

Міністерство освіти і науки України
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
Міністерство освіти і науки України
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Квітко Максим Олександрович

УДК 581.524:582.091(477.63-21)(043.3)

ДИСЕРТАЦІЯ
ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ОЦІНКА СТІЙКОСТІ
ДЕРЕВНИХ УГРУПУВАНЬ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ
ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ КРИВОРІЗЬКОГО РАЙОНУ

091 Біологія

10 Природничі науки

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

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

_____ Квітко М. О.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник: Лихолат Юрій Васильович,
доктор біологічних наук, професор

Дніпро – 2026

АНОТАЦІЯ

Квітко М. О. - Еколого-біологічні особливості та оцінка стійкості деревних угруповань спеціального призначення центральної частини Криворіжжя – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 Біологія. – Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, 2026.

Актуальність дослідження визначається необхідністю пошуку практичних заходів відновлення, захисту і збереження деревної рослинності в умовах впливу факторів промислового регіону Північно-західної частини степової природної зони Придніпров'я Криворізького гірничо-видобувного району, які будуть спрямовані на формування та забезпечення стабільного розвитку на гірничо-металургійному виробництві в напрямках озеленення селітебних, санітарних пило-газозахисних і водозахисних територій з використанням штучних деревних насаджень. Основним завданням даної роботи було дослідити стан деревних угруповань з позицій фітоценотичного та екосистемного підходу як вагомого чиннику реалізації парадигми сталого розвитку Криворізького металургійного комплексу і гірничовидобувного р-ну в природних умовах степового аридного клімату.

Дане дослідження деревних угруповань спеціального призначення проводилося на території Криворізького гірничо-металургійного району Центральної частини України. Деревні угруповання мають різні етапи розвитку та особливості адаптації до умов зростання, а також відмінні за походженням та місцезнаходженням. Саме тому актуальним є лонгїтюдне дослідження еколого-біологічних та фізіологічних механізмів адаптації домінуючих порід деревних екосистем природного та штучного походження спеціального призначення, які розташовані в природних, урбанізованих та техногенних умовах.

Для отримання результатів досліджень в межах визначених територій центральної частини Криворіжжя були закладені 44 основні ключові ділянки, що репрезентують 10 біотопів основних типів угруповань деревної та чагарникової рослинності спеціалізованого призначення.

Дослідні ділянки були закладені в межах основних типів походження деревних насаджень: 1) умовно еталонні деревостани спеціального водозахисного, ґрунтозахисного призначення, що знаходяться поза міських територій, 2) деревостани арборетумів дослідницького призначення в межах міських територій, 3) деревостани річкового захисного поясу та 4) деревні насадження міського газопилового захисного поясу територій техногенних комплексів і об'єктів промисловості. Умовним контролем слугували лісові екосистеми, що розташовані за 30-50 км від джерел промислових викидів. Дослідження було сплановано з метою оцінки факторів, що впливають на стан природних фітоценозів і штучних деревних насаджень, тобто забруднення повітря, властивостей ґрунту, особливостей рельєфу, місцевих мікрокліматичних умов, періодичність і сезонну динаміку досліджень. Для визначення структури дендрофлори в межах одного об'єкту було закладено не менше 3 ділянок з середньою кількістю деревних стовбурів (170 шт.). Координати маршрутів, місцезрештування деревних видів і робочих ділянок фіксували за допомогою GPS-пристрою та програмного забезпечення AlpinQuest (Alpine quest off road explorer) і OfflineMaps.

Координати точок відбору листового опаду та листків домінуючих деревних порід для рефрактометричного, пігментного, ферментного аналізу і водного дефіциту фіксували за допомогою GPS-пристрою та програм AlpinQuest і OfflineMaps. Відстань між точками відбору проб становила $14,0 \pm 0,28$ м і варіювала від 7,1 до 31,0 м. На кожній точці відбору проб у радіусі 5 метрів фіксували види дерев.

Методом оптичної рефрактометрії досліджувалися показники заломлення (nD) спектру у водному розчині глюкози екстрактів листових пластин основних домінуючих деревних порід. Вимірювання проводили на

лабораторному цифровому рефрактометрі Abbe 2WAJ (RST111) фірми Anton Paar GmbH (з модулем автоматичного термостатування досліджуваного зразка) при 40°C.

Пігментний аналіз листових пластин основних домінуючих деревних порід проводився на двопроменевому спектрофотометрі із шириною щілини вимірювання монохроматора 1,4 нм, подвійним термостабілізованим CDD-детектором Analytik Jena Specord - 200 (Німеччина), а обчислення їх концентрації — за загальноприйнятими рівняннями.

Розрахунок водного дефіциту листових пластин домінуючих порід деревних рослин проводився за загальноприйнятою методикою, водоутримуючу здатність рослин проводили модифікованим методом «зав'ядання», активність ферменту каталази – газометричним методом, вміст фотосинтетичних пігментів в екстракті зеленого листа – загальноприйнятими методами з використанням відповідних розрахункових формул.

