікотрофних умов. Вміст карбонатів у ґрунті створює найбільш сприятливі умови для гемікарбонатофілів. В аспекті фітоіндикаційних оцінок засвоюваних форм азоту досліджена вибірка є гетерогенною і представляє собою суміш нормальних розподілів. Найбільш типовими є режими, що сприятливі для гемінітрофілів та еунітрофілів.

Режим ґрунтового повітря створює сприятливі умови для геміаерофобів. Загалом, умови аерації ґрунтового середовища варіюють від субаерофільних до субаерофобних (рис. 7.2).

Рослинні угруповання індикують терморезим, що відповідає енергетичному балансу $2110.1 \text{ мДж} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{рік}^{-1}$. Ця оцінка варіює у межах від 1567.9 до $2706.6 \text{ мДж} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{рік}^{-1}$. Розподіл фітоіндикаційної оцінки терморезиму є симетричним та наближеним до нормального закону розподілу.

Омброклімат кількісно характеризується співвідношенням між кількістю опадів та випарюванням. За фітоіндикаційними оцінками можна встановити, що цей показник становить -193.2 мм , що відповідає субаридофітним умовам.

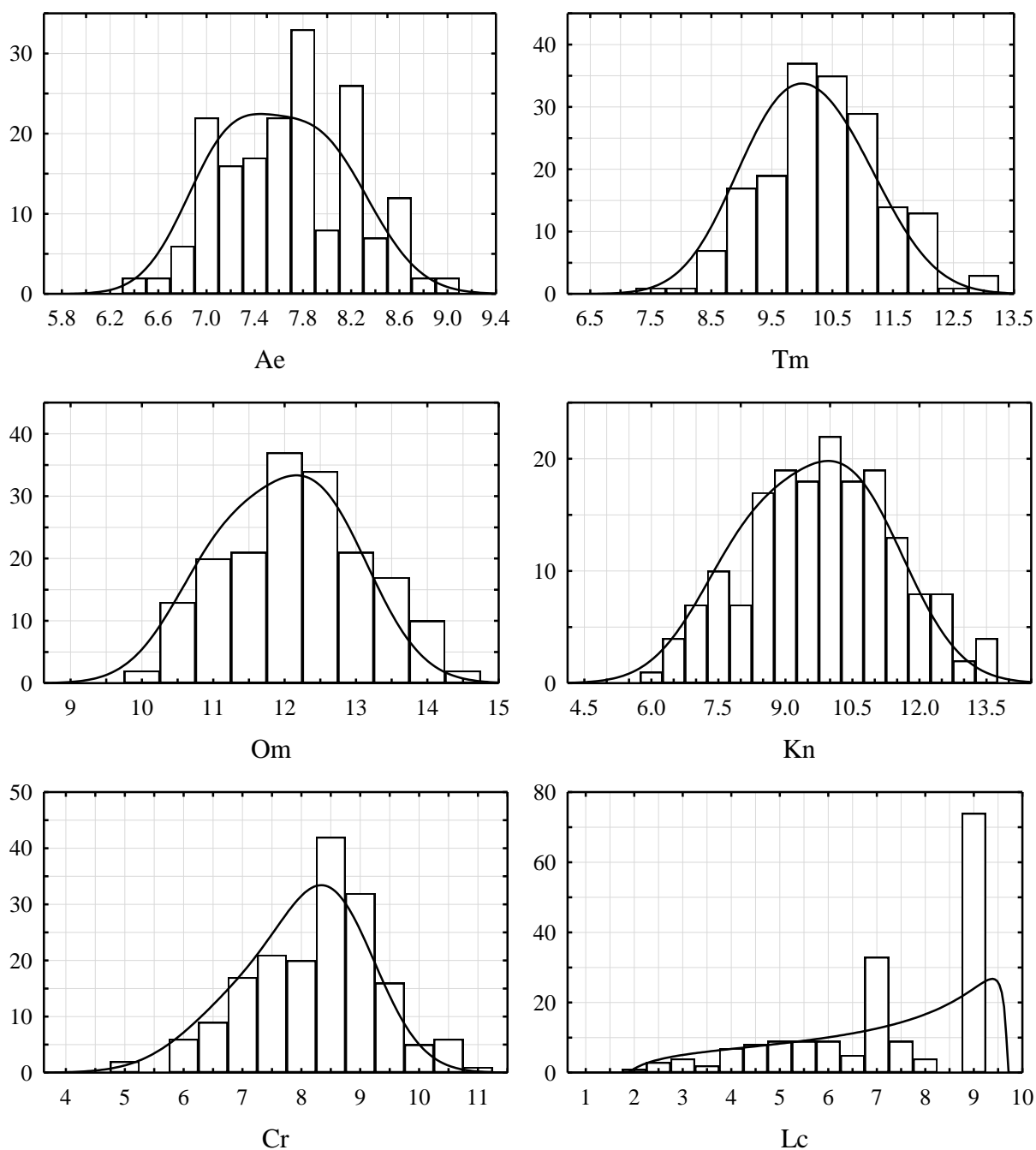


Рис. 7.2. Статистичні розподіли фітоіндикаційних оцінок екологічних факторів

Умовні позначки: Ae – режим аерації, Tm – термоклімат, Om – омброклімат, Kn – континентальність, Cr – кріоклімат, Lc – режим освітлення

Оцінка омброклімату варіює в межах від -603.1 (мезоаридофітні умови) до $+242.3$ мм (субомброфітні умови).

Просторове варіювання фітоіндикаційних оцінок екологічних режимів у межах Дніпропетровської області показано на рисунках 7.3, 7.4, 7.5.

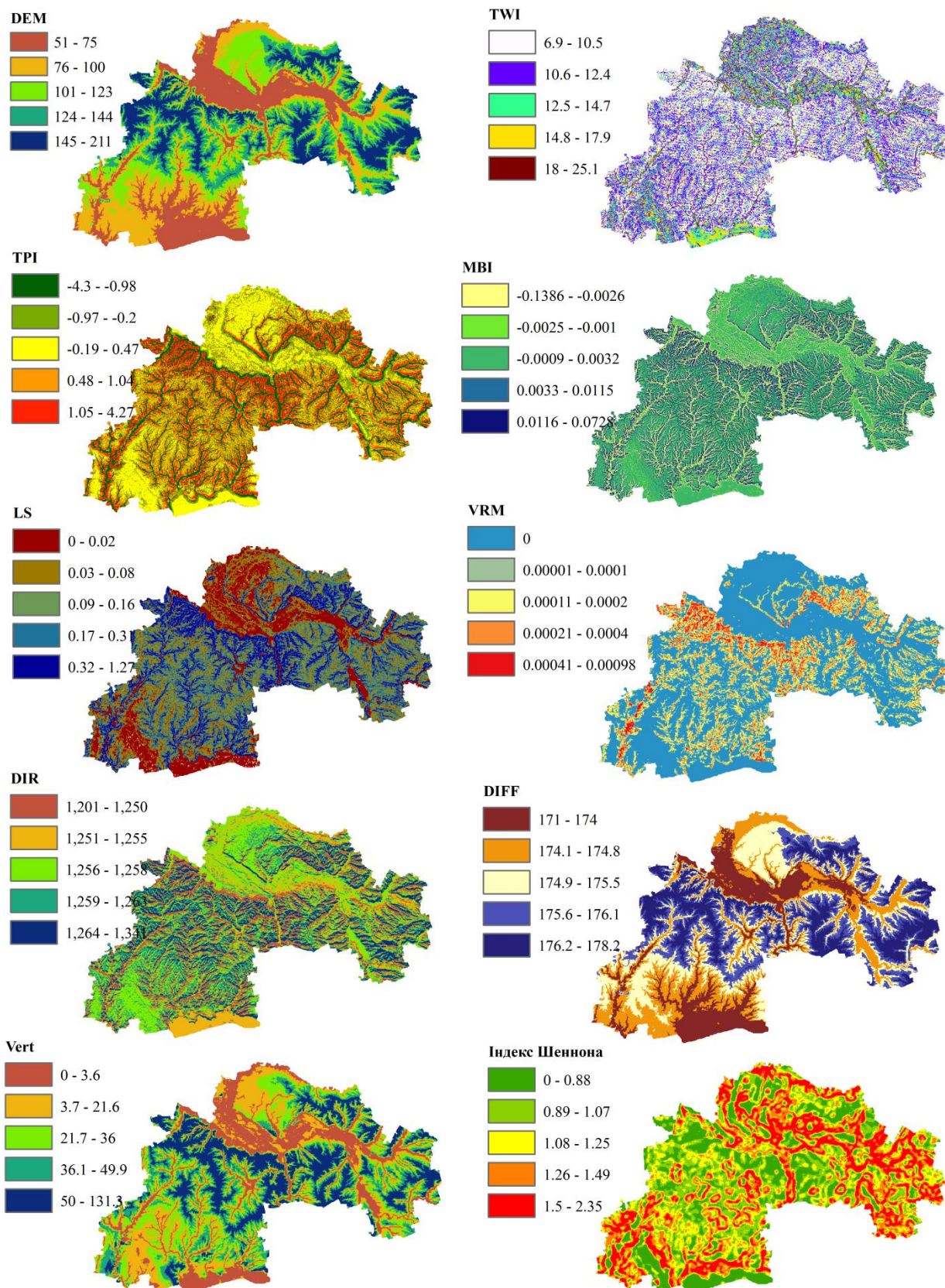


Рис. 7.3 Просторове варіювання предикторів фітоіндикаційних оцінок екологічних режимів у межах Дніпропетровської області

Умовні позначки: DEM – висота рельєфу; TWI – топографічний індекс вологості; TPI – індекс топографічного положення; MBI – індекс балансу геомаси; LS – фактор ерозії;

VRM – векторна міра пересіченості місцевості; DIR – пряма інсоляція; DIFF – розсіяна інсоляція; VERT – висота над русловою мережею; Індекс Шеннона – ентропія різноманіття форм рельєфу

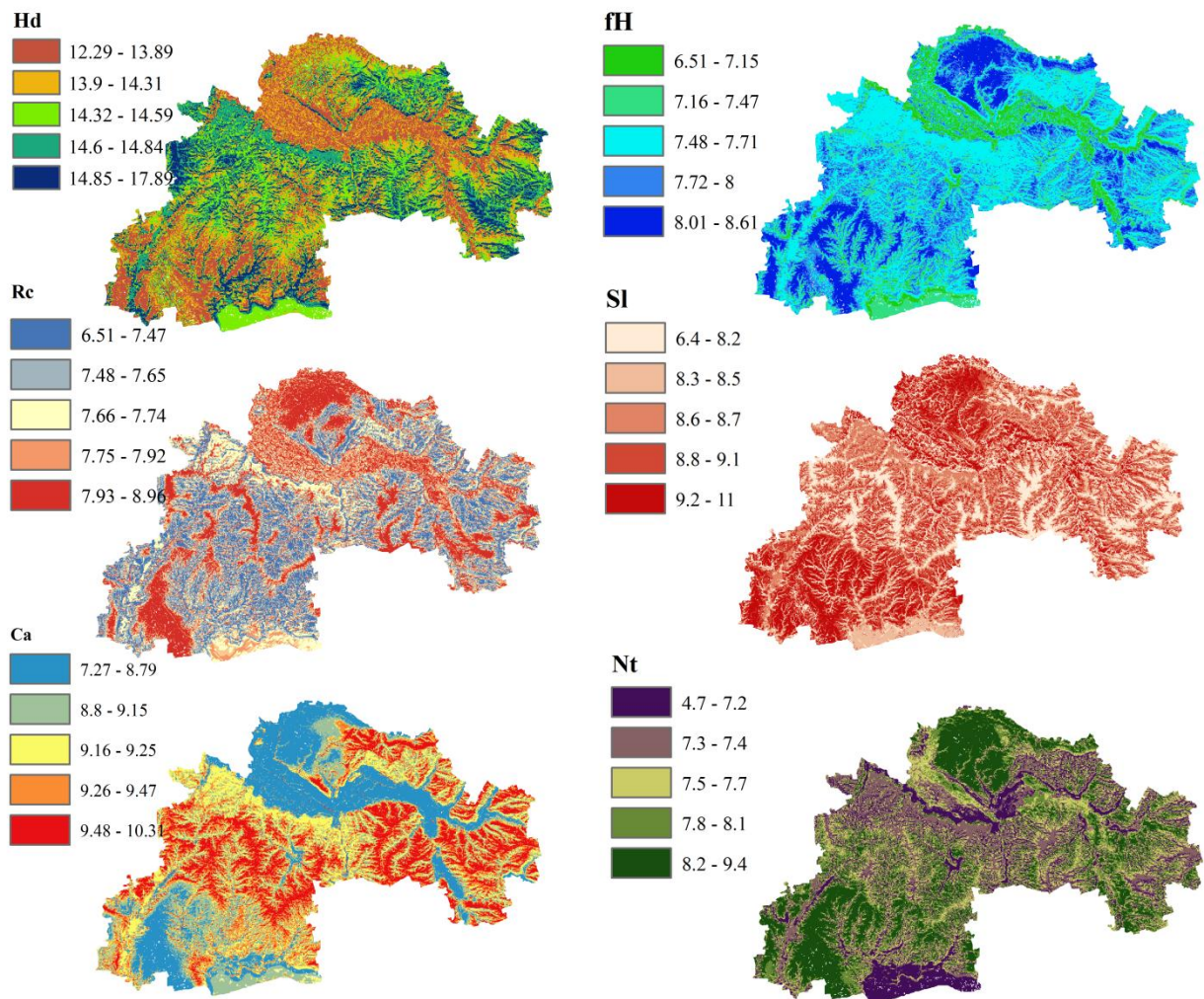


Рис. 7.4. Просторове варіювання фітоіндикаційних оцінок екологічних режимів у межах Дніпропетровської області

Умовні позначки: Hd – режим вологості едафотопу, fH – режим змінності вологості, Rc – режим кислотності, SI – режим трофності, Ca – вміст карбонатів у ґрунті, Nt – засвоювані форми азоту

За фітоіндикаційними оцінками клімат регіону можна оцінити як субконтинентальний з варіюванням від геміокеанічного до континентального. Кріоклімат кількісно характеризується температурою найхолоднішого місяця року. Фітоіндикаційні оцінки цього показника характеризуються асиметричним розподілом з зсувом вправо. Найбільш типова оцінка кріоклімату становить -7.53°C , що відповідає помірним/м'яким зимам. Діапазон варіювання оцінок кріоклімату становить від -19.02 до $+3.16^{\circ}\text{C}$.

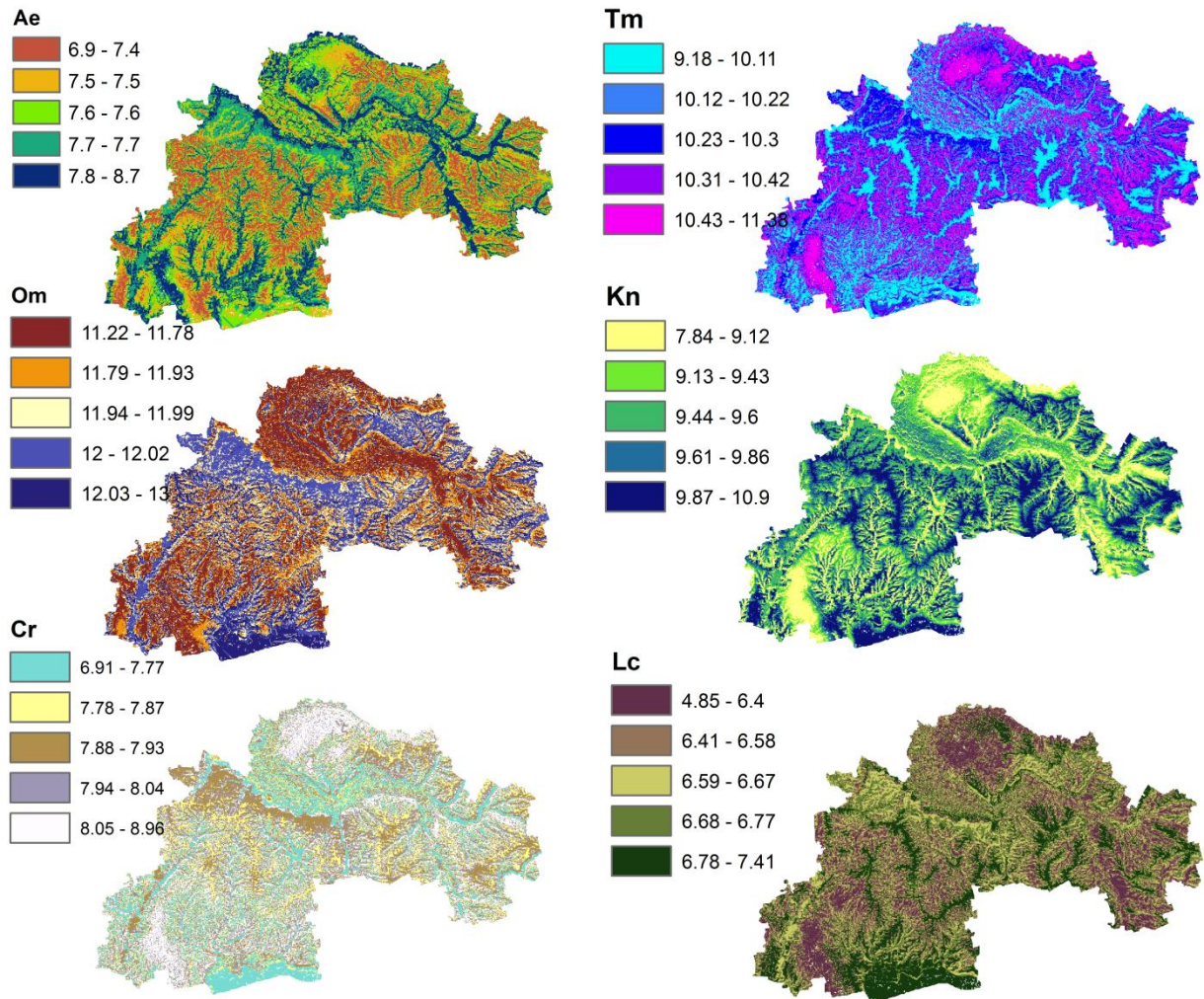


Рис. 7.5. Просторове варіювання фітоіндикаційних оцінок екологічних режимів у межах Дніпропетровської області

Умовні позначки: Ae – режим аерації, Tm – термоклімат, Om – омброклімат, Kn – континентальність, Cr – криоклімат, Lc – режим освітлення

Переважає більшість сайтів, де проведені геоботанічні описи, характеризуються найбільшим рівнем освітлення, який сприятливий для геоліофітів. Але діапазон рівнів освітлення варіює від сціофітних до геліофітних умов.

Форми поверхні у межах області варіюють від опуклих (індекс топографічного положення ТРІ позитивний, приймає значення до 4.27) до увігнутих знижень (ТРІ від'ємний, приймає значення до -4.3). Закономірно, що у середньому цей показник наближений до нуля (0.02). Геоботанічні описи розміщені у межах дещо меншого діапазону умов рельєфу (ТРІ від -2.0 до +2.9, у середньому 0.2). Переважає більшість пікселів характеризується значеннями індексу балансу геомаси (МВІ) у межах від -0.029 до +0.036. Точки

геоботанічних описів характеризуються значеннями МВІ від -0.014 до $+0.036$.

Переважає більшість ділянок області характеризується незначними рівнями маркера активності ерозійних процесів *LS*, хоч цей показник може сягати значення 1.27. Для 95 % геоботанічних описів значення фактору ерозії *LS* не перевищують 0.49. Векторна міра пересіченості місцевості (VRM) варіює від 0 до 9.8×10^{-4} . Пряма інсоляція за період з 1 квітня по 31 жовтня у межах Дніпропетровської області становить 1201–1341 КВт*час/м² (у середньому – 1254 КВт*час/м²). Розсіяна інсоляція за той же період становить 171–178 КВт*час/м² (у середньому 174.9 КВт*час/м²). Рівень прямої інсоляції у місцях розміщення геоботанічних описів становить 1233–1270 КВт*час/м² (у середньому – 1255 КВт*час/м²), а розсіяної – 173–177 (у середньому 174.6 КВт*час/м²). Висота над русловою мережею варіює у межах від 0 до 131 м, у середньому – 29.2 м. Геоботанічні описи розміщені у місцеперебуваннях, де висота над русловою мережею не перевищує 85.1 м (у середньому – 18.9 м).

За процедурою Івахаші та Пайка [215] було виділено 16 типів поверхні Землі (рис. 7.6).

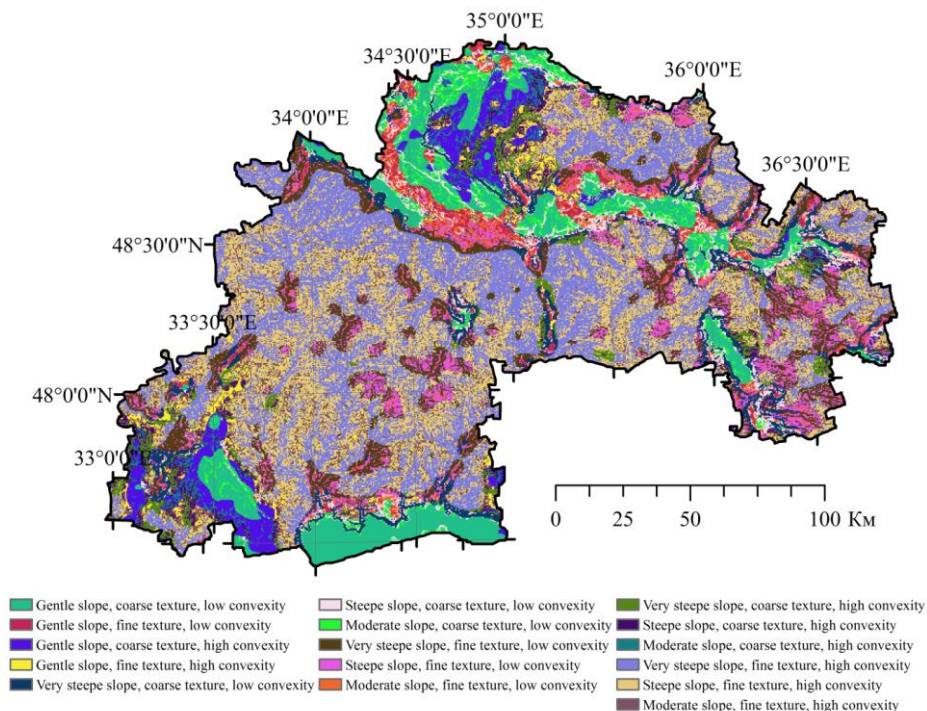


Рис. 7.6. Класифікація типів Земної поверхні у межах Дніпропетровської області за Івахаші та Пайком [215]

Кожен з цих типів займає від 1.5 до 21.9 % поверхні. Найменшу частку поверхні займає тип «помірно крутий схил, груба текстура, значна опуклість», а найбільшу – типи «крутий схил, тонка текстура, значна опуклість» та «дуже крутий схил, тонка текстура, значна опуклість». Ентропія різноманіття форм рельєфу за Шенноном варіює у межах від 0 до 2.35 біт/піксель (у середньому – 1.16 біт/піксель). Геоботанічні описи зроблені у місцевостях, де різноманіття варіює від 0.72 до 2.04 біт/піксель (у середньому 1.28 біт/піксель). Фітоіндикаційні оцінки екологічних режимів характеризуються кореляційним зв'язком з геоморфологічними властивостями (таблиця 7.2).

Таблиця 7.2

Кореляційна матриця фітоіндикаційних шкал та геоморфологічних предикторів (представлені коефіцієнти кореляції Спірмена для $p < 0.05$, $N = 177$)

Фітоіндикаційна шкала	Геоморфологічні предиктори									
	DEM	TWI	TPI	MBI	LS	VRM	DIR	DIFF	VERT	Shannon
Hd	–	–	– 0.25	–	–	0.27	–	–	–	–
fH	0.17	–0.16	–	–	–	–	– 0.23	0.18	–	–
Rc	–	–	–	–	–	– 0.18	–	–	–	–
Sl	–	–0.20	–	–	–	–	–	0.15	–	0.23
Ca	–	–	–	–	0.16	–	–	–	0.29	–
Nt	0.29	–	– 0.23	–0.27	–	– 0.22	– 0.28	0.29	–	–
Ae	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Tm	–	–	– 0.18	–	–	0.18	–	–	–0.16	0.21
Om	–	–	–	–	–	–	0.24	–	–	–
Kp	–	–	–	–	–	–	–	0.19	0.39	–
Cr	–	–	–	–	0.24	0.17	–	–	–	–
Lc	– 0.16	–	–	–	–	–	–	– 0.15	–	–

Умовні позначки: Hd – режим вологості едафотопу, fH – режим змінності вологості, Rc – режим кислотності, Sl – режим трофності, Ca – вміст карбонатів у ґрунті, Nt – поживні форми азоту; Ae – режим аерації, Tm – термоклімат, Om – омброклімат, Kp – континентальність, Cr – кріоклімат, Lc – режим освітлення; DEM – висота рельєфу; TWI – топографічний індекс вологості; TPI – індекс топографічного положення; MBI – індекс балансу геомаси; LS – фактор ерозії; VRM – векторна міра пересіченості місцевості; DIR – пря-

ма інсоляція; DIFF – розсіяна інсоляція; VERT – висота над русловою мережею; Shannon – ентропія різноманіття форм рельєфу

Режим зволоження характеризується статистично вірогідною від’ємною кореляцією з індексом топографічного положення та позитивною – з векторною мірою пересіченості місцевості. Змінність зволоження корелює з чотирма геоморфологічними предикторами. Цей екологічний режим позитивно корелює з висотою рельєфу та дифузною інсоляцією та від’ємно – з топографічним індексом вологості та прямою інсоляцією. Кислотність едафотопу в межах Дніпропетровської області статистично вірогідно корелює з векторною мірою пересіченості місцевості. Трофність едафотопу пов’язана з варіюванням топографічного індексу вологості, дифузною інсоляцією та ентропією форм рельєфу. Більша карбонатність ґрунтів корелює з більшими ризиками ерозії, що характеризуються фактором ерозії та з висотою руслової мережі. Просторово це відповідає еродованим ділянкам у верхніх частинах схилів балок, де спостерігається скипання від обробки соляної кислотою з поверхні ґрунту [249].

Режим азотного живлення дуже чутливий до геоморфологічних особливостей місцевості, що виражається у кореляційному зв’язку цього показника з шістьма геоморфологічними предикторами. Очевидно, що найбільш сприятливі умови азотного живлення формуються на плакорних ділянках, що підтверджується позитивною кореляцією фітоіндикаційної оцінки поживних форм азоту та висоти рельєфу.

Одержані експериментальні результати не дозволили встановити статистично вірогідних попарних кореляційних зв’язків між режимом аерації та геоморфологічними предикторами. Серед кліматичних шкал найбільшою мірою геоморфологічно детерміноване варіювання термоклімату (кореляція з чотирма геоморфологічними предикторами), а найменшою – варіювання омброклімату (кореляція з одним предиктором).

Можна припустити, що зв’язок між фітоіндикаційними оцінками екологічних режимів та геоморфологічними предикторами має більш складний

характер, ніж це кількісно охарактеризовано попарними коефіцієнтами кореляції. Для перевірки цієї гіпотези застосовано множинний регресійний аналіз, де у якості залежної змінної розглядаються фітоіндикаційні оцінки, а у якості предикторів – сукупність геоморфологічних показників (таблиці 7.3, 7.4).

Таблиця 7.3.

Лінійна регресійна залежність фітоіндикаційних оцінок едафічних режимів від геоморфологічних предикторів (напівжирним показані статистично вірогідні коефіцієнти для $p < 0.05$)

Предиктори	Фітоіндикаційні оцінки						
	Hd	fH	Rc	Sl	Ca	Nt	Ae
DEM	– 5.79±2.13	– 1.72±2.43	7.64±2.32	1.19±2.38	– 2.51±2.36	4.96±2.12	– 5.09±2.37
TWI	– 0.11±0.09	– 0.15±0.10	0.35±0.09	– 0.16±0.10	– 0.04±0.10	– 0.11±0.09	– 0.07±0.10
TPI	– 0.54±0.11	0.07±0.13	0.22±0.12	0.01±0.12	– 0.05±0.12	– 0.08±0.11	– 0.19±0.12
MBI	0.22±0.12	– 0.03±0.13	0.14±0.13	0.00±0.13	– 0.06±0.13	– 0.35±0.11	– 0.24±0.13
LS	0.09±0.09	0.01±0.10	– 0.02±0.09	– 0.13±0.10	0.00±0.10	0.13±0.09	0.34±0.10
VRM	0.29±0.09	– 0.07±0.10	– 0.30±0.10	0.05±0.10	0.19±0.10	– 0.19±0.09	– 0.06±0.10
DIR	0.15±0.07	– 0.21±0.08	– 0.12±0.08	0.07±0.08	– 0.09±0.08	– 0.16±0.07	0.16±0.08
DIFF	5.82±2.12	1.82±2.43	– 7.56±2.31	– 0.91±2.37	2.25±2.36	– 4.56±2.12	– 5.07±2.36
VERT	– 0.11±0.11	– 0.05±0.12	0.00±0.12	– 0.17±0.12	0.48±0.12	– 0.12±0.11	– 0.03±0.12
Shannon	– 0.04±0.07	– 0.01±0.08	0.00±0.08	0.31±0.08	– 0.19±0.08	– 0.06±0.07	– 0.11±0.08
R^2	0.31	0.10	0.18	0.14	0.15	0.31	0.15

Умовні позначки: Hd – режим вологості едафотопу, fH – режим змінності вологості, Rc – режим кислотності, Sl – режим трофності, Ca – вміст карбонатів у ґрунті, Nt – поживні форми азоту; Ae – режим аерації, DEM – висота рельєфу; TWI – топографічний індекс вологості; TPI – індекс топографічного положення; MBI – індекс балансу геомаси; LS – фактор ерозії; VRM – векторна міра пересіченості місцевості; DIR – пряма інсоляція; DIFF – розсіяна інсоляція; VERT – висота над русловою мережею; Shannon – ентропія різноманіття форм рельєфу

Регресійні моделі дозволяють пояснити 10–31 % варіабельності фітоіндикаційних оцінок екологічних режимів. Найбільш геоморфологічно залежними виявились режим вологості та азотного живлення, а найменш – режим змінності зволоження та омброклімат [249]. Для едафічних еко-

логічних режимів найбільш інформаційно-цінним предиктором є висота рельєфу та пряма інсоляція (по чотири статистично-вірогідних регресійних коефіцієнта).

Таблиця 7.4.