Збір листового опаду та лабораторні аналізи його хімічного складу проводився згідно до протоколу FIA (Forest Inventory and Analysis).

Статистичний аналіз проводили за допомогою програми SPSS for Windows. Усі дані були представлені для описової статистики та дисперсійного аналізу (SPSS ANOVA).

Деревні угруповання штучного походження в межах центрального Криворіжжя створювалися в основному в два етапи: перший – впродовж 30-х рр., другий – впродовж 50 – 60 рр. XX ст.. У результаті дослідження деревних екосистем ключових ділянок було обліковано 1607 екземплярів деревинних рослин, які належали до 102 видів з 64 родів і 29 родин. За результатами досліджень в межах визначених 10 біотопів основних типів угруповань деревної та чагарникової рослинності спеціалізованого призначення було встановлено наступне видове різноманіття. У таксономічних спектрах рослинних угруповань всієї території дослідження панівне положення займають родини: *Acer* L., *Fraxinus* L., *Ulmus* L., *Prunus* L. Найчисельнішим за кількістю представників є рід *Acer* L., складають 6 видів.

Рід *Prunus* L. представлений 4 видами та рід *Fraxinus* L., *Ulmus* L., *Fagales* Engl. які представлені 3 видами кожен. Сім родів були представлені не більше, ніж двома видами а саме *Betula* L., *Crataegus* Tourn. ex L., *Juglans* L., *Juniperus* L., *Lonicera* L., *Malus* P. Mill., та *Quercus* L. Родини *Aesculus* L., *Ailanthus* Desf., *Amelanchier* Medik., *Berberis* L., *Caragana* Lam., *Celtis* L., *Chaenomeles* Lindl., *Colutea* L., *Cornus* L., *Corylus* L., *Cotoneaster* Medik., *Cydonia* Mill., *Elaeagnus* L., *Forsythia* Vahl., *Laburnum* Fabr., *Larix* Mill., *Ligustrum* L., *Mahonia* Nutt., *Mespilus* L., *Morus* L., *Parthenocissus* Planch., *Picea* A.Dietr., *Philadelphus* L., *Physocarpus* (Cambess.) Maxim., *Pinus* L., *Platanus* L., *Populus* L., *Ptelea* L., *Pyrus* L., *Rhamnus* L., *Robinia* L., *Rosa* L., *Salix* L., *Solidago* L., *Sorbus* L., *Styphnolobium* Schott., *Symphoricarpos* Dill. ex Juss., *Syringa* L., *Swida* Opiz, syn. *Thelycrania* (Dumort.) Fourr., *Tamarix* L., *Tilia* L., *Viburnum* L., *Wisteria* Nutt., *Wisteria* Nutt., мали тільки по одному виду.

У нашому дослідженні було встановлено, що за вибагливістю до родючості ґрунту найбільше представників деревної рослинності ключових ділянок належать до групи мезотрофів 63,76 % (49 видів), мегатрофів - 11,59 % (14 видів), оліготрофів (6 видів) та олігомезотрофів – по 7,24 % (5 видів), олігомегатрофів – 4,34 % (3 види), мезомегатрофів – 2,89 %, алькотрофів, мегатрофів – по 1,44 %.

За відношенням до вологості дендрофлора на території дослідження розподіляється таким чином: мезоксерофіти – 39,13 % (35 видів), трохи менша частка ксеромезофітів – 26,08 % (19 видів) та мезофітів – 24,63 % (20 видів), є також частка ксерофітів - 5,79 % (5 видів), гігромезофітів – 2,89 % (2 види).

За ступенем вибагливості до інтенсивності освітлення найчисельніші представлені види сціогеліофіти - 59,42 % (51 вид). Це *Acer negundo* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marshall, *Malus domestica* Borkh., *Populus nigra* L., *Pyrus communis* L., *Quercus robur* L., *Salix caprea* L., *Salix babylonica* L., *Salix matsudana* Koidz., *Ulmus laevis* Pall., *Ulmus minor* Mill. Геліофіти складають - 36,23 % (26 видів) і представлені такими видами: *Ailanthus altissima* (Mill.)

Swingle, *Betula pendula* Roth., *Celtis occidentalis* L., *Fraxinus excelsior* L., *Gleditsia triacanthos* L., *Juglans regia* L., *Juglans nigra* L., *Morus nigra* L., *Populus alba* L., *Populus nigra* var. *italic* Du Roi, *Populus x canadensis* Moench, *Robinia pseudoacacia* L., *Tilia cordata* Mill.. Решта – (4,34 %) є геліосціофіти. Це *Malus niedzwetzkyana* Dieck ex Koehne, *Swida sanguinea* (L.)Opiz., та інш..