Лінійна регресійна залежність фітоіндикаційних оцінок кліматичних режимів від геоморфологічних предикторів (напівжирним показані статистично вірогідні коефіцієнти для $p < 0.05$)

Предиктори	Фітоіндикаційні оцінки				
	Tm	Om	Kп	Cr	Lc
DEM	0.35±2.36	-3.87±2.42	-1.28±2.25	1.27±2.37	-3.92±2.23
TWI	-0.09±0.10	-0.05±0.10	-0.02±0.09	-0.12±0.10	0.02±0.09
TPI	-0.38±0.12	0.16±0.13	-0.06±0.12	0.01±0.12	0.10±0.12
MBI	0.18±0.13	-0.10±0.13	-0.08±0.12	-0.16±0.13	-0.05±0.12
LS	-0.05±0.10	0.08±0.10	-0.20±0.09	0.27±0.10	-0.16±0.09
VRM	0.18±0.10	0.10±0.10	0.18±0.09	0.11±0.10	0.19±0.09
DIR	0.09±0.08	0.26±0.08	-0.17±0.08	0.04±0.08	-0.05±0.08
DIFF	-0.28±2.36	3.83±2.42	1.06±2.25	-1.08±2.37	3.38±2.22
VERT	-0.10±0.12	-0.08±0.12	0.65±0.11	-0.15±0.12	0.57±0.11
Shannon	0.25±0.08	0.02±0.08	0.10±0.08	-0.04±0.08	0.13±0.08
R^2	0.15	0.10	0.22	0.14	0.24

Умовні позначки: Tm – термоклімат, Om – омброклімат, Kп – континентальність, Cr – кріоклімат, Lc – режим освітлення; DEM – висота рельєфу; TWI – топографічний індекс вологості; TPI – індекс топографічного положення; MBI – індекс балансу геомаси; LS – фактор ерозії; VRM – векторна міра пересіченості місцевості; DIR – пряма інсоляція; DIFF – розсіяна інсоляція; VERT – висота над русловою мережею; Shannon – ентропія різноманіття форм рельєфу

Для кліматичних режимів найбільш інформаційно-цінними є фактор ерозії, пряма інсоляція та висота над русловою мережею (по два статистично вірогідних регресійних коефіцієнта). Ентропія рельєфного різноманіття є статистично вірогідним предиктором для трюфності едафотопу, вмісту карбонатів та термоклімату.

Лінійна регресійні моделі, що встановлюють зв'язок між фітоіндикаційними оцінками екологічних режимів та геоморфологічними предикторами характеризуються певною пояснювальною здатністю. Лінійна модель дозволяє досить наочно інтерпретувати встановлені зв'язки. Деякі зв'язки є очевидними на певною мірою – тривіальними. Так, регресійна модель вказує на те, що чим більше висота рельєфу, тим менше рівень зволо-

ження, що є досить очікуваним. Деякі зв'язки показують більш тонкі взаємодії між рельєфом, рослинним покривом та екологічними режимами. Особливий інтерес представляє зв'язок такої синтетичної властивості рельєфу, як різноманіття елементів рельєфу, та фітоіндикаційних оцінок трофності, вмісту карбонатів та терморезиму. Це свідчить про те, що не тільки локальні умови, але й просторовий контекст, впливає не перебіг екологічних процесів, що визначають відповідні режими.

Встановленим регресійним залежностям тільки у деяких випадках можна придати значення маркерів причинно-наслідкових зв'язків. На локальних рівнях характер впливу рельєфу на екологічні процеси може визначатися певною множинною процесів, склад яких та інтенсивність впливу яких можуть суттєво змінюватися у різних точках простору. Тим не менш, можна вважати встановленим фактом, що на регіональному рівні може бути встановлений монотонний зв'язок між фітоіндикаційними оцінками екологічних режимів та геоморфологічними предикторами.

Для практичного застосування у цілях екстраполяції точкових оцінок екологічних факторів лінійна регресійна модель не придатна на регіональному рівні з приводу значної нестационарності варіювання досліджуваних величин та нелінійного характеру зв'язку екологічних режимів та рельєфних умов. Лінійна складова зв'язку тільки дуже у загальному вигляді відображає реальні відносини між досліджуваними величинами. Безспірною перевагою лінійною моделі є можливість її інтерпретувати. Але одержані інтерпретації досить поверхово показують зв'язки у системі клімат-рельєф-рослинний покрив. Лінійна регресія передбачає наявність функціонального зв'язку, відхилення від якого є випадковим у обидві напрямки від гіпотетичного прогнозованого значення функції відгуку. Але переважна більшість екологічних зв'язків підкоряється закону лімітуючого фактора, внаслідок чого відхилення від функціональної залежності є асиметричним: досліджувана змінна може бути менше (або більше) прогнозованого, але ніколи не більше (або навпаки, ніколи не менше). У випадку, коли з інших

джерел відомо, що така залежність може бути описана гаусовою дзвоноподібною кривою, то для математичного описання залежності можна застосувати специфічні математичні процедури [268]. У випадку асиметричної залежності можна застосувати β -функцію [184]. Ці моделі придатні для описання залежності, але проблематичним є їх застосування для прогнозу, та, відповідно, до екстраполяції. Більш гнучкою є регресійна модель за методом опорних векторів [217]. Ця регресія здатна знаходити залежності, що досить добре описують складні за своєю природою взаємозв'язки, але на відміну від лінійної моделі, опорні методи не можна застосовувати для інтерпретації одержаного результату. Одержані просторові моделі характеризуються високою мірою інформативності (рис. 7.5, 7.6).

Для вирішення задачі описання просторової варіації екологічних властивостей у якості предикторів застосовують, як правило, дві групи показників: цифрову модель рельєфу та її похідні, а також вегетаційні індекси, що одержані за допомогою даних дистанційного зондування поверхні Землі [226]. Такий підхід придатний для територій, де залишився природний, або штучний натуралізований, рослинний покрив [282]. У межах Дніпропетровської області значна частина території антропоічно трансформована [283]. Моноценози, що формуються у межах сільськогосподарських полів, не можуть бути застосовані для проведення синфітоіндикації. Певний рівень різноманіття встановлений для рослинних угруповань електричних підстанцій. Ці угруповання поряд з фрагментарними угрупованнями природних екосистем можна застосовувати для фітоіндикації екологічних режимів. Але для цілей екстраполяції у межах регіону можуть бути застосовані тільки дані цифрової моделі рельєфу та її похідні, так як вегетаційні індекси також відображають явища антропоічної трансформації, що складним чином пов'язані з динамікою екологічних процесів, але не можуть бути застосовані у якості змінних-предикторів.

Висновки по розділу 7.

1. Цифрова модель рельєфу та похідні від неї інформаційні шари просторових даних (топографічний індекс вологості, індекс топографічного положення, індекс балансу геомаси, фактор ерозії, геоморфологічні оцінки прямої та розсіяної інсоляції, висота над русловою мережею, векторна міра пересіченості місцевості та різноманіття форм рельєфу за Шенноном) є інформаційно-цінними коваріатами (предикторами) екологічних режимів, що оцінені за допомогою методу синфітоіндикації.

2. Процедура просторової екстраполяції фітоіндикаційних оцінок на регіональному рівні може бути виконана на основі регресійних моделей за методом опорних векторів. Такий підхід є гнучким та ураховує специфіку екологічних взаємодій у системі рельєф-рослинний покрив-екологічний режими.

В розділі 7 використано матеріали з відповідними посиланнями на такі наукові джерела із списку літератури: [184, 185, 190, 191, 193, 196, 205, 208, 217, 218, 223, 224, 226, 230, 234, 235, 249, 264, 268, 272, 279, 282, 283].

ВИСНОВКИ

Встановлено, що території електричних підстанцій є елементами територіальної мозаїчності, які формують локалітети біоценотичного різноманіття в умовах регіону, який знаходиться під значним антропогенним впливом.

1. Особливий режим функціонування електричних підстанцій дозволяє вивчати процес впливу техногенного середовища на біорізноманіття для пошуку балансу поміж урбаністикою та збереженням довкілля.

2. Ділянки у межах електричних підстанцій надають прихисток для рослинних угруповань, що характеризуються значним видовим, таксономічним та екологічним різноманіттям. Ці ділянки можуть розглядатися як осередки для збереження та поширення біологічного різноманіття в умовах антропогенно трансформованих ландшафтів степового Придніпров'я. Видовий склад угруповань рослин представлено 202 видами. Виявлено 7 видів, що занесено до Червоної книги Дніпропетровської області – *Astragalus danicus* Retz., *Campanula glomerata* L., *Delphinium cuneatum* Steven ex DC., *Geranium pratense* L., *Tragopogon borysthenicus* Artemczuk, *Tragopogon ucrainicus* Artemczuk, *Verbascum nigrum* L.

3. Синтаксономічне різноманіття рослинності територій електричних підстанцій складається з 18 типів угруповань, види яких відносяться до 12 класів рослинності. Найбільш поширеним є клас *Festuco-Brometea* – природна степова рослинність на різних ґрунтах, що є типовим для степових зональних угруповань. Далі представлені класи природної рослинності в порядку зменшення видового багатства – *Molinio-Arrhenatheretea*, *Koelerio-Corynepherea*, *Festuco-Puccinellietea*, *Trifolio-Geranietea sanguine*.

4. З 18 типів рослинних угруповань, що являють собою фітосоціологічну суміш рослин природних і рудеральних типів рослинності, а саме 10 угруповань – дериватні, 8 угруповань – базальні. Рос-

линність енергетичних підстанцій переважно представлена пратантами (46,62 %) та степантами (29,06 %). Основними трендами трансформації екологічної структури за умов забруднення ґрунту технологічною оливою є збільшення частки однорічних рудерантів, аридність режиму вологості та збіднення ефективної родючості едафотопу.

5. Рослинний покрив територій електричних підстанцій має свої особливі риси на фоні природних екосистем, особливо через підвищений світловий режим, який відповідає розрідженому рослинному покриву піщаного степу та режим аерації, який відповідає лучним угрупованням.

6. Кластерний аналіз дозволив виділити чотири гомогенних групи пробних ділянок, з яких три відповідають меншим рівням забруднення або незабрудненим мікросайтам у межах територій енергетичних підстанцій, а одна – забрудненим мікросайтам. Встановлено, що забруднення призводить до уніфікації екологічної структури угруповання.

7. Фітоіндикаційні оцінки екологічних режимів корелюють з геоморфологічними властивостями. Найбільш геоформологічно залежними виявилися режими вологості та азотного живлення ґрунту, а найменш – режим змінності зволоження та омброклімат. Для едафічного режиму едафотопу найбільш інформаційно-цінним предиктором є висота рельєфу та пряма інсоляція. Для кліматичних режимів найбільш інформаційно-цінними є фактор ерозії, пряма інсоляція та висота над русловою мережою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абдрахманов Т.А., Жаббаров З.А., Камилова Д.К., Жураева У. Методы и технологии восстановления земель, загрязненных нефтью и нефтепродуктами / Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2006. – № 19. – С. 106 – 109.
2. Аверинова Е.А., Полуянов А.В. Сообщества класса *Trifolio-Geranietea sanguinei th. Müller* в Курской области / Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – №. 5(2). – С. 27 – 32.
3. Александрова В.Д. Методы выделения растительных ассоциаций. – М.: Издательство Академии Наук СССР, 1964. – 530 с.
4. Андрищенко Ю.О. Методичні підходи до оцінки впливу повітряних ліній електропередач на птахів. Монографічне видання «Науково-методичні основи охорони та оцінки впливу на навколишнє середовище під час проектування, будівництва, експлуатації вітрових та сонячних електростанцій, ліній електропередач». – Київ-Мелітополь, 2014. – С. 132 – 139.
5. Арепьева Л.А. Инвазийные виды в фитоценозах железных дорог Курской области / Изучение адвентивной и синантропной флор России и стран ближнего зарубежья: итоги, проблемы, перспективы. – Ижевск: Ижевский институт компьютерных технологий, 2017. – С. 8 – 10.
6. Арепьева Л.А. Растительность железнодорожных насыпей Курской области / Растительность России. – СПб., 2017. - №. 30. – С. 3 – 28.
7. Баглаева Е.М., Рахматова А.Ю., Крамаренко А.А., Сергеев А.П. Биоиндикация урбанизированных почв Шарташского лесопарка города Екатеринбурга с использованием *Raphanus Stavius* / Принципы экологии – 2016. – № 2. – С. 16 – 26.
8. Барановський В.А. Екологічний атлас України. – К.: Географіка, 2000. – 40 с.

9. Баксанский О.Е. Современные стратегии и проблемы образования / Педагогика и просвещение. – 2014. – № 3(15). – С. 17 – 29.
10. Бахнов В.К., Гамзиков Г.П., Ильин В.Б. Методологические и методические аспекты почвоведения. – Новосибирск, 1988. – 168 с.
11. Бельгард А.Л. Лесная растительность юго-востока УССР. – К.: КГУ, 1950. – 263 с.
12. Бельгард А.Л. Степное лесоведение. – М: Лесная промышленность, 1971. – 336 с.
13. Бельгард А.Л., Травлеев А.П. Роль почвенной фауны в индикации эдафотопов / Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв. – М.: МГУ, 1980. – С. 155 – 163.
14. Бердихіна Ю.Л. Спонтанна рослинність м. Мелітополя: синтаксономія, фітомеліоративне значення і шляхи оптимізації: дис. на здобуття канд. с.-г. н.: спец. 06.01.03 «Агрогрунтознавство і агрофізика». – Львів, 2015. – 281 с.
15. Білоконь Ю., Токар В., Лопатюк М., Палеха Ю., Шаповалов Е. Дніпропетровська область. Схема планування території. – К., 2009. – 125 с.
16. Богданов В.Л., Гарманов В.В., Фролов В.В. Формирование растительного покрова на территории, загрязненной нефтяными углеводородами, и мониторинг тезногенно-нарушенных ландшафтов. Современные проблемы ландшафтоведения и геоэкологии. Материалы V международной научной конференции. – Минск: "Издательский центр БГУ", 2014. – С. 83 – 85.
17. Боговін А.В., Травлєєв А.П., Булова Н.А., Дудник С.В. Еколого-ценобіотичні особливості формування спонтанно відновлювальних трав'янистих біогеоценозі / Екологія та ноосферологія. – 2005. – №. 1-2. – С. 13 – 28.
18. Бондарь Г.А., Жуков А.В. Экологическая структура растительного покрова, сформированного в результате самозаращения дерново-литогенных почв на лессовидных суглинках. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2011. – № 1. – С. 54 – 62.

19. Бузук Г.Н., Созинов О.В. Регрессионный анализ в фитоиндикации (на примере экологических шкал Д. Н. Цыганова) / Ботаника (исследования): сборник научных трудов. – Минск: Право и экономика, 2009. – Вып. 37. – С. 356 – 362.
20. Бузук Г.Н., Созинов О.В. Методы учета проективного покрытия растений: сравнительная оценка с помощью исследования фитоплощадок / Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – № 5(5). – С. 1644 – 1649.
21. Булохов А.Д., Семенчиков Ю.А. Практикум по классификации и ординации растительности: Учебное пособие. – Брянск, 2009. – 120 с.
22. Буньо Л.В., Цвілінюк О.М., Карпин О.Л., Терек О.І. Ферментативна активність нафтозабрудненого ґрунту в кореневій зоні рослин *Carex Hirta L.*/ Ґрунтознавство. – 2013. – № 14. – С. 44 – 51.
23. Варвянський С.М. Світоглядні аспекти сучасної екологічної проблеми / Актуальні проблеми філософії і соціології. – 2014. – № 2. – С. 5 – 48.
24. Воробьев Д.С. Влияние нефти и нефтепродуктов на макрозообентос/ Известия Томского политехнического университета. – 2006. – № 3. – С. 42 – 45.
25. Воронов А.Г. Геоботаника. – М.: Высш. шк., 1973. – 385 с.
26. Всеєвропейська стратегія збереження біологічного та ландшафтного різноманіття [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_711
27. Геннадиев А.Н., Касимов Н.С. Латеральная миграция вещества в почвах и почвенно–геохимические геокатены/ Почвоведение. – 2004. – № 12. – С. 1447 – 1461.
28. Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация / [под редакцией академика РАН Добровольского Г.В.] – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 268 с.

29. Говорова А.Н. Структурно-функциональные изменения растительности в условиях техногенного загрязнения на Кольском полуострове на примере комбината «Североникель»: дисс. канд. геогр. наук. – Москва, 2004. – 211 с.
30. Годзь Н.Б. Завдання філософії екології у руслі теорії та методології системної досліджен / Вісник Національного університету «Юридична академія України імені Ярослава Мудрого». – 2013. - № 3(17). – С. 24 – 31.
31. Голуб В.Б., Сорокин А.Н., Мальцев М.В., Чувашов А.В. Растительность залежей с доминированием травянистых растений в южной части долины нижней Волги / Вестник Волжского университета им. В. Н. Татищева. – 2012. – № 4(13). – С. 13 – 27.
32. Голубець М.А. Екосистемологія. – Львів: Полл, 2000. – 200 с.
33. Гончаренко І.В. Аспекти фітоценологічної ординації з використанням багатомірного шкалювання на прикладі 9 асоціацій лісової рослинності північно-східної частини Лівобережного Лісостепу України / Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. – 2003. – № 1. – С. 281 – 287.
34. Гончаренко И.В., Голик Г.Н. Классификация и фитоэкологическая оценка лесопарковой растительности г. Киева / Фиторазнообразии Восточной Европы. – 2015. – № IX:4. – С. 129 – 157.
35. Гончаренко І.В., Дідух Я.П. Метод Браун-Бланке: історія та сучасні технології / Наукові Записки. Біологія і екологія. – 2003. – № 21. – С. 82 – 91.
36. Глухов А.З., Хархота А.И. Современная концепция развития промышленной ботаники / Промышленная экология. – 2006. – № 6. – С. 6 – 14.
37. Глухов О.З., Прохорова С.І. Індикація стану техногенного середовища за морфологічною мінливістю рослин / Промышленная ботаника. – 2008. – № 8. – С. 3 – 9.

38. Григориади А.Н. Оценка эффективности применения биопрепаратов и фитомелиорантов в биоремедиации нефтезагрязненных почв. Автореферат на соискание дис. канд. биол. наук: 03.01.06, 03.02.08. – Уфа, 2010. – 24 с.
39. Демидов О.А., Кобець А.С., Грицан Ю.І., Жуков О.В. Просторова агроекологія та рекультивація земель. – Дніпропетровськ: Свидлер А.Л., 2013. – 560 с.
40. Джеррард А.Дж. Почвы и формы рельефа. – Л.: Недра, 1984. – 208 с.
41. Джура Н.М. Можливості використання рослинних тест-систем для біомоніторингу нафтозабруднених ґрунтів / Біологічні студії. *Studia Bioologica*. – 2011. – № 5(3). – С. 183 – 196.
42. Джура Н.М., Романюк О.І., Гонсьор Я., Терек О.І. Використання рослин для рекультивації ґрунтів, забруднених нафтою і нафтопродуктами / Екологія та ноосферологія. – 2006. – № 1-2. – С. 55 – 60.
43. Дідух Я.П. Етюди фітоекології. – К.: Арістей, 2008. – 286 с.
44. Дідух Я.П. Основи біоіндикації. – К.: Наукова думка, 2012. – 34 с.
45. Долматова Е.С. Микроорганизмы в почвенной нефтепереработке. Материалы VII Международной студенческой электронной научной конференции "Студенческий научный форум 2015». – 2015. – С. 1 – 24.
46. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія».
47. Дубовий О.М. (2015). Екологія як нова філософія у взаємовідносинах людини і природи [Електронний ресурс]. – Режим доступу https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwi59LaO07fmAhUSr4sKHeURCNMQFjAAegQIAxAB&url=http%3A%2F%2Fnbuv.gov.ua%2Fj-pdf%2FPk1_2015_31_8.pdf&usg=AOvVaw07Tm_uRdxYa-vYOlz22NJi
48. Емельянов И.Г. Разнообразие и его роль в функциональной устойчивости и эволюции экосистем. – К.: ИПЦ "Международный Соломонов университет", 1999. – 168 с.

49. Емельянова Е.К., Алексеев А.Ю., Мокеева А.В., Заушинцева А.В. Некоторые аспекты влияния нефтепродуктов на растения / Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 5. – С. 282 – 295.

50. Жараспаев М.Т., Муратова С.К. Воздействие нефтепровода Ата-су-Алашанькоу на почвы, растительный покров и животный мир. – Казахский национальный технический университет имени К. И. Сатпаева, Каспийский общественный университет, 2010. – 3 с.

51. Жуков А.В., Задорожная Г.А. Пространственно-временная динамика твердости рекультивированных почв, сформированных в результате добычи полезных ископаемых открытым способом / Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія – 2016. – № 24(2). – С. 324 – 331.

52. Жуков А.В., Кунах О.Н., Балюк Ю. Просторове варіювання екоморфичної структури ґрунтової мезофауни лісопаркового насадження (на прикладі парку в межах м. Дніпропетровська) / Вісник Львівського університету. Серія біологічна. – 2014. – Вип. 64. – С. 224 – 237.

53. Жуков А.В., Кунах О.Н., Новикова В.А., Ганжа Д.С. Фитоиндикационное оценивание катены сообществ почвенной мезофауны и их экоморфическая организация / Биологический вестник Мелитопольского государственного педагогического университета имени Богдана Хмельницкого. – 2016. – № 6(3). – С. 39 – 45.

54. Жуков О.В., Потапенко О.В. Роль геоморфологічних предикторів для моделювання просторового варіювання екологічних режимів, оцінених за допомогою фітоіндикації / Agrology. – 2018. – № 1(4). – С. 316 – 327.

55. Жуков О.В., Потапенко О.В. Фітоіндикація екологічних умов у межах територій електричних підстанцій/ Ukrainian Journal of Ecology. – 2017. – № 7(1). – С. 5 – 21.

56. Заборская А.Ю., Крамм Н.А., Кустова А.Ю. Изучение биоремедиации нефтезагрязненных почв / Защита окружающей среды в нефтегазовой отрасли. – 2011. – № 1. – С. 10 – 13.

57. Закон України «Про приєднання України до Конвенції 1979 року про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі» / Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 1996. – № 50. – С. 278.

58. Закон України “Про ратифікацію Конвенції про біологічне різноманіття» № 257/94-ВР від 29.11.1994 / Відомості Верховної Ради (ВВР). – 1994. – № 49. – С. 433.

59. Закон України "Про ратифікацію Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони" № 1678-VII від 16.09.2014 / Відомості Верховної Ради (ВВР). – 2014. – № 40. – С.2021.

60. Заугольнова Л.Б. Характеристика лесных фитокатен в подзвоне хвойно–широколиственных лесов / Московское общество испытателей природы. Отдел биологии. – 2001. – № 106(5). – С. 43 – 51.

61. Зеркалов Д В. Екологічна безпека та охорона довкілля. – К.: Основа, 2012. – 517 с.

62. Зильберман М.В, Порошина Е.А., Зырянова Е.В. Биотестирование почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. – Пермь: УралНИИ «Экология», 2005. – 110 с.

63. Зильберман М.В, Порошина Е.А., Зырянова Е.В. Комплексная оценка воздействия нефтяного загрязнения почвы на экологическое состояние территорий / Успехи современного естествознания. – 2004. – № 11. – С. 42 – 43.

64. Зинченко Т.Д., Шитиков К.В., Головатюк Л.В., Номоконова В.И., Попченко В.И., Абросимова Э.В. Экосистемный подход к проблеме биоиндикации рек бассейна средней и нижней Волги / Астраханский вестник экологического образования. – 2014. – № 1(27). – С. 58 – 67.

65. Злобін Ю.А., Кочубей Н.В. Загальна екологія: навч. посібник. – Суми: ВТД "Університетська книга", 2003. – 416 с.
66. Израель Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. – М.: Гидрометеиздат, 1984. – 290 с.
67. Каверина Н.В. Нефтепродукты в почвах придорожных пространств / Весник ВГУ. Серия "География и геоэкология". – 2002. – № 1. – С. 108 – 111.
68. Калашникова Л.И., Теодорович А.В. Современные методы биоремедиации почв в антропогенных зонах нефтезагрязнения / Человек и природа: грани гармонии и углы соприкосновения. – 2012. – № 1. – С. 9 – 14.
69. Капелькина Л.П. О естественном зарастании и рекультивации нарушенных земель севера / Успехи современного естествознания. – 2012. – № 11. – С. 98 – 102.
70. Капелькина Л.П. Экологические аспекты оптимизации техногенных ландшафтов. – СПб., 1993. – 191 с.
71. Капрусь І.Я. Порівняльний аналіз фаун Collembola на території України / Біологічні Студії. – 2001. – № 5(3). – С. 135 – 154.
72. Караваева Н.А. Заболачивание и эволюция почв. – М.: Наука, 1982. – 296 с.
73. Катенин А.Е. Классификация неоднородных территориальных единиц растительного покрова на примере растительности тундры / Ботанический журнал. – 1998. – № 73(2). – С. 186 – 197.
74. Кириенко О.А., Имранова Е.Л. Влияние загрязнения почвы нефтепродуктами на состав микробного сообщества / Вестник ТОГУ. – 2015. – № 3 (38). – С. 79 – 86.
75. Киреева Н.А., Григориади А.С., Водопьянов В.В., Амирова А.Р. Подбор растений для фиторемедиации почв, загрязненных нефтяными углеводородами / Известия Самарского центра Российской академии наук. – 2011. – № 5(2). – С. 184 – 187.

76. Козловский Ф.И. Теория и методы изучения почвенного покрова. – М.: ГЕОС, 2003. – 536 с.

77. Козыбаева Ф.Е., Бейсеева Г.Б., Тугельбаев С.У., Курманбаев А.А., Даутбаева К.А. Первичные процессы почвообразования в условиях естественного зарастания техногенно нарушенных ландшафтов / Почвоведение и агрохимия. – 2010. – № 3. – С. 13 – 25.

78. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф., Азнаурьян Д.К., Жаркова М.Г. Биодиагностика экологического состояния почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. – Ростов-на-Дону: Ростиздат, 2007. – 192 с.

79. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Денисова Т.В., Даденко Е.В. Разработка региональных экологических нормативов содержания загрязняющих веществ в почве юга России / Научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 82(08). – С. 152 – 168.

80. Колеснікова Л.А. Агроекологічне обґрунтування допустимого рівня нафтового забруднення ґрунтів (на прикладі Полтавської області): автореферат дисертації. – Дніпропетровськ, 2014. – 21 с.

81. Колмыкова В.А., Кравченко Ю.М. Влияние загрязненной минеральным маслом почвы на формирование биомассы бекмании обыкновенной (*Beckmannia Eruciformis (L.) Host*). Материалы III Международного молодежного форума. – 2015. – С. 55 – 60.

82. Коробицина Ю.С., Попова Л.Ф. Влияние автотранспорта на накопление нефтепродуктов почвами Архангельска [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj8k5jz2rfmAhUPlIsKHbSpADAQFjACegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Fconf.rae.ru%2Fpdf%2F2015%2F02%2F4248.pdf&usg=AOvVaw01SBUk4vFd7Y1gYvzIdklb>

83. Конвенція про охорону біологічного різноманіття [Електронний ресурс]. – https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_030

84. Конвенція про охорону дикої флори та фауни і природних середовищ існування в Європі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_032
85. Конограй В.А. Синтаксономія рудеральное рослинності (клас *Artemisitea Vulgaris*) території Кременчуцького водосховища / Вісник Черкаського університету. – 2015. – № 2(335). – С. 48 – 54.
86. Константинов А.Р. Испарение в природе. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 532 с.
87. Костріков С.В., Сегеда К.Ю. Географічні інформаційні системи. Навчально-методичний посібник. – Харків, 2016. – 82 с.
88. Куликова И.Ю. Биодegradация нефтяных загрязнений / Экология и промышленность России. – 2008. – № 12. – С. 17 – 19.
89. Ларин И.В. Луговое хозяйство и пастбищное хозяйство. – М.: Госиздат, 1956. – 544 с.
90. Лісовець О.І., Мицик Л.П. Структурні особливості степового та лісового трав'янистого покриву в Присамар'ї / Екологія та ноосферологія. – 2008. – № 3–4. – С. 25 – 30.
91. Лисенко Г.М. Порівняльна синфітоіндикаційна оцінка екотопів лучних степів "Михайлівської цілини" та "Стрілецького степу" / Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – Донецьк: ДонНУ, 2009. – № 1(9). – С. 57 – 66.
92. Лисенко Г.М., Данилик І., Борсукевич Л. Порівняльна синфітоіндикаційна оцінка подільських лучних степів / Вісник Львівського університету. Серія біологічна. – 2010. – Вип. 53. – С. 9 – 18.
93. Лобачева Г.К., Карпов А.В., Макаров О.А., Филиппова А.И. Рекультивация земель, загрязненных продуктами нефтепереработки / Вестник ВолГУ. – 2012. – № 1(3). – С. 58 – 64.
94. Манасян С.К., Милосердов Е.Е. Особенности загрязнения продуктивных почвенных покровов земель нефтепродуктами. Проблемы совре-

менной аграрной науки. Материалы международной заочной научной конференции. – 2012. – С. 25 – 29.

95. Маринич О.М., Шищенко П.Г. Фізична географія України. – К.: Знання, 2003. – 513 с.

96. Матвеев Н.М. Основы степного лесоведения профессора А. Л. Бельгарда и их современная интерпретация. – Самара: Самарский университет, 2011. – 126 с.

97. Меггаран Э. Экологические разнообразие и его измерение. – М.: Мир, 1992. – 184 с.

98. Миркин Б.М. Что такое растительное сообщество. – М.: Наука, 1986. – 164 с.

99. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Введение в современную науку о растительности. – М.: ГЕОС, 2017. – 280 с.

100. Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Толковый словарь современной фитоценологии. – М.: Наука, 1983. – 133 с.

101. Миркин Б.М., Ямалов С.М., Наумова Л.Г. Синантропные растительные сообщества: модели организации и особенности классификации / Журнал общей биологии. – 2007. – № 6. – С. 446 – 454.

102. Михайлова А.А., Попова Л.Ф. Влияние автотранспорта на загрязнение урбоэкосистемы Архангельска / Экология урбанизированных территорий. – 2011. – № 1. – С. 47 – 52.

103. Михайлова А.А., Попова Л.Ф., Труфанова Н.Е. Степень загрязнения почв нефтепродуктами как показатель воздействия автотранспорта. Экологические проблемы человечества: материалы научно-практической конференции. – М., 2009. – С. 56 – 59.

104. Мокеева А.В., Алексеев А.Ю., Емельянова Е.К., Забелин В.А., Заушинцева А.В., Тараканова А.С., Шестопалов А.М., Ильичева Т.Н. Ассоциация штаммов бактерий-нефтедеструкторов для ремедиации нефтезагрязненных территорий / Вестник НГУ. Серия: Биология, клиническая медицина. – 2011. – № 3. – С. 27 – 34.