Домінуючими деревними породами на території всіх 44 ключових ділянках територій дослідження були встановлені дуб звичайний *Quercus robur* L.; акація біла *Robinia pseudoacacia* L.; клен гостролистий *Acer platanoides* L. Нижні яруси дерених угруповань складають в'яз гладкий *Ulmus laevis* Pall., клен польовий *Acer campestre* L.; ясен звичайний *Fraxinus excelsior* L.; клен татарський *Acer tataricum* L. клен ясенелистий *Acer negundo* L., айлант найвищий *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle., виявляють значну фізіономічну стійкість і з часом можуть витіснити домінуючі породи. Відносно чисельності домінуючими видами на дослідних ділянках деревних насаджень були *Acer campestre* L., *Acer negundo* L., *Acer platanoides* L., *Cornus sanguinea* L., *Fraxinus excelsior* L., *Populus nigra* L., *Quercus robur* L., *Robinia pseudoacacia* L.

На Криворіжжі ріст та фізіологічний розвиток деревних видів рослин відбувається за подвійним негативним пресингом – природним дефіцитом вологи та наслідками забруднення довкілля. Відносно чисельності, домінуючими видами на дослідних ділянках деревних насаджень були *Quercus robur* L., *Acer campestre* L., *Acer negundo* L., *Acer platanoides* L., *Cornus sanguinea* L., *Fraxinus excelsior* L., *Populus nigra* L., *Robinia pseudoacacia* L. За показниками густини насаджень деревних видів виявлені наступні закономірності. В зоні природно кліматичних сприятливих умов геліосціофіти мають найвищі показники питомої ваги – 43,75 % (21,01 шт./га). Кількість геліофітів – 37,51 % (18,01 шт./га), а сціогеліофітів становить 18,75 % (9,01 шт./га). Сціофіти відсутні. В зоні урбанізованих відносно сприятливих умов дещо переважають геліофіти – 54,76 % (21,27 шт./га), сціогеліофіти займають субдомінуючу позицію – 28,65 %

(8,82 шт./га), а геліосціофіти останню – 16,61 % (4,27 шт./га). Сціофіти не виявлені. В зоні техногенно відносно несприятливих умов домінують геліофіти – 77,81 % (36,13 шт./га). Кількість сціогеліофітів менша – 22,08 % (19,08 шт./га), а геліосціофітів мінімальна – 0,11% (0,07 шт./га). Як і в попередніх випадках, сціофіти у спектрі відсутні. В зоні дії підвищеного аеро-техногенного забруднення виявлена така упорядкованість: геліофіти – 55,54 % (25,81 шт./га), сціогеліофіти – 29,75 % (18,01 шт./га), геліосціофіти – 14,71 % (12,80 шт./га), сціофіти – 0,009 %.

На ділянках, що знаходяться в зонально-кліматичних умовах, більшість деревних видів природних насаджень відносяться до сціогеліофітів (62,54 %), мезоксерофітів (42,51 %), мезотрофів (60,01 %), в середньому 30 видів із 51 представлених, з них суто мезотрофи складають 57,51 %, а 2,54 % становлять мезотрофи-кальцієфіли, тому екоморфічний і особливо, трофоморфічний спектр достатньо різноманітний. В межах урбанізованих територій на ділянках дендропарків та водозахисних насаджень м. Кривого Рогу встановлене домінування сціогеліофітів (58,18 %), мезоксерофітів (40,04%), мезотрофів – (69,09 %), в середньому 52 види із 76 представлених. З яких суто мезотрофи складають 67,27 %, а мезотрофи-кальцієфіли 1,81 %.

У межах урбанізованої території м. Кривого Рогу на ділянках водозахисного та ґрунтозахисного призначення в трофоморфічному спектрі за видовим різноманіттям встановлено домінування видів сціогеліофітів (60,64 %), мезоксерофітів (54,58 %), мезотрофів, які складають 69,23 %, це 27 видів в середньому із 39 представлених. З них суто мезотрофи складають 67,30 %, а 1,92 % становлять мезотрофи-кальцієфіли. В межах санітарно-захисного поясу озеленення на ділянках з деревними насадженнями шумозахисного та пилозахисного призначення встановлені такі значення: сціогеліофіти – 66,23 %, мезоксерофіти – 50,07 %, мезотрофи – 72,22 %, 16 видів в середньому із 23 представлених. Мезотрофи-кальцієфіли відсутні. В деревних угрупованнях видове багатство, екоморфічний і особливо трофоморфічний спектр найбільш одноманітні.

За аналізом вмісту пилових часток на поверхні листя домінуючі та субдомінуючі види найбільш поширених деревних порід ключових ділянок були розділені на групи за ступенем пилоутримання на поверхні листових пластин, за найбільшим усередненим значенням на ключових ділянках: найбільшу частину пилу на листках утримують *Quercus robur* L. – $6,81 \pm 0,03$ г/см², *Ulmus laevis* L. – $4,03 \pm 0,08$ г/см², *Acer negundo* L. – $3,12 \pm 0,01$ г/см², *Acer tataricum* L., – $3,15 \pm 0,07$ г/см², *Acer platanoides* L. – $1,87 \pm 0,03$ г/см².