105. Мордкович В.Г., Шатохина Н.Г., Титлянова А.А. Степные катены. – Новосибирск: Наука, 1985. – 118 с.
106. Морсунова Ю.В. Биоремедиация почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами в условиях Западного Предкавказья: автореферат дис. канд. биол. наук: 06.01.03. – Краснодар, 2009. – 22 с.
107. Мочалина А.В. Реабилитация земель, загрязненных нефтью и нефтепродуктами при помощи микробиологических препаратов: автореферат дис. канд. биол. наук: 06.01.03. – М., 2013. – 22 с.
108. Національна стратегія наближення (апроксимації) законодавства України до права ЄС у сфері охорони довкілля. – К.: Європейський Союз, 2015. – 112 с.
109. Непряхин П.С., Шалатонов Е.Н. Характеристика структуры почвенно-растительного покрова территории для принятия экологически обоснованных решений при проектировании нефтепроводных систем / Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2013. – № 3(11). – С. 92 – 94.
110. Ногина Т.М, Думанская Т.У, Хоменко Л.А., Подгорский В.С. Эффективность препарата "Эколан-М" для очистки нефтяных загрязнений почвы. Мікробіологічний журнал – 2012. – № 6. – С. 29 – 35.
111. Одум Ю. Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 742 с.
112. ООО "Терра-Экология". Рекультивация нефтезагрязненных почв и водоемов при помощи биоразлагаемых сорбентов / Территория Нефтегаз. – 2012. – №. 6. – С. 128 – 132.
113. Охорона природи: короткий опис Директив ЄС та графік їх реалізації. – К.: Європейський Союз, 2014. – 14 с.
114. Петряшин Л.Ф., Лысяный Г.Н., Тарасов Б.Г. Охрана природы в нефтяной и газовой промышленности: учебное пособие. – Львов: Вища школа, 1984. – 186 с.
115. Писаренко П.В., Романович І.С. Вплив нафтопромисловості на виготовлення екологічно безпечної сільськогосподарської продукції. Ор-

ганічне виробництво і продовольча безпека. Збірка матеріалів доповідей учасників II Міжнародна науково-практична конференція. – Житомир: Полісся, 2014. – С. 319 – 322.

116. Постанова Кабінету Міністрів України від 07.09.2011 № 942 "Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2020 року". – Офіційний вісник України від 16.09.2011, 2011. – № 69. – С. 22.

117. Потапенко О.В., Ганжа Д.С., Жуков О.В. Перспективи екологічної оцінки територій електричних підстанцій / Питання лісового степознавства та лісової рекультивації земель. – 2016. – Вип. 45. – С. 138 – 147.

118. Потапенко О.В. Оцінка екологічних режимів у межах територій електричних підстанцій методами фітоіндикації / Вісник Дніпропетровського аграрно-економічного університету. – 2016. – № 4(42). – С. 133 – 139.

119. Потапенко О.В. Перспективи екологічної оцінки територій електричних підстанцій як осередків біорізноманіття. Екологічні дослідження лісових біогеоценозів степової зони України: Матеріали міжнародної наукової конференції. – Дніпро: Ліра, 2016. – С. 55 – 56.

120. Потапенко О.В. Екоморфічний аналіз рослинного покриву територій електричних підстанцій. Біотехнологія: досвід, традиції та інновації: збірник наукових праць: Матеріали I Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. – К.: НУХТ, 2016. – С. 313 – 318.

121. Потапенко О.В. Екоморфічний аналіз рослинного покриву територій електричних підстанцій. Молодь: наука та інновації 2016: Матеріали IV-ї Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих учених. – Дніпро: Державний ВНЗ "НГУ", 2016. – С. 6 – 7.

122. Потапенко О.В. Оценка фитоценотического разнообразия территорий электрических подстанций. Відновлення біотичного потенціалу агроєкосистем: Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції. – Дніпро: Акцент ПП, 2018. – С. 51 – 53.

123. Потапенко О.В. Роль геоморфічних предикторів для моделювання просторового варіювання екологічних режимів, оцінених за допомогою фітоіндикації. Екологічні дослідження лісових біогеоценозів степової зони України: Матеріали II Міжнародної наукової конференції. – Дніпро: Дніпровський національний університет ім. І. Гончара, 2018. – С. 52 – 53.

124. Потапенко Е.В. Оценка фитоценотического разнообразия территорий электрических подстанций / *Acta Biologica Sibirica*. – 2018. – № 4(3). – С. 6 – 35.

125. Процько Я.І. Вплив нафти та нафтопродуктів на ґрунтовий покрив. Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2010. – № 2. – С. 189 – 191.

126. Работнов Л.Г. Луговоедение. – М.: МГУ, 1974. – 384 с.

127. Разумовский С М. Закономерности динамики биоценозов. – М.: Наука, 1981. – 231 с.

128. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 18.08.2017 № 650-р "Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року "Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/ua/npras/250250456>

129. Романовский М.Г. Продуктивность, устойчивость и биоразнообразие равнинных лесов европейской России. – М.: МГУЛ, 2002. – 92 с.

130. Романюк О.І., Шевчик Л.З., Ощиповський І.В., Жак Т.В. Методика екологічного оцінювання нафтозабруднених ґрунтів / Вісник Дніпропетровського університету. – 2016. – № 26(2). – С. 264 – 269.

131. Самбуу А.Д. Деградация почвенно-растительного покрова на участке Кызыл-Таштыгского месторождения в Туве / *Международный Журнал фундаментальных и прикладных исследований*. – 2014. – № 12. – С. 132 – 134.

132. Сметана М.Г. Синтаксономія степової та рудеральної рослинності Криворіжжя. – Кривий Ріг: І.В.І., 2002. – 132 с.

133. Сметана О.М., Перерва В.В. Біогеоценотичний покрив ландшафтно-техногенних систем Кривбасу. – Кривий Ріг: Видавничий дім, 2007. – 247 с.
134. Смольникова В.В., Дементьева Д.М., Дементьев М.С. Особенности биоремедиации нефтезагрязненных почв / Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – № 1(5). – С. 1219 – 1221.
135. Смольникова В.В., Ледовская Н.В. Современное состояние технологий биоремедиации почв в условиях углеводородного загрязнения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/c115-18/24514-115-118>
136. Соломаха В.А. Синтаксономія рослинності України. – К.: Фітосоціоцентр. 2008. – 161 с.
137. Соснина Е.Н., Маслеева О.В. Оценка шумового воздействия трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ на окружающую среду / Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. – 2011. – № 4(97). – С. 237 – 241.
138. Сукачев В.Н. Избранные труды. – Л.: Наука, 1972. – 418 с.
139. Сукачев В.Н. Растительные сообщества. – М.: Книга, 1928. – 227 с.
140. Сулейман Д.Н. Экологическая оценка флоры и растительности разновозрастных залежей Донецкой и Луганской областей Украины: дис. канд. біол. наук : 03.00.16. – Дніпро, 2016. – 194 с.
141. Такеладзе Г.О., Манасян С.К., Милосердов Е.В., Манасян Г.С., Андгуладзе И.С. Технология очистки загрязненных нефтепродуктами почв / Иркутская государственная сельскохозяйственная академия, Красноярский государственный аграрный университет. – 2013. – № 4. – С. 50 – 62.
142. Тарасов В.В. Флора Дніпропетровської і Запорізької областей. – Дніпро: Ліра, 2012. – 296 с.

143. Тарчевский В.В. О выделении новой отрасли ботанических знаний – промышленной ботаники. Растительность и промышленные загрязнения. Охрана природы на Урале. – Свердловск, 1970. – С. 5 – 9.

144. Толстоухов А.В. Філософсько-світоглядні засади оптимального управління екологічною ситуацією в Україні: автореферат дис. канд. філос. наук: 09.00.09. – Київ, 1999. – 15 с.

145. Травлєєв А.П., Ситнік К.М., Шеляг-Сосонко Ю Р., Барановський Б.О., Тарасов В.В., Волошина Н.О., Александрова А.О., Андрусевич К.В., Крутенко В.В., Євтушенко В.М., Чорна А.А., Крамизова Л.О., Невмивако Д. О. Червона книга Дніпропетровської області (рослинний світ). – Дніпропетровськ, 2010. – 500 с.

146. Трофимов С.Я., Аммосов Я.М., Орлов Д.С. Влияние нефти на почвенный покров и проблема создания нормативной базы по влиянию нефтезагрязнения на почвы / Вестник МГУ. – 2000. – № 2. – С. 30 – 34.

147. Указ Президента України «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» № 722/2019 від 30.09.2019 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/722/2019>

148. Урусевская И.С. Почвенные катены Нечерноземной зоны РСФСР. – Почвоведение, 1990. – № 9. – С. 12 – 26.

149. Усманова Л.С., Абрамова, Л.М. Разнообразие синантропной и синантропизированной растительности населенных пунктов центральной части Башкирского Предуралья / Фиторазнообразие Восточной Европы. – 2018. – № XII(3). – С. 67 – 81.

150. Фридланд В.М. Структура почвенного покрова. – М.: Мысль, 1972. – 424 с.

151. Фурдичко О.І. Наукові основи сталого розвитку агроєкосистем України. – К.: ДІА, 2013. – 704 с.

152. Характер восстановления земель на нарушенных землях / Сфера. Нефть и Газ. – 2013. – № 3(36). – С. 60 – 61.

153. Хесле В. Философия и экология. – М.: Издательская фирма «АМ1», 1994. – 141 с.
154. Хлизіна Н.В. Сингенез і літофільні угруповання та сукцесії в теоретичному висвітленні / Грунтознавство. – 2004. – № 3–4. – С. 63–69.
155. Холод С.С. (1991). Классификация фитокатен горных склонов / Ботанический журнал. – 1991. – № 9. – С. 1239 – 1249.
156. Чачина С.Б. Рекультивация почв, загрязненных отработанным машинным маслом с использованием дождевых червей *Eisenia Fetida* и микробиологического препарата "Байкал-ЭМ" / Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 11-2. – С. 268 – 273.
157. Чибрик Т.С., Глазырина М.А. Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных промышленностью земель. – Екатеринбург, 2008. – 196 с.
158. Шанда В.І., Ворошилова Н.В. Адаптивна фіторекультиваци́я та експериментальні сукцесії / Питання біоіндикації та екології. – 2009. – № 2. – С. 35 – 44.
159. Шапар А.Г., Скрипник О.О., Тараненко О.С., Ємець М.А., Анісімова Л.Б., Романенко І.І. Основні технології формування вторинного ландшафтного та біотичного різноманіття порушених земель / Екологія і природокористування. – 2015. – № 19. – С. 79 – 86.
160. Шапарь А.Г., Сердюк Я.Я., Кушинов Н.В., Шпак Н.В. Экологическая карта Днепропетровской области. – Институт проблем природопользования и экологии, 1998. – 1 с.
161. Шапарь А.Г., Скрипник О.А., Сметана С.Н. Экоориентированные технологии формирования вторичных экосистем на землях, нарушенных горными работам / Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2014. – № 1. – С. 44 – 50.
162. Шапарь А.Г., Скрипник О.А., Романенко В.Н., Дейкун А.А., Сметана С.Н. Ингулецкий коридор – основа экологической сети Кривбасса / Семинар 8. – 2009. – С. 364 – 373.

163. Шарапова И.Э., Маслова С.П., Табаленкова Г.Н., Гарабаджиу А. В., Арчегова И.Б., Таскаев А.И. Описание изобретения к патенту. Корневичный способ фиторекультивации почвы от нефти и нефтепродуктов / Федеральная служба по интеллектуальной собственности. – 2010. – № 2. – С. 1 – 10.
164. Швец А.А. Фиторемедиация загрязненных нефтью почв в условиях северо-западного Кавказа: автореферат дис. канд. сель. наук: 06.01.03. – Краснодар, 2009. – 23 с.
165. Шевченко С.Ю. Влияние электромагнитных полей энергетического оборудования на окружающую среду / Электротехніка і електромеханіка. – 2009. – № 12. – С. 153 – 156.
166. Шелегда О.Р. Методи ботанічних та геоботанічних досліджень. – Запоріжжя: КЗ "ЗОЦТКУМ" ЗОР, 2011. – 32 с.
167. Шеляг-Сосонко Ю.Р., Попович С.Ю. Предмет і структура созологічної фітосферології / Екологія та ноосферологія. – 1997. – № 1–2. – С. 56 – 64.
168. Шенников А.П. Введение в геоботанику. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. – 447 с.
169. Шенников А.П. Луговоеведение. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1941. – 511 с.
170. Шестопалов О.В., Бахарева Г.Ю., Мамедова О.О. Охорона навколишнього середовища від забруднення нафтопродуктами. – Харків: НТУ «ХП», 2015. – 116 с.
171. Шматков Г.Г., Оксамытний А.Ф., Николаева И.Н. Экологические проблемы обеспечения безопасной жизнедеятельности техногенно нагруженных регионов (на примере Днепропетровской области) / Екологія природокористування. – 2009. – № 12. – С. 42 – 47.
172. Шульга О.М., Вільданова-Марцишин Р.І., Щеглова Н.С., Карпенко О.В., Мартинюк Н.Б., Новіков В.П. Вивчення рослинного різноманіття забруднених об'єктів західного регіону України для застосування у методах

фітореMediaції / Вісн. нац. ун-ту «Львівська політехніка». – Львів, 2008. – Вип. 622. – С. 120 – 124.

173. Юнусова Г.Б., Коканов С.К., Бейшова И.С. Влияние загрязнения нефтью и нефтепродуктами на процессы почвообразования / Многопрофильный научный журнал "3i: intellect, idea, innovation". – 2016. – № 4. – С. 216 – 226.

174. Ягофарова Г.Г. Экологическая биотехнология в нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2001. – 214 с.

175. A New Energy Landscape, Sustainability Performance. Report of Vattenfal according to GRI, – 2012. – 32 p.

176. Abramowicz D.A. Aerobic and anaerobic PCB degradation in the environment / Environ. Health Perspective. – 1995. – № 103. – P. 97 – 99.

177. Achuba F.I. The effect of sublethal concentrations of crude oil on the growth and metabolism of Cowpea (*Vigna unguiculata*) seedlings / The Environmentalist. – 2006. – № 26. – P. 17 – 20.

178. Adam G., Duncan H.J. Influence of Diesel Fuel on Seed Germination / Environmental pollution. – 2002. – № 120. – P. 363 – 370.

179. Adebola A.A., Iheoma M.A., Tobit O.I. Impact of bioremediation formulation from Nigeria local resource materials on moisture contents for soils contaminated with petroleum products / International Journal of Engineering Research and Development. – 2012. – № 2. – P. 40 – 45.

180. Agbogidi O.M., Edema N.E., Agboje I. Evaluation of African bread fruit (*Treculia africana* Decene) for bioremediation in soils impacted with crude oil / International Journal of science and nature. – 2011. – № 2(3). – P. 461 – 466.

181. Alamri S.A. Use of microbiological and chemical methods for assessment of enhanced hydrocarbon bioremediation / Journal of Biological Sciences. – 2009. – № 9. – P. 37 – 43.