Аналіз даних вмісту загальної кількості води у листках домінуючих порід показав: що *Ulmus laevis* L., має найбільші показники (від $52,48 \pm 2,52$ % на ділянках поза міських територій до $61,65 \pm 0,08$ % на ділянках з аеротехногенним забрудненням). Значною мірою варіював показник водного дефіциту у *Acer platanoides* L., на різних ділянках коефіцієнт дорівнював від $43,31 \pm 2,52$ % до $69,27 \pm 0,08$ % від загальної маси листків. У цих видів відмічено збільшення значення показників у несприятливих умовах. Найбільший дефіцит води спостерігався у *Quercus robur* L., (від $54,72 \pm 2,52$ % до $48,77 \pm 0,08$ %), *Acer negundo* L. (від $54,82 \pm 2,52$ % до $39,56 \pm 0,08$ %) і *Acer tataricum* L., (від $65,79 \pm 2,52$ % до $48,99 \pm 0,08$ %).

Аналіз концентрації фотосинтетичних пігментів показав, що тренди зменшення (Chl a, Chl b) відмічається в листових пластинах *Acer platanoides* L. (Chl a - від $7,30 \pm 0,009$ до $4,74 \pm 0,006$ мг Хл/г сухої маси; Chl b – від $3,09 \pm 0,005$ до $1,78 \pm 0,008$ мг Хл/г сухої маси) та *Ulmus laevis* L. (Chl a - від $7,12 \pm 0,007$ до $4,09 \pm 0,003$ мг Хл/г сухої маси; Chl b – від $2,56 \pm 0,006$ до $1,49 \pm 0,001$ мг Хл/г сухої маси) зі збільшенням відносної частки каротиноїдів (Car), що є найбільш суттєвим в листі *Ulmus laevis* L і змінюється від $6,25 \pm 0,001$ мг Хл/г сухої маси в природних умовах до $3,67 \pm 0,001$ мг Хл/г сухої маси у рослин шумо-пилозахисного поясу. Водночас, збільшення відносної частки каротиноїдів у фотосинтетичних органах рослин *Acer tataricum* L. (від $6,10 \pm 0,007$ мг Хл/г сухої маси в природних умовах до $7,52 \pm 0,009$ мг Хл/г сухої маси у рослин шумо-пилозахисного поясу) за умов

постійного сильного забруднення свідчить про посилення захисної ролі жовтого пігменту.

Механізми адаптивності у деревних рослин домінуючих порід, для існування за умов осмотичних стресів сформувались як низка компенсаторних реакцій, серед яких провідну роль відіграє пролін. Встановлено, що за дії викидів промислових підприємств на ділянках санітарно-захисного поясу озеленення вміст аскорбатпероксидази (АПО) у листових пластинах *Acer tataricum* L. був найбільшим ($732,38 \pm 0,006$ мкМоль/мг•хв), що перевищує кількісні показники представників інших видів в тих же умовах. Кількість АПО у листках дослідних рослин *Acer tataricum* L. – $574,97 \pm 0,006$ мкМоль/мг•хв, приблизно однакові показники мають *Quercus robur* L. ($436,73 \pm 0,005$ мкМоль/мг•хв), та *Chaenoméles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach. ($480,52 \pm 0,008$ мкМоль/мг•хв), інші види містять найнижчу кількість *Acer platanoides* L. ($361,01 \pm 0,002$ мкМоль/мг•хв), *Ulmus laevis* L. ($328,12 \pm 0,003$ мкМоль/мг•хв), *Berberis vulgaris* L. ($335,89 \pm 0,005$ мкМоль/мг•хв).

Результати досліджень активності супероксиддисмутаза (СОД) показали, що в умовно чистому середовищі (ділянках контрольної території) в листках домінуючих видів деревних порід суттєво нижча, а саме від $379,24 \pm 0,006$ умовних одиниць у.о./мг•хв у *Ulmus laevis* L., до $566,12 \pm 0,006$ у.о./мг•хв у *Acer negundo* L.. У експериментальних інтродукованих видів показники дорівнюють $494,29 \pm 0,002$ у.о./мг•хв у *Berberis vulgaris* L., та $660,67 \pm 0,004$ у.о./мг•хв у *Chaenoméles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach.. На найбільш забруднених ділянках показники суттєво зростають від $591,52 \pm 0,005$ у.о./мг•хв у *Ulmus laevis* L., до $1038,95 \pm 0,006$ у.о./мг•хв у *Acer tataricum* L.). У експериментальних інтродукованих видів показники дорівнюють $601,74 \pm 0,008$ у.о./мг•хв у *Berberis vulgaris* L., та $885,33 \pm 0,002$ у.о./мг•хв у *Chaenoméles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach.. Мінімальним рівнем зростання каталазної активності протягом усього вегетаційного періоду на всіх ділянках характеризується *Acer platanoides* L. (від

483,27±0,001 до 653,06±0,003 у.о./мг•хв) та *Berberis vulgaris* L. (від 494,29±0,002 до 601,74±0,008 у.о./мг•хв).