182. Andreoli G., Bulgarelli B., Hosgood B., Tarchi D. (2007). Hyperspectral analysis of oil and oil-impacted soils for remote sensing purposes. – European commission joint research center, 2007. – 36 p.
183. Atanassov I. New Bulgarian soil pollution standards / Bulgarian Journal of Agricultural Science. – 2007. – № 14(1). – P. 68 – 75.
184. Austin M.P. Non-linear species response models in ordination / Vegetatio. – 1976. – № 33. – P. 33 – 41.
185. Baljuk J.A., Kunah O.N., Zhukov A.V., Zadorozhnaja G.A., Ganzha D.S. Sampling adaptive strategy and spatial organisation estimation of soil animal communities at various hierarchical levels of urbanised territories / Biological Bulletin. – 2014. – № 4(3). – P. 8 – 33.
186. Beven K., Kirkby N. A physically based variable contributing area model of basin hydrology / Hydrological Sciences Bulletin. – 1979. – № 24. – P. 43 – 69.
187. Bock M., Köthe R. Predicting the depth of hydrologic soil characteristics / Hamburger Beiträge zur Physischen Geographie und Landschaftsökologie. – 2008. – № 19. – P. 13 – 22.
188. Boehner J., Antonic O. Land surface parameters specific to topoclimatology. Hengl, T., & Reuter, H. I. (Eds.). Geomorphometry – concepts. – Software, Applications, 2009. – P. 195 – 226.
189. Bushnell T.M. Some aspects of the soil catena concept / Soil science society of America. – 1942. – № 7. – P. 466 – 476.
190. Chi B.L., Bing C.S., Walley F., Yates T. Topographic indices and yield variability in a rolling landscape of western Canada / Pedosphere. – 2009. – № 19(3). – P. 362 – 370.
191. Ciha A.J. Slope position and grain yield of soft white winter wheat / Agronomy Journal. – 1984. – № 76. – P. 193 – 196.
192. Cox M.S., Gerard P.D., Abshire M.J. Selected soil properties' variability and their relationships with yield in three Mississippi fields / Soil Science Society of America Journal. – 2006. – № 171. – P. 541 – 551.

193. Dehn M., Gärtner H., Dikau R. Principles of semantic modeling of landform structures / Computers and Geoscience. – 2001. – № 27. – P. 1005 – 1010.
194. DeLaune R.D., Alan L. Wright projected impact of deepwater horizon oil spill on U.S. gulf coast wetlands / Soil science society of America. – 2011. – № 75(5). – P. 1602 – 1612.
195. Diaz S., Settele J., Brondízi E. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services [Электронный ресурс]. – 2018. – 39 p. Режим доступа: https://www.ipbes.net/sites/default/files/downloads/spm_unedited_advance_for_posting_htn.pdf
196. Didukh Ya.P. –The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication. – Kyiv: Phytosociocentre, 2011. – 176 p.
197. Didukh Ya.P., Chusova O.O., Olshevska I.A., Polishchuk Yu.V. River valleys as the object of ecological and geobotanical / Ukr. Bot. J. – 2012. – № 72(5). – P. 415 – 430.
198. Ecosystems and human well-being. A report of the millennium ecosystem assessment. – 2005. – 36 p.
199. Efe S.I., Elenwo E.I. Phytoremediation of crude oil contaminated soil with *Axonopus compressus* in the Niger delta region of Nigeria / Natural resources. – 2014. – № 5. – P. 59 – 67.
200. Empowering sustainable energy transition. Our Responsibility. Report RWE. – 2012. – 155 p.
201. Environmental, health, and safety guidelines for electric power transmission and distribution. World Bank Group. – 2007. – 23 p.
202. Environmental Impacts Of Substations. Public Service Commission of Wisconsin. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://psc.wi.gov/Documents/Brochures/Impacts%20of%20Substations.pdf>
203. E.ON CR Reporting. – 2008. – 133 p.

204. Final oil pollution research & technology plan. Interagency coordinating Committee on oil pollution research. – USA, 2015. – 294 p.
205. Green T.R., Erskine R.H. Measurement, scaling, and topographic analyses of spatial crop yield and soil water content / *Hydrological Processes*. – 2004. – № 18. – P. 1447 – 1465.
206. Growing application of protective devices aims to reduce outages triggered by wildlife. *INMR 20 years*. – 2013. – № 3. – P. 45 – 52.
207. Guisan A., Weiss S.B., Weiss A.D. GLM versus CCA spatial modeling of plant species distribution / *Plant Ecology*. – 1999. – № 143. – P. 107 – 122.
208. Halvorson G.A., Doll E.C. (1991). Topographic effects on spring wheat yield and water use/ *Soil Science Society of America Journal*. – 1991. – № 55. – P. 1680 – 1685.
209. Hill M.O. TWINSPLAN - a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. – Cornell University, Ithaca, New York, 1979. – 90 p.
210. Hole F.D. Suggested terminology for describing soils as three-dimensional bodies / *Soil Science Society of America Journal*. – 1953. – № 17. – P. 131 – 135.
211. How we manage our impacts on biodiversity. EDF Energy. – 2015. – 6 p.
212. Hyvärinen, M. Electrical networks and economies of load density: dissertation for the degree of doctor of science in technology. – Helsinki, 2008. – 158 p.
213. Indicator Protocols Set Environment (EN), GRI. – 2009. – 41 p.
214. Isama L.R., Isama L. Effects of crude oil spillage on soil physico-chemical properties in ugborodo community / *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)*. – 2013. – № 3. – P. 3336 – 3342.
215. Iwahashi J., Pike R.J. Automated classifications of topography from DEMs by an unsupervised nested-means algorithm and a three-part geometric signature / *Geomorphology*. – 2007. – № 86. – P. 409 – 440.

216. Kamel R., Hassan A., Mahmoud S., Moustafa H., Taher F. Integration of planning models in the restructured electricity sectors in Egypt / CIGRE Council on Large Electric Systems. – 2004. – P. 1 – 8.
217. Karatzoglou A., Smola A., Hornik K., Zeilei, A. Kernlab – An S4package for Kernel methods / R. Journal of Statistical Software. – 2004. – № 11(9). – P. 1 – 20.
218. Kaspar T.C., Pulido D.J., Fenton T.E., Colvin T.S., Karlen D.L., Jaynes D.B., Meek D.W. Relationships of corn and soybean yield to soil and terrain properties / Agronomy Journal. – 2004. – № 96. – P. 700 – 709.
219. Kezunovic M. The new substation / Electric perspectives. – 2012. – № 12. – P. 22 – 28.
220. Khalilova H.Kh. The impact of oil contamination on soil ecosystem / Biological and Chemical Research. – 2015. – № 9. – P. 133 – 139.
221. Khalilova H.Kh. The impact of hydrocarbon pollution on biochemical characteristics of aquatic ecosystems / KĪMYA PROBLEMLƏRĪ. – 2016. – № 2. – P. 146 – 152.
222. Kharaka Y.K., Otton J.K. Environmental impacts of petroleum production. Initial results from the Osage-Skiatook petroleum environmental research sites. – Osage County, Oklahoma, 2003. – P. 1 – 11.
223. Kravchenko A.N., Bullock D.G. Correlation of corn and soybean grain yield with topography and soil properties / Agronomy Journal. – 2000. – № 92. – P. 75–83.
224. Kunah O.M., Papka O.S. Ecogeographical determinants of the ecological niche of the common milkweed (*Asclepias syriaca*) on the basis of indices of remote sensing of land images / Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, Ecology. – 2016. – № 24(1). – P. 78 – 86.
225. Lehner B., Verdin K., Jarvis A. HydroSHEDS Technical Documentation. – World Wildlife Fund US, Washington, 2006. – 112 p.
226. Lieb M., Schmidt J., Glaser B. Improving the spatial prediction of Soil organic carbon stocks in a complex tropical mountain landscape by methodological

specifications in machine learning approaches / PLoS One. – 2016. – № 11(4). – P. 153 – 167.

227. Linkins A.E., Antibus R.K. Impact of surface applied Prudhoe Bay crude oil on mycorrhizal root respiration and cold acclimation / ARCTIC. – 1978. – № 31(3). – P. 381 – 391.

228. Liu W., Luo Y., Teng Y., Li Z., Ma L.Q. (2010). Bioremediation of oily sludge-contaminated soil by stimulating indigenous microbes / Environmental geochemistry and health. – 2010. – № 10. – P. 23 – 29.

229. Mandal A.J., Sarma P.M., Singh B., Jeyaseelan C.P., Channashettar V.A., Lal B., Datta J. Bioremediation: an environment friendly sustainable biotechnological solution for remediation of petroleum hydrocarbon contaminated waste / Journal of Science and Technology. – 2012. – № 2. – P. 1 – 12.

230. Marques da Silva J.R., Silva L.L. Evaluation of maize yield spatial variability based on field flow density / Biosystems Engineering. – 2006. – № 95. – P. 339 – 347.

231. McCool D.K., Renard K.G., Foster G.R. The revised universal soil loss equation / Proceedings of an international workshop on soil erosion. – The Center for Technology Transfer and Pollution Prevention, Purdue University, West Lafayette, USA, 1994. – 45–59.

232. Miao Y.X., Mulla D.J., Robert P.C. Identifying important factors influencing corn yield and grain quality variability using artificial neural networks / Precision Agriculture. – 2006. – № 7. – P. 117 – 135.

233. Milne G. Some suggested units for classification and mapping, particularly for East African soils / Soil Research. – 1935. – № 4. – P. 183 – 198.

234. Minasny B., Mcbratney A.B. Integral energy as a measure of soil-water availability / Plant and Soil. – 2003. – № 249(2). – P. 253 – 262.

235. Moore I.D., Nortin T.W., Williams J.E. Modelling environmental heterogeneity in forested landscapes / Journal of Hydrology. – 1993. – № 150. – P. 717 – 747.

236. Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. – Kiev: M. G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, 1999. – 369 p.
237. Mueller W.F., Bedell G.W., Baker B., Shojaee S., Jackson P.J., Ward T. J. Bioremediation of TNT wastes by higher plants. Proceedings of the 3rd Annual Technology Development Conference. – 1993. – P. 192 – 201.
238. National Policy Statement for Electricity Networks Infrastructure (EN-5). – London: The Stationery Office, 2011. – 32 p.
239. Ogbo E.M. Effects of diesel fuel contamination on seed germination of four crop plants - *Arachis hypogaea*, *Vigna unguiculata*, *Sorghum bicolor* and *Zea mays* / African Journal of Biotechnology. – 2009. – № 8(2). – P. 250 – 253.
240. Olaya V., Conrad O., Hengl T., Reuter H. I. (2008). Geomorphometry in SAGA / Geomorphometry: Concepts, software, applications. Elsevier. – 2008. – № 240. – P. 1285 – 1293.
241. Okoye C.O., Okwute G.A. Heavy metal concentrations in food crops grown in crude oil impacted soils in Olomoro, delta State-Nigeria and their health implications / International Journal of Engineering Science Invention. – 2014. – № 3. – P. 15 – 21.
242. Okoye C.O., Chinedu U.O., Okunrobo A. Impact of oil spill on land and water and its health implications in Odu-Gboro community, Sagamu, Ogun State, Nigeria / World Journal of Environmental Sciences & Engineering. – 2014. – № 1(1). – P. 1 – 21.
243. Oprea C., Gustova M.V., Maslov O.D., Oprea I.A., Szalansky P.J. A statistical analysis of regional oil impacts on environment. Neutron Spectroscopy, Nuclear Structure, Related Topics: XVI International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei (ISINN-16). – 2008. – P. 401 – 406.
244. Orlanski J. A rational subdivision of scales for atmospheric processes / Bulletin of the American Meteorological Society. – 1975. – № 56. – P. 527 – 530.
245. Otton, J. K., Zielinski, R.A. Produced water and hydrocarbon releases at the Osage-Skiatook petroleum environmental research sites, Osage County, Ok-

lahoma: introduction and geologic setting. Initial results from the Osage-Skiatook petroleum environmental research sites. – Osage County, Oklahoma, 2004. – P. 14 – 41.

246. Our better energy ambition report. EDF Energy. – 2015. – 23 p.

247. Peterson C.H., Stanley D.R., Jeffrey W.S., Esler D., Bodkin J.L., Ballachey B.E., Irons D.B. Long-term ecosystem response to the Exxon Valdez oil spill / Science. – 2003. – № 302. – P. 2084 – 2086.

248. Pignatti E., Pignatti S. (2014). Plant Life of the Dolomites: Vegetation Structure and Ecology. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

https://books.google.com.ua/books?id=47i8BAAAQBAJ&pg=PA741&lpg=PA741&dq=Polygon-Poetea+annuae+%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%81&source=bl&ots=RLkU56Os-H&sig=0xBHsC14ZUZShg_Jwe7YD0s5Pus&hl=ru&sa=X&ved=0ahUKEwjOtYr qw9_ZAhVClwKHSZnDZQQ6AEIbjAQ#v=onepage&q=Polygon-Poetea%20annuae%20%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%81&f=false

249. Potapenko O.V., Kunah O.M., Fedushko P.M. The effect of technological oil spill in soil within electrical generation substations, analysed by ecological regime in the context of relief properties / Biosystems Diversity. – 2019. – №– 27(1). – P. 43 – 50.

250. Power supply upgrade Lee Street substation, central review of environmental factors. – NSW Government, 2004. – 84 p.

251. Programmatic sustainable remediation guidance. – Pacific Gas and Electric Company, 2012. – 14 p. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.pge.com/en_US/about-pge/environment/taking-responsibility/taking-responsibility.page

252. Prokopenko E V. A case study of the herb-dwelling spider assemblages (Aranei) in a meadow under the power transmission lines in Ukrainian Carpathians / Vestnik zoologii. – 2015. – № 49(1). – P. 87 – 94.

253. Protecting nature in power grid planning. – BirdLife International, 2016. – 15 p.
254. PSE is protecting wildlife and habitat. – 2014. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pse.com/aboutpse/Environment/Pages/Wildlife-Habitat.aspx>
255. Quillen T.W., Smith S.M., Al-Shatti F., Shewdikar S.V. Remediation of produced water ponds and associated crude oil-impacted soil, Wafra oil field, Kuwait / International Journal of Advancements in Research & Technology. – 2013. – № 2(7). – P. 52 – 56.
256. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. – Vienna, Austria, 2017.
257. Samson E.O., Akuro A. Bioremediation of crude oil impacted soil utilizing surfactant, nutrient and enzyme amendments / Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES). – 2014. – № 4(4). – P. 41 – 50.
258. Santos H.F., Carmo F.L., Paes J.E., Rosado A.S., Peixoto R.S. Bioremediation of mangroves impacted by petroleum / Water, Air, and Soil Pollution. – 2011. – № 216(1–4). – P. 329 – 350.
259. Sappington J.M., Longshore K.M., Thompson D.B. Quantifying landscape ruggedness for animal habitat analysis: A case study using desert bighorn sheep in the Mojave Desert / Journal of Wildlife Management. – 2007. – № 71(5). – P. 1419 – 1426.
260. Scullion J. Remediating polluted soils / Naturwissenschaften. – 2006. – № 93. – P. 51 – 65.
261. Securing the future. Our Responsibility. – Report RWE, 2012. – 104 p.
262. Sherrington M. Biodiversity assessment in the Oil Sands region, northeastern Alberta, Canada / Impact Assessment and Project Appraisal. – 2005. – № 23(1). – P. 73 – 81.
263. Simberloff D. Equilibrium theory of island biogeography and ecology / Annual Review of Ecology and Systematics. – 1974. – P. 161 – 184.