Слід зазначити, що деревна рослинність в умовах центральної частини Криворізького району на фоні антропогенного забруднення щорічно продукує від 84,10±0,42 до 1143,11±0,08 г/м² рік⁻¹ листового опаду, при середньому значенні 412,04±2,8 г/м² рік⁻¹. Листовий опад деревних угруповань на техногенних територіях характеризувався нейтральною та лужною реакцією водної витяжки, і містив від 3,23 до 21,95 % зольних речовин, при середньому значенні 12,18±0,05.

Статистично достовірними зв'язками є кореляції між еколого-біогеохімічними показниками листового опаду та провідними характеристиками лісових культурфітоценозів Криворіжжя. В більшості випадків (11) коефіцієнти кореляції вказують на наявність прямого зв'язку ($r^2 > 0$). Сила кореляційного зв'язку наступна: у 10 випадках виявлений слабкий зв'язок ($0,3 < |r^2| < 0,5$), у 5 – середній ($0,5 < |r^2| < 0,7$). Найбільш істотний та статистично достовірний вплив на еколого-біогеохімічні показники листового опаду мають значення щільності насаджень та їх відносного життєвого стану. Дослідження дозволило виявити фізіологічно найбільш адаптовані види деревних рослин, придатні для використання в ландшафтному дизайні нових міських житлових масивів в умовах центральної частини Криворіжжя.

Узагальнюючи результати дослідження, було обґрунтовано перелік деревних видів рослин, які є найбільш адаптованими та можуть бути використані для фітооптимізації земель спеціального призначення. Отже, результати роботи доводять, що таксономічний склад та еколого-фізіологічні особливості аборигенних (інвазивних) та інтродукованих видів деревних і чагарникових рослин на території центрального Криворіжжя є динамічними екосистемами із сформованими домінуючими породами рослинних угруповань, адаптивно лабільних рослин відповідно до умов зростання. Одержані дані науково обґрунтовують перспективність та доцільність

подальшого використання деревних і чагарникових домінуючих порід для фітооптимізації техноландшафтів.

Результати досліджень використано в науково-практичній роботі природного заповідника «Гурівський ліс» та навчальних програмах на кафедрі Фізіології та інтродукції рослин, Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара: «Оранжерейне та промислове квітництво» «Пришкільна навчально-дослідна ділянка та озеленення школи». А також кафедри Хімії та безпеки життєдіяльності та кафедри Загальної біології та екології Криворізького державного педагогічного університету: «Основи безпеки життєдіяльності», «Регіональна екологія». На основі отриманих даних розроблено рекомендації щодо менеджменту міських деревних насаджень.

Ключові слова: деревні насадження санітарно-захисного та водоохоронного міського поясу, штучні деревно-чагарникові рослинні угруповання спеціального призначення, дендрофітоценози, показники життєздатності та стабільності дендрофлори, дендрометричні показники, деревні індекси різноманітності, біоценотична та екофітоценотична обумовленість, показники деревного листового опаду.

ANNOTATION

Kvitko M. O. - Ecological and biological features and assessment of special-purpose woody vegetation groups stability in Kryvyi Rih central part - Qualification scientific work in the form of a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 091 Biology. - Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, 2026.

The relevance of the study is increasing the productivity of the search for practical measures for the restoration, protection and preservation of factors of woody vegetation in the influence of the industrial region of the steppe natural zone North-Western part in the Kryvyi Rih mining district Dnieper region, which will be aimed at the formation and ensuring stable development in mining and metallurgical production, greening of residential, sanitary, dust-gas-protective and water-protective territories using artificial woody plantations. The main task of this work was to investigate the state of woody vegetation from the standpoint of the phytocenotic and ecosystem approaches, as a significant factor in implementing the paradigm of sustainable development of the Kryvyi Rih metallurgical complex and mining district in the natural conditions of the steppe arid climate.

This study of special-purpose tree vegetation groups was conducted in the territory of the Ukrainian Central part Kryvyi Rih Mining and Metallurgical District. Tree vegetation groups have different stages of development and peculiarities of adaptation to growth conditions, as well as different origins and locations. That is why it is relevant to study throughout the entire period of the work the ecological-biological and physiological mechanisms of dominant species adaptation in the woody ecosystems of special purpose natural and artificial origin, which are located in natural, urbanised, and man-made conditions.

To obtain research results within the defined territories of Kryvyi Rih central part, 44 main key areas were established, represented by 10 biotopes with the main types of tree and shrub vegetation groups of specialised purpose.

The research plots were established in the main types of artificial woody plantations: 1) conditionally reference tree stands of special water-protective, soil-protective purposes located outside urban areas, 2) tree stands of arboretums of research purpose within urban areas, 3) tree stands of the river protection belt and 4) tree stands in the territories urban gas-dust protection belt of technogenic complexes and industrial facilities. Forest ecosystems located 30-50 km from the main sources of industrial emissions served as conditional controls. The study was planned to assess the factors affecting the state of natural phytocenoses and artificial woody plantations, i.e., air pollution, soil properties, relief features, local microclimatic conditions, and the periodicity of the dynamics of the research time. To determine the structure of dendroflora within one object, at least 3 plots with an average number of tree trunks - 170 pcs. were established. The coordination of routes, the location of tree species, and work areas were recorded using a GPS device, the AlpinQuest (Alpine quest off road explorer), and OfflineMaps software in this process.