264. Simmons F.W., Cassel D.K., Daniels R.B. Landscape and soil property effects on corn grain yield response to tillage / Soil Science Society of America Journal. – 1989. – № 53. – P. 534 – 539.
265. Soil not oil. – Soil Association: Bristol, 2008. – 16 p.
266. Statistica 7.0 and Project R "R: A Language and Environment for Statistical Computing" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.R-project.org>.
267. Sustainability Report E.ON. – 2015. – 217 p.
268. Ter Braak C.J.F. Canonical correspondence analysis: A new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis / Ecology. – 1986. – № 67. – P. 1167 – 1179.
269. Terytze K., Atanassov I. Results obtained in harmonizing soil investigation methods within the framework of cooperation with countries in Central and Eastern Europe / Assessment of the Quality of Soils and Sites in Central and Eastern European Countries (CEEC) and New Independent States (NIS). Proceedings. GorexPress, Sofia. – 2002. – P. 149 – 159.
270. Tennessee Valley Authority. Plateau 500-KV substation. Environmental assessment. – Chattanooga, Tennessee, 2013. – 157 p.
271. The Biotope Method. A method for calculating the impact of land use and water use. – Vattenfal, 2015. – 38 p.
272. Timlin D., Pachepsky Y., Snyder V.A., Bryant R.B. Spatial and temporal variability of corn grain yield on a hillslope / Soil Science Society of America Journal. – 1998. – № 62. – P. 764 – 773.
273. Vavrek M.C., Campbell W.J. Contribution of seed banks to freshwater wetland vegetation recovery Louisiana Applied and Educational Oil Spill Research and Development Program. – OSRADP. Technical Report Series, 2002. – 12 p.
274. Yaalon D.H. Soil-forming processes in time and space / Paleopedology: Origin, Nature and Dating of Paleosols. Israel University Press, Jerusalem, Israel. – 1971. – P. 29–39.

275. Yasuhi H., Tomita M., Kozuka E., Ohtsuka H., Miyachi N., Nomura N., Kimura H., Takagi Y. R&D on oil contaminated soil treatment system. – Petroleum Energy Center, 2000. – 14 p.
276. Weber H. E., Moravec J., Theurillat J.-P. International code of phytosociological nomenclature / Journal of Vegetation Science. – 2000. – № 71. – P. 739 – 768.
277. Wilson S.C., Jones K.C. Bioremediation of soil contaminated with aromatic hydrocarbons (PAHs): a review / Environmental Pollution. – 1993. – № 80. – P. 229 – 249.
278. Wischmeier W.H., Smith D.D. Predicting rainfall erosion losses. – Agricultural handbook. Washington, 1978. – P. 537 – 565.
279. Zeleke T.B., Si B.C. Scaling properties of topographic indices and crop yield: Multifractal and joint multifractal approaches / Agronomy Journal. – 2004. – № 96. – P. 1082 – 1090.
280. Zhukov A.V., Andryushchenko A.Y. Relief and ecological niche of mute swan (*Cygnus olor* (Gmelin, 1803) wintering in Sivash / Acta Biologica Sibirica. – 2017. – № 3(2). – P. 20 – 45.
281. Zhukov O.V., Kunah O.M., Dubinina Y.Y., Fedushko M.P., Kotsun V.I., Zhukova Y.O., Potapenko O.V. Tree canopy affects soil macrofauna spatial patterns on broad- and meso-scale levels in an Eastern European poplar-willow forest in the floodplain of the River Dnipro / Folia Oecologica. – 2019. – № 46. – P. 123 – 136.
282. Zhukov A.V., Kunah O.N., Novikova V.A., Ganzha D.S. Phytoindication estimation of soil mesopedobionts communities catena and their ecomorphic organization / Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University. – 2016. – № 6(3). – P. 91 – 117.
283. Zhukov A.V., Sirovatko V.O., Ponomarenko N.O. (2017). Spatial dynamic of the agriculture fields towards their shape and size / Ukrainian Journal of Ecology. – 2017. – № 7(3). – P. 14 – 31.

Таксономічна структура флори

Таксони	Кількість видів
Відділ Bryophyta	1
Клас Polytrichopsida	1
Polytrichaceae	1
Відділ Magnoliophyta	201
Клас Liliopsida	28
Asphodelaceae	1
Cyperaceae	1
Juncaceae	1
Poaceae	25
Клас Polytrichopsida	173
Acereae	1
Adoxaceae	1
Amaranthaceae	3
Apiaceae	8
Asteraceae	42
Boraginaceae	3
Brassicaceae	14
Campanulaceae	1
Cannabaceae	2
Caprifoliaceae	1
Caryophyllaceae	6
Celastraceae	1
Convolvulaceae	1
Cornaceae	1
Crassulaceae	1
Dipsacaceae	1
Euphorbiaceae	3
Fabaceae	17
Geraniaceae	3
Grossulariaceae	1

Продовження Додатку А

Таксони	Кількість видів
Juglandaceae	1
Lamiaceae	12
Malvaceae	1
Moraceae	1
Oleaceae	1
Onagraceae	1
Oxalidaceae	1
Papaveraceae	2
Plantaginaceae	5
Plumbaginaceae	1
Polygonaceae	3
Portulacaceae	1
Ranunculaceae	3
Resedaceae	1
Rhamnaceae	1
Rosaceae	11
Rubiaceae	3
Scrophulariaceae	3
Simaroubaceae	1
Solanaceae	1
Ulmaceae	1
Violaceae	3
Vitaceae	1
Zygophyllaceae	1

Дериватне угруповання *Polygonum aviculare* [*Artemisietea vulgaris/Stellarietea mediae*]

№ описання	15	102	103	104	106	108	110	112	114	Конс- тан- тність
Площа	9	18	9	18	18	18	18	18	18	
Проективне покриття	25	85	14	95	90	95	85	90	100	
Кількість видів	9	21	7	21	21	21	21	21	21	
Д.в. дериватного угруповання <i>Polygonum aviculare</i> [<i>Artemisietea vulgaris/Stellarietea mediae</i>]										
<i>Polygonum aviculare</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	V
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Artemisietea vulgaris</i>										
<i>Galium aparine</i> L.		2		2	2	2	2	3	3	IV
<i>Artemisia austriaca</i>	+	2	+	2	2	2	1	2	2	V
<i>Medicago sativa</i> L.		2		2	2	2	2	2	2	IV
<i>Salvia verticillata</i> L.		+		+	+	+	+	+	+	IV
<i>Medicago lupulina</i>	+	1	+	1	1	1	1	1	1	V
<i>Crepis foetida</i>		1		1	1	1	1	1	1	IV
<i>Echium vulgare</i> L.		+		+	+	+	+	+	+	IV
<i>Ajuga chia</i> Schreb.			1							I
<i>Jacobaea vulgaris</i> Gaertn.		+		+	+	+	+	+	+	IV
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Stellarietea mediae</i>										
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medikus		1		1	1	1	1	1	1	IV
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	1	2	+	2	2	2	2	2	2	V
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	2									I
<i>Atriplex tatarica</i> L.		+		+	+	+	+	+	+	IV
<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	1	1	+	1	1	1	1	1	1	V
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Polygono-Poetea annuae</i>										
<i>Poa annua</i> L.	1									I
<i>Trifolium repens</i>	1									I
<i>Lotus ucrainicus</i>		1		1	1	1	1	1	1	IV
<i>Trifolium hybridum</i>		+		+	+	+	+	+	+	IV
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Agropyretea repentis</i>										
<i>Elymus repens</i>		2		2	2	2	2	2	2	IV
<i>Convolvulus arvensis</i>	+	2	1	2	2	1	2	2	2	V
Інші										
<i>Plantago lanceolata</i>		2		2	2	2	2	2	2	IV
<i>Pilosella officinarum</i>		2		2	2	2	2	2	2	IV
<i>Potentilla argentea</i>		2		2	2	2	2	2	2	IV
<i>Achillea millefolium</i>		2		2	2	2	2	2	2	IV

Продовження Додатку В

Інші															
<i>Geum urbanum</i>												+			I
<i>Erigeron annuus (L.) Pers.</i>												+			I
<i>Acer negundo</i>					+										I
<i>Silene latifolia</i>			+	+								+		+	II
<i>Centaurea scabiosa</i>					+										I
<i>Securigera varia</i>			+		+	+									II
<i>Agrimonia eupatoria L.</i>		+													I
<i>Lithospermum officinale L.</i>			+												I
<i>Chondrilla juncea</i>				1											I
<i>Pilosella officinarum</i>					2										I
<i>Potentilla argentea</i>	1		2	2											II

Примітка: також були зустрінуті *Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud.* (1), *Rumex hydrolapathum* (3), *Plantago major* (1), *Juncus gerardii* (+), *Althaea officinalis L.* (+)

Додаток Г

Базальне угруповання *Elymus repens* [*Festuco-Brometea*/*Artemisietea vulgaris*]

№ описання	16	17	18	20	23	60	62	75	79	116	144	146	162	163	Константність
Площа	18	9	18	18	9	18	18	9	9	18	18	18	18	9	
Проективне покриття	77	56	43	99	9	58	52	4	10	63	78	62	71	4	
Кількість видів	18	14	15	27	5	14	17	4	8	14	10	14	11	4	
Д.в. базального угруповання <i>Elymus repens</i> [<i>Festuco-Brometea</i> / <i>Artemisietea vulgaris</i>]															
<i>Elymus repens</i>	2	2	2	2	2	2	2	+	1	2	2	2	2	2	V
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Festuco-Brometea</i>															
<i>Poa angustifolia</i>	1														I
<i>Lactuca serriola</i>		1				1	2								II
<i>Artemisia austriaca</i>				2		2									II
<i>Festuca valesiaca</i>	2			2		2	1	+	+	2		2	2	+	IV
<i>Plantago lanceolata</i>		2	1	1	+		+			+		+			IV
<i>Stachys recta</i> L.		+		1											II
<i>Echium vulgare</i>							+					2			I
<i>Plantago media</i>				+		+									II
<i>Crepis tectorum</i>	1			1			+								II
<i>Euphorbia stepposa</i>													1		I
<i>Medicago falcata</i>						1				1		+	+		I
<i>Euphorbia seguieriana</i>										1		1			I
<i>Dianthus campestris</i> M. Bieb.							+								I
<i>Euphorbia virgata</i>		+	1	1											II
<i>Galium octonarium</i>				+											I
<i>Salvia tesquicola</i>			1	2						2		2			II
<i>Taraxacum serotinum</i> (Waldst. & Kit.) Poir.												+			I
<i>Thymus marschallianus</i> Willd.										+		1			I
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Artemisietea vulgaris</i>															
<i>Chelidonium majus</i>									+		+				I

Продовження Додатку Г

<i>Poa annua</i>														+		I
<i>Scabiosa ochroleuca</i>				1												I
<i>Rhamnus cathartica L.</i>			+													I
<i>Erigeron annuus</i>						+	+					+				II
<i>Lithospermum officinale</i>				1												I

Примітка: також були зустрінуті *Fragaria ananassa* (+), *Limonium gmelinii* (Willd.) Kuntze (1), *Galium humifusum* (2), *Viola suavis* (1), *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle (+), *Morus nigra* (2), *Bromus tectorum* (+).

Продовження Додатку Д

<i>Berteroa incana</i>					1							+				I
<i>Crepis foetida</i>					2	+	+		2					+		II
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Chenopodieta</i>																
<i>Taraxacum officinale</i>			2		2							+				II
<i>Sonchus arvensis</i>				+												I
<i>Atriplex tatarica</i>				2		2								+	+	II
<i>Cirsium arvense</i>				+												I
<i>Amaranthus retroflexus</i>		+				+										II
<i>Solanum americanum Mill.</i>		+														I
<i>Iva xanthiifolia</i>						2										I
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Stellarietea mediae</i>																
<i>Convolvulus arvensis</i>	+			2	1	+	1	+				+	+	+		IV
<i>Erigeron canadensis</i>		+	1		1	2	+									IV
<i>Stellaria media</i>												1				I
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	+	+	2	2	2	2	2	2	2	+	+	+	+	+		V
<i>Erysimum cheiranthoides</i>					+											I
<i>Lactuca tatarica</i>							+									I
Інші																
<i>Ribes nigrum L.</i>				2												I
<i>Ulmus minor</i>		+	+									1				II
<i>Juglans regia</i>	+															I
<i>Portulaca oleracea</i>		+								+						I
<i>Setaria viridis</i>	+	1	1	+		1										IV
<i>Diploaxis tenuifolia</i>		1														I
<i>Secale sylvestre</i>						1										I
<i>Elymus repens</i>	+	2	3		2	2		2						2		IV
<i>Pilosella officinarum</i>		2								+						I
<i>Potentilla argentea</i>		1										1				I

Продовження Додатку Д

<i>Achillea millefolium</i>		2			2	+	+	1	2	+	+		+	+		IV
<i>Trifolium pratense</i>			2		2											II
<i>Plantago major</i>			1													I
<i>Polygonum aviculare</i>		2	2	2		1		2	1					+		IV
<i>Prunus fruticosa</i>														2		I
<i>Rosa corymbifera Borkh.</i>									1							I
<i>Acer negundo</i>		+														I
<i>Securigera varia</i>		+														I
<i>Carex hirta</i>					2											I
<i>Lotus ucrainicus</i>									1							I
<i>Trifolium hybridum</i>								1	+							I

Примітка: також були зустрінуті *Galium humifusum* (2), *Syntrichia ruralis* (2), *Verbascum nigrum* L. (+), *Hemerocallis lilioasphodelus* L. (2), *Parthenocissus quinquefolia* (+), *Morus nigra* (1).

Базальне угруповання *Festuca valesiaca* [*Artemisietea vulgaris*/*Festuco-Brometea*]

№ описання	54	78	80	81	82	105	113	121	138	165	Конс- тан- тність
Площа	18	18	18	9	18	9	9	9	18	9	
Проективне покриття	93	75	89	7	100	7	5	8	41	12	
Кількість видів	19	13	16	7	20	7	5	6	13	4	
Д.в. базального угруповання <i>Festuca valesiaca</i> [<i>Artemisietea vulgaris</i> / <i>Festuco-Brometea</i>]											
<i>Festuca valesiaca</i>	3	3	2	+	2	+		+			V
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Artemisietea vulgaris</i>											
<i>Chelidonium majus</i> L.	+	2							+		II
<i>Ballota ruderalis</i> Sw.	1	2									II
<i>Artemisia absinthium</i>	1		+							+	II
<i>Carduus acanthoides</i>			+		+						II
<i>Cichorium intybus</i> L.	1		1								II
<i>Melilotus officinalis</i>			+								I
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	1		+		+						II
<i>Verbascum Thapsus</i> L.	1										I
<i>Salvia aethiopsis</i> L.					1						I
<i>Anchusa officinalis</i> L.	+										I
<i>Berteroa incana</i>	1	2	2	+							III
<i>Crepis foetida</i>		+				+		+	1		II
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Festuco-Brometea</i>											
<i>Salvia verticillata</i>					2						I
<i>Eryngium campestre</i> L.	+										I
<i>Artemisia austriaca</i>	+	+	1	+	1	+	+	1	2	+	V
<i>Bromus squarrosus</i>					1						I
<i>Centaurea diffusa</i>			2								I
<i>Medicago falcata</i> L.			2	+		+	+				III
<i>Tragopogon major</i>									+		I
<i>Erysimum canescens</i> Roth	+										I
<i>Jacobaea vulgaris</i>	+				+						II
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Chenopodietea</i>											

Продовження Додатку Е

<i>Taraxacum officinale</i>									+		I
<i>Atriplex tatarica</i>		+	2	+					+		II
<i>Convolvulus arvensis</i>		2	2		+	+	+				IV
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>		+									I
<i>Lathyrus tuberosus</i> L.									+		I
<i>Hordeum murinum</i>									2		I
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Trifolio-Geranietea sanguinei</i>											
<i>Silene latifolia</i>									2		I
<i>Centaurea scabiosa</i> L.	2				2				+		II
<i>Securigera varia</i>					+						I
<i>Verbascum lychnitis</i> L.	1										I
Інші											
<i>Portulaca oleracea</i>						+			+		I
<i>Setaria viridis</i>		2									I
<i>Elymus repens</i>	2		2	+	3					2	III
<i>Agropyron cristatum</i> (L.) Gaertn.					2						I
<i>Chondrilla juncea</i>							+				I
<i>Potentilla argentea</i>	+	+			+	+		+	+		IV
<i>Vicia cracca</i> L.			+								I
<i>Achillea millefolium</i>		2	1	+	2		+		2		IV
<i>Polygonum aviculare</i>			2								I
<i>Scabiosa ochroleuca</i>					1						I
<i>Acer negundo</i>	2				2						II
<i>Gleditsia triacanthos</i> L.					2						I

Примітка: також були зустрінуті *Galium humifusum* (2), *Trifolium hybridum* (+), *Hieracium umbellatum* (+), *Caragana arborescens* Lam. (2), *Crataegus fallacina* (1), *Bromus tectorum* L. (2).