The coordinates of the leaf litter sampling points and leaves of dominant tree species for refractometric, pigment, enzyme analysis, and water deficit were recorded using a GPS device and the AlpinQuest and OfflineMaps programs. The distance between the sampling points was 14.0 ± 0.28 m and varied from 7.1 to 31.0 m. At each sampling point, tree species were recorded within a radius of 5 meters.

The refractive indices (nD) of the spectrum in an aqueous glucose solution of leaf blade extracts of the main dominant tree species were studied by optical refractometry. Measurements were performed on a laboratory digital refractometer Abbe 2WAJ (RST111) from Anton Paar GmbH (with an automatic temperature control module for the studied sample) at 40°C.

Pigment analysis in leaf blades of the main dominant tree species was carried out on a double-beam spectrophotometer with a monochromator measuring slit width of 1.4 nm, a double thermostabilized CDD detector, Analytik Jena Specord - 200 (Germany), and their concentration was calculated using generally accepted equations.

The leaf plates water deficit calculation of dominant woody plant species was carried out using the generally accepted method, the water-holding capacity of plants was determined using the modified "wilting" method, the activity of the catalase enzyme was determined using the gasometric method, and the content of photosynthetic pigments in the green leaf extract was determined using generally accepted methods using the appropriate calculation formulas.

A collection of leaf litter and laboratory analysis of its chemical composition were carried out according to the FIA (Forest Inventory and Analysis) protocol.

Statistical analysis was performed using SPSS for Windows. All data were presented for descriptive statistics and analysis of variance (SPSS ANOVA).

Artificial tree groups within the central Kryvyi Rih region were created mainly in two stages: the first, during the 1930s, the second, during the 1950s – 1960s. As a result of the woody ecosystems study in the key areas, 1,607 woody plant specimens belonging to 102 species from 64 genera and 29 families were recorded. According to the results of the study of the groups' main types of woody and shrub vegetation of specialised purpose within the defined 10 biotopes, the following species diversity was established in forest ecosystems. The taxonomic spectrum of woody and shrub vegetation is presented on the slide below. In the taxonomic spectra of plant groups throughout the study area, the following families dominate: *Acer* L., *Fraxinus* L., *Ulmus* L., *Prunus* L. The most numerous in terms of representatives is the genus *Acer* L., consisting of 6 species. The genus *Prunus* L. is represented by 4 species, and the genera *Fraxinus* L., *Ulmus* L., *Fagales* Engl. are represented by 3 species each. Seven genera were represented by no more than two species, namely *Betula* L., *Crataegus* Tourn. ex L., *Juglans* L., *Juniperus* L., *Lonicera* L., *Malus* P. Mill., and *Quercus* L. Families *Aesculus* L.,

Ailanthus Desf., *Amelanchier* Medik., *Berberis* L., *Caragana* Lam., *Celtis* L., *Chaenomeles* Lindl., *Colutea* L., *Cornus* L., *Corylus* L., *Cotoneaster* Medik., *Cydonia* Mill., *Elaeagnus* L., *Forsythia* Vahl., *Laburnum* Fabr., *Larix* Mill., *Ligustrum* L., *Mahonia* Nutt., *Mespilus* L., *Morus* L., *Parthenocissus* Planch., *Picea* A.Dietr., *Philadelphus* L., *Physocarpus* (Cambess.) Maxim., *Pinus* L., *Platanus* L., *Populus* L., *Ptelea* L., *Pyrus* L., *Rhamnus* L., *Robinia* L., *Rosa* L., *Salix* L., *Solidago* L., *Sorbus* L., *Styphnolobium* Schott., *Symphoricarpos* Dill. ex Juss., *Syringa* L., *Swida* Opiz, syn. *Thelycrania* (Dumort.) Fourr., *Tamarix* L., *Tilia* L., *Viburnum* L., *Wisteria* Nutt., *Wisteria* Nutt., had only one species each.

In our study, it was found that, in terms of demandingness to soil fertility, the largest number of woody vegetation representatives in the key areas belong to the group of mesotrophs 63.76 % (49 species), megatrophs - 11.59 % (14 species), oligotrophs (6 species) and oligomesotrophs - 7.24 % (5 species), oligomegatrophs - 4.34 % (3 species), mesomegatrophs - 2.89 %, alcotrophs, megatrophs - 1.44 % each.

In relation to moisture, the dendroflora in the study area is distributed as follows: mesoxerophytes - 39.13 % (35 species), a slightly smaller share of xeromesophytes - 26.08 % (19 species) and mesophytes - 24.63 % (20 species), there is also a share of xerophytes - 5.79 % (5 species), hygromesophytes - 2.89 % (2 species).

In terms of the demandingness degree to the lighting intensity, the most numerous represented species are sciogeliophytes - 59.42 % (51 species). These are *Acer negundo* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marshall, *Malus domestica* Borkh., *Populus nigra* L., *Pyrus communis* L., *Quercus robur* L., *Salix caprea* L., *Salix babylonica* L., *Salix matsudana* Koidz., *Ulmus laevis* Pall., *Ulmus minor* Mill. Heliophytes make up - 36.23 % (26 species) and are represented by the following species: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Betula pendula* Roth., *Celtis occidentalis* L., *Fraxinus excelsior* L., *Gleditsia triacanthos* L., *Juglans regia* L., *Juglans nigra* L., *Morus nigra* L., *Populus alba* L., *Populus nigra* var. *italic* Du Roi, *Populus x canadensis* Moench, *Robinia pseudoacacia* L., *Tilia cordata* Mill..

The rest (4.34 %) are heliosciophytes. These are *Malus niedzwetzkyana* Dieck ex Koehne, *Swida sanguinea* (L.) Opiz., and others.

The dominant tree species in all 44 key areas of the study areas were established as common oak *Quercus robur* L.; white acacia *Robinia pseudoacacia* L.; sharp-leaved maple *Acer platanoides* L. The secondary layers of the woody and shrub vegetation groups are smooth elm *Ulmus laevis* Pall., field maple *Acer campestre* L.; common ash *Fraxinus excelsior* L.; Tatar maple *Acer tataricum* L.; ash-leaved maple *Acer negundo* L., ailant highest *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle., exhibit significant physiognomic stability and over time can displace dominant species. In terms of abundance, the dominant species in the study areas of woody plantations were *Acer campestre* L., *Acer negundo* L., *Acer platanoides* L., *Cornus sanguinea* L., *Fraxinus excelsior* L., *Populus nigra* L., *Quercus robur* L., *Robinia pseudoacacia* L.

In Kryvyi Rih, the growth and physiological development of woody plant species occur under double negative pressure, such as natural moisture deficiency and the consequences of environmental pollution. In terms of abundance, the dominant species in the experimental areas of woody plantations were *Quercus robur* L., *Acer campestre* L., *Acer negundo* L., *Acer platanoides* L., *Cornus sanguinea* L., *Fraxinus excelsior* L., *Populus nigra* L., *Robinia pseudoacacia* L. The following patterns were found on the parameters of the woody plantations density. In the zone of naturally favorable climatic conditions, heliosciophytes have the highest specific gravity indicators - 43.75 % (21.01 pcs./ha). The number of heliophytes is 37.51 % (18.01 pcs./ha), and sciopheliophytes is 18.75 % (9.01 pcs./ha). Sciophytes are absent. In the zone of urbanized, relatively favorable conditions, heliophytes slightly predominate - 54.76 % (21.27 pcs./ha), sciopheliophytes occupy a subdominant position - 28.65 % (8.82 pcs./ha), and heliosciophytes occupy the last position - 16.61 % (4.27 pcs./ha). Sciophytes are not detected. In the zone of technogenic relatively unfavorable conditions, heliophytes dominate - 77.81 % (36.13 pcs./ha). The number of sciopheliophytes is smaller - 22.08 % (19.08 pcs./ha), and heliosciophytes is minimal - 0.11 % (0.07

pcs./ha). As in previous cases, sciophytes are absent from the spectrum. In the zone of increased aero-technogenic pollution, the following order was found: heliophytes – 55.54 % (25.81 pcs./ha), scioheliophytes – 29.75 % (18.01 pcs./ha), heliosciophytes – 14.71 % (12.80 pcs./ha), sciophytes – 0.009 %.

In areas under zonal climatic conditions, the majority of tree species in natural stands belong to sciogeliophytes (62.54 %), mesoxerophytes (42.51 %), and mesotrophs (60.01 %). On average, 30 species out of 51 are represented, of which mesotrophs make up 57.51 %, and 2.54 % are mesotrophs-calciophiles; therefore, the ecomorphic and especially trophomorphic spectrum is quite diverse. Within the urbanised territories, in the city of Kryvyi Rih's arboretums and water protection plantations, sciogeliophytes (58.18 %), mesoxerophytes (40.04 %), and mesotrophs (69.09 %) dominate; on average, 52 species out of 76 are represented. Of which, purely mesotrophs make up 67.27 %, and mesotrophs-calciophiles 1.81 %.

Within the Kryvyi Rih city urbanized territory, in areas of water and soil protection purposes, in the trophomorphic spectrum, the dominance of such species as sciogeliophytes (60.64 %), mesoxerophytes (54.58 %), mesotrophs, which make up 69.23 %, on average, 27 species out of 39 are represented. Among them, mesotrophs make up 67.30 %, and 1.92 % are mesotrophs-calciophiles. Within the sanitary protection belt of landscaping in areas with tree plantations for noise and dust protection purposes, the following values have been established: sciogeliophytes - 66.23 %, mesoxerophytes - 50.07 %, mesotrophs - 72.22 %, on average, 16 species out of 23 are represented. Mesotrophs-calciophiles are absent. In woody vegetation groups, species richness, ecomorphic, and especially trophomorphic spectra are the most uniform.