Дериватне угруповання *Bromus tectorum* [*Festuco-Brometea/Artemisietea vulgaris*]

№ описання	55	70	71	72	76	77	91	92	93	94	137	157	Константність
Площа	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	9	
Проективне покриття	7	92	3	79	59	4	5	100	3	50	8	10	
Кількість видів	6	17	3	15	14	4	4	21	3	9	4	10	
Д.в. дериватного угруповання <i>Bromus tectorum</i> [<i>Festuco-Brometea / Artemisietea vulgaris</i>]													
<i>Bromus tectorum</i>	1	2	+	+	2	+	1	2	+	2	2	+	V
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Festuco-Brometea</i>													
<i>Poa angustifolia</i>												+	I
<i>Falcaria vulgaris</i>				+								+	I
<i>Lactuca serriola</i>		+		+	+					+			II
<i>Artemisia austriaca</i>		2											I
<i>Festuca valesiaca</i>	+			2								+	II
<i>Poa bulbosa</i>								+					I
<i>Bromus squarrosus</i>		2											I
<i>Medicago falcata</i>												+	I
<i>Euphorbia seguieriana</i>		+		1				+			+		II
<i>Consolida paniculata</i>		1		+									II
<i>Erysimum canescens</i>					2	+							II
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Artemisietea vulgaris</i>													
<i>Glechoma hederacea</i>								2					I
<i>Galium aparine</i>								2					I
<i>Chelidonium majus</i>					+								I
<i>Ballota ruderalis</i>	+	1		+	2	+						+	IV
<i>Artemisia absinthium</i>	+							+					II
<i>Carduus acanthoides</i>		+						+					II
<i>Linaria vulgaris</i>				+									I
<i>Melilotus officinalis</i>								1					I

Продовження Додатку Ж

Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Chenopodietea</i>													
<i>Taraxacum officinale</i>					+							I	
<i>Capsella bursa-pastoris</i>								+				I	
<i>Viola arvensis</i>											+	I	
<i>Atriplex tatarica</i>					2	+						II	
<i>Cirsium arvense</i>											+	I	
<i>Descurainia sophia</i>		2										I	
<i>Asperugo procumbens</i>		2	+					2	+			II	
<i>Hordeum murinum</i>								2		2		I	
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>													
<i>Daucus carota</i>					1							I	
<i>Vicia cracca</i>				+								I	
<i>Poa pratensis</i>				+								I	
<i>Achillea millefolium</i>		2		1			+	2	+	+		III	
<i>Arrhenatherum elatius</i>		2	+									II	
<i>Barbarea vulgaris</i>		+										I	
<i>Potentilla reptans L.</i>										+		I	
Інші													
<i>Sambucus nigra</i>					2							I	
<i>Elymus repens</i>	+	2		2	+		+	2		2	+	+	IV
<i>Linaria genistifolia</i>								+				I	
<i>Potentilla argentea</i>								1				I	
<i>Poa annua</i>								+				I	
<i>Polygonum aviculare</i>								2				I	
<i>Geranium robertianum L.</i>		+										I	
<i>Cornus sanguinea L.</i>				2								I	
<i>Acer negundo</i>		2		2	2			2				III	
<i>Robinia pseudoacacia</i>					2							I	

Продовження Додатку Ж

<i>Convolvulus arvensis</i>		+			+		+	2			+	+	III
<i>Cannabis sativa L.</i>					+								I
<i>Centaurea scabiosa</i>				2									I
<i>Securigera varia</i>								1					I

Примітка: також були зустрінуті *Caragana arborescens* (+), *Delphinium cuneatum* (1), *Prunus domestica L.* (3), *Cyanus segetum* (1), *Oxalis stricta L.* (+).

Продовження Додатку И

<i>Euphorbia stepposa</i>	1	+											II
<i>Medicago falcata</i>	+												I
<i>Seseli campestre</i>	+												I
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Artemisietea vulgaris</i>													
<i>Galium aparine</i>	+				1	+							II
<i>Ballota ruderalis</i>					1								I
<i>Leonurus quinquelobatus</i>					1								I
<i>Medicago lupulina</i>											+		I
<i>Medicago sativa</i>											+		I
<i>Artemisia absinthium</i>	+			+									II
<i>Carduus acanthoides</i>				+	+						+		II
<i>Cichorium intybus</i>				+									I
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>													
<i>Daucus carota</i>					+								I
<i>Vicia cracca</i>											+		I
<i>Poa pratensis</i>	3			3	3				1	1	4	+	II
<i>Achillea millefolium</i>	2		+	1	2					1	2		III
<i>Trifolium repens</i>					2								I
Інші													
<i>Humulus lupulus</i>									+				I
<i>Centaurea scabiosa</i>	+												I

Примітка: також були зустрінуті *Anchusa officinalis* (+), *Berteroa incana* (+), *Galium humifusum* (2), *Poa trivialis* L. (+), *Lepidium campestre* (L.) R. Br. (2).

Додаток К

Дериватне угруповання *Ambrosia artemisiifolia* [*Chenopodietea*/*Festuco-Brometea*]

№ описання	31	33	35	51	58	59	101	122	123	126	139	Константність
Площа	9	9	9	9	18	9	9	18	9	18	9	
Проективне покриття	2	2	8	3	93	8	12	100	3	64	7	
Кількість видів	2	2	2	3	15	8	6	15	3	8	5	
Д.в. дериватного угруповання <i>Ambrosia artemisiifolia</i> [<i>Chenopodietea</i> / <i>Festuco-Brometea</i>]												
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	+	+	1	+	+	+	+	2	+	+	+	V
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Chenopodietea</i>												
<i>Taraxacum officinale</i>					1			+		+		II
<i>Sonchus arvensis</i>						+						I
<i>Capsella bursa-pastoris</i>					1			1				II
<i>Atriplex tatarica</i>	+	+	2	+	+	+	+	2	+	+	+	V
<i>Descurainia sophia</i>					+					2		I
<i>Asperugo procumbens</i>					+							I
<i>Lamium purpureum</i>								+				I
<i>Hordeum murinum</i>								2			1	I
<i>Taraxacum officinale</i>					1			+		+		II
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Festuco-Brometea</i>												
<i>Poa angustifolia</i>					2	+		2		2		II
<i>Lactuca serriola</i>								+				I
<i>Bromus squarrosus</i>					1	+		2	+			II
<i>Campanula glomerata</i>					+	+						II
<i>Sisymbrium polymorphum</i>					+							I
Д.в. класу та синтаксонів більш низьких рівнів <i>Stellarietea mediae</i>												
<i>Convolvulus arvensis</i>				+				+				II
<i>Fumaria officinalis</i>					+	+						II

Продовження Додатку К

<i>Matricaria chamomilla</i>					2			+				II
Інші												
<i>Humulus lupulus</i>								2				I
<i>Ballota ruderalis</i>					+		1					II
<i>Conium maculatum</i>							+					I
<i>Achillea millefolium</i>										2		I
<i>Polygonum aviculare</i>					4	+	+	2		3	+	III
<i>Euonymus europaeus L.</i>							2					I
<i>Acer negundo</i>											+	I

Примітка: також були зустрінуті *Tragopogon ucrainicus* (+), *Viola suavis* (2), *Syringa vulgaris L.* (2), *Eremopyrum orientale (L.) Jaub. & Spach* (+).

Взважена кореляція RLQ-осей та екологічних властивостей рослин

Властивості	RLQ1	RLQ2	RLQ3	RLQ4
<i>Ценоморфи</i>				
Cul	0,04	-0,19	0,62	0,17
Pal	-0,12	-0,02	0,10	0,16
Pr	0,48	0,39	0,21	-0,43
Ps	-0,65	-0,05	-0,54	-0,30
Ptr	0,08	-0,06	-0,19	0,04
Ru	0,17	0,16	-0,22	0,42
Sil	-0,30	-0,08	0,21	0,39
St	0,22	-0,40	0,08	0,03
<i>Життєві форми</i>				
Бр.	0,66	-0,38	0,58	-0,03
Дв	0,17	-0,11	0,02	0,06
Дер	-0,36	-0,10	0,17	0,43
Кущ	0,03	0,18	0,27	0,30
Од	-0,57	0,42	-0,75	-0,27
<i>Клімаморфи</i>				
G	0,07	0,05	0,19	-0,33
Hel	-0,04	-0,02	0,08	0,06
HKr	0,69	-0,44	0,50	0,13
nPh	0,03	0,18	0,27	0,30
Ph	-0,36	-0,10	0,17	0,43
T	-0,57	0,42	-0,75	-0,26
<i>Трофоморфи</i>				
AlkTr	0,02	-0,14	0,16	-0,14
MgTr	0,35	-0,21	0,58	-0,09
MsTr	0,31	0,23	-0,01	0,35
OgTr	-0,67	-0,01	-0,57	-0,27
<i>Гігоморфи</i>				
Hg	-0,04	-0,02	0,08	0,06
HgMs	-0,07	-0,08	0,17	0,00

Продовження Додатку Л

Властивості	RLQ1	RLQ2	RLQ3	RLQ4
Ks	0,05	-0,29	-0,09	-0,05
KsMs	0,44	-0,12	0,20	-0,16
Ms	0,12	-0,04	0,68	0,03
MsHg	-0,04	0,00	-0,05	-0,03
MsKs	-0,45	0,28	-0,64	0,14
<i>Геліоморфи</i>				
He	-0,38	-0,70	0,00	-0,27
HeSc	0,00	-0,07	0,06	-0,06
ScHe	0,38	0,71	-0,01	0,28
<i>Полнохори</i>				
Ah	-0,05	-0,02	-0,01	-0,01
Anph	-0,38	-0,16	-0,21	-0,50
Ent	0,39	0,16	0,21	0,50
<i>Діаспорохори</i>				
Ach	0,07	-0,11	0,09	-0,06
Anch	0,17	-0,20	0,04	0,17
Bal	-0,06	0,33	-0,35	-0,48
Bar	0,14	-0,11	0,02	0,05
Bar,Epiz	0,02	-0,06	0,03	-0,01
Endz	0,01	-0,09	0,65	0,32
Epz	-0,05	-0,06	-0,06	-0,10
Hdch	-0,20	-0,02	0,08	0,23
KrGch	0,00	0,16	-0,16	0,13
Myrm	0,01	0,08	0,08	-0,06
Perv	0,07	-0,22	-0,08	0,15
Synz	-0,22	-0,13	-0,04	0,21

Список публікацій за темою дисертації та відомості про апробацію
результатів дисертації

У періодичних наукових виданнях інших держав, які входять до Організації економічного співробітництва та розвитку та/або Європейського Союзу:

1. Zhukov O.V., Kunah O.M., Dubinina Y.Y., Fedushko M.P., Kotsun V.I., Zhukova Y.O., Potapenko O.V. Tree canopy affects soil macrofauna spatial patterns on broad- and meso-scale levels in an Eastern European poplar-willow forest in the floodplain of the River Dnipro / *Folia Oecologica*. – 2019. – № 46. – С. 123–136. (**Scopus**) *(особистий внесок: аналітичний огляд, підбір та опрацювання літератури, частковий збір та обробка експериментальних даних, формулювання висновків)*.

У виданнях, що включені до наукометричних баз Web of Science та Scopus, у наукових фахових виданнях України:

2. Potapenko O.V., Kunah O.M., Fedushko P.M. The effect of technological oil spill in soil within electrical generation substations, analysed by ecological regime in the context of relief properties / *Biosystems Diversity*. – 2019. – № 27(1). – С. 43–50. (**Web of Science**) *(особистий внесок: аналітичний огляд, підбір та опрацювання літератури, частковий збір та обробка експериментальних даних, формулювання висновків)*.

3. Жуков О.В., Потапенко О.В. Роль геоморфологічних предикторів для моделювання просторового варіювання екологічних режимів, оцінених за допомогою фітоіндикації / *Agrology*. – 2018. – № 1(4). – С. 316 – 327. (**Agricola**) *(особистий внесок: аналітичний огляд, підбір та опрацювання літератури, частковий збір та обробка експериментальних даних, формулювання висновків)*.

4. Потапенко О. В. Оцінка екологічних режимів у межах територій електричних підстанцій методами фітоіндикації / Вісник Дніпропетровського аграрно-економічного університету. – 2016. – № 4(42). – С. 133 – 139.

Список публікацій, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

5. Потапенко О.В. Перспективи екологічної оцінки територій електричних підстанцій як осередків біорізноманіття. Екологічні дослідження лісових біогеоценозів степової зони України: Матеріали міжнародної наукової конференції. – Дніпро: Ліра, 2016. – С. 55 – 56.

6. Потапенко О.В. Екоморфічний аналіз рослинного покриву територій електричних підстанцій. Біотехнологія: досвід, традиції та інновації: Матеріали I Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. – К.: НУХТ, 2016. – С. 313 – 318.

7. Потапенко О.В. Екоморфічний аналіз рослинного покриву територій електричних підстанцій. Молодь: наука та інновації 2016: Матеріали IV-ї Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих учених. – Дніпро: Державний ВНЗ “НГУ”, 2016. – С. 6 – 7.

8. Потапенко О.В. Оценка фитоценотического разнообразия территорий электрических подстанций. Відновлення біотичного потенціалу агроєко-систем: Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції. – Дніпро: Акцент ПП, 2018. – С. 51–53.

9. Потапенко О.В. Роль геоморфічних предикторів для моделювання просторового варіювання екологічних режимів, оцінених за допомогою фітоіндикації. Екологічні дослідження лісових біогеоценозів степової зони України: Матеріали II Міжнародної наукової конференції. – Дніпро: Дніпровський національний університет ім. І. Гончара, 2018. – С. 52 – 53.

Публікації, що додатково відображають наукові результати:

10. Жуков О.В., Потапенко О.В. Фітоіндикація екологічних умов у межах територій електричних підстанцій / Ukrainian Journal of Ecology. – 2017. –

№ 7(1). – С. 5 – 21 (*особистий внесок: аналітичний огляд, підбір літератури, збір та обробка експериментальних даних, формулювання висновків*).

11. Потапенко Е.В. Оценка фитоценотического разнообразия территорий электрических подстанций / Acta Biologica Sibirica. – 2018. – № 4(3). – С. 6 – 35.

12. Потапенко О.В., Ганжа Д.С., Жуков О.В. Перспективи екологічної оцінки територій електричних підстанцій. Питання лісового степознавства та лісової рекультивації земель. – 2016. – Вип. 45. – С. 138 – 147 (*особистий внесок: аналітичний огляд, підбір та опрацювання літератури, частковий збір та обробка експериментальних даних, формулювання висновків*).