According to the analysis of the dust particles content on the leaf surface, the dominant and subdominant species of the most common tree species in the research areas were divided into groups according to the degree of dust retention on the surface of leaf blades, according to the largest average value in research areas: the largest part of the dust on the leaves is retained by *Quercus robur* L. -

$6.81 \pm 0.03 \text{ g/cm}^2$, *Ulmus laevis* L. - $4.03 \pm 0.08 \text{ g/cm}^2$, *Acer negundo* L. - $3.12 \pm 0.01 \text{ g/cm}^2$, *Acer tataricum* L., - $3.15 \pm 0.07 \text{ g/cm}^2$, *Acer platanoides* L. - $1.87 \pm 0.03 \text{ g/cm}^2$.

Data analysis of the total water content in the leaves of dominant species showed that *Ulmus laevis* L. has the highest indicators (from $52.48 \pm 2.52 \%$ in plots outside urban areas with natural conditions to $61.65 \pm 0.08 \%$ in areas with aero-technogenic pollution). The indicator of water deficit in *Acer platanoides* L. varied significantly; in different areas, the coefficient was equal to $43.31 \pm 2.52 \%$ to $69.27 \pm 0.08 \%$ of the total mass of leaves. In these species, an increase in the indicator's value under adverse conditions was noted. The greatest water deficit was observed in *Quercus robur* L. (from $54.72 \pm 2.52 \%$ to $48.77 \pm 0.08 \%$), *Acer negundo* L. (from $54.82 \pm 2.52 \%$ to $39.56 \pm 0.08 \%$), and *Acer tataricum* L. (from $65.79 \pm 2.52 \%$ to $48.99 \pm 0.08 \%$).

Analysis of the photosynthetic pigments concentration showed that decreasing trends (Chl a, Chl b) were observed in the leaf blades of *Acer platanoides* L. (Chl a - from 7.30 ± 0.009 to $4.74 \pm 0.006 \text{ mg Chl/g dry mass}$; Chl b - from 3.09 ± 0.005 to $1.78 \pm 0.008 \text{ mg Chl/g dry mass}$) and *Ulmus laevis* L. (Chl a - from 7.12 ± 0.007 to $4.09 \pm 0.003 \text{ mg Chl/g dry mass}$; Chl b - from 2.56 ± 0.006 to $1.49 \pm 0.001 \text{ mg Chl/g dry mass}$) with an increase in the relative proportion of carotenoids (Car), which was most significantly detected in the leaves of *Ulmus laevis* L and changed from $6.25 \pm 0.001 \text{ mg Chl/g dry mass}$ in natural conditions to $3.67 \pm 0.001 \text{ mg Chl/g dry weight}$ in plants of the noise-dust protection woody city belt. At the same time, the increase in the carotenoids relative proportion in the photosynthetic organs of *Acer tataricum* L. plants (from $6.10 \pm 0.007 \text{ mg Chl/g dry weight}$ in natural conditions to $7.52 \pm 0.009 \text{ mg Chl/g dry weight}$ in plants of the noise-dust protection woody city belt) under constant heavy conditions pollution indicates an increase in the protective role of the yellow pigment.

Adaptation mechanisms in dominant woody plant species existing under osmotic stress conditions, were formed as a series of compensatory reactions, among which proline plays a leading role. It was established that under the

industrial enterprises action in the areas of the sanitary protection woody city belt of greening, the content of ascorbate peroxidase (APO) in the leaf plates of *Acer tataricum* L. was the highest ($732.38 \pm 0.006 \mu\text{Mol/mg} \cdot \text{min}$), which exceeds the representatives quantitative indicators of other species under the same conditions. The amount of APO in the experimental plants leaves *Acer tataricum* L. is $574.97 \pm 0.006 \mu\text{Mol/mg} \cdot \text{min}$, approximately the same indicators are found in *Quercus robur* L. ($436.73 \pm 0.005 \mu\text{Mol/mg} \cdot \text{min}$), and *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach. ($480.52 \pm 0.008 \mu\text{Mol/mg} \cdot \text{min}$), other species contain the lowest amount *Acer platanoides* L. ($361.01 \pm 0.002 \mu\text{Mol/mg} \cdot \text{min}$), *Ulmus laevis* L. ($328.12 \pm 0.003 \mu\text{Mol/mg} \cdot \text{min}$), *Berberis vulgaris* L. ($335.89 \pm 0.005 \mu\text{Mol/mg} \cdot \text{min}$).

The study's results of superoxide dismutase (SOD) activity showed that in a conditionally clean environment (areas of the control territory), catalase activity in the leaves of dominant tree species is significantly lower, namely from 379.24 ± 0.006 conventional units c.u./mg•min in *Ulmus laevis* L., to 566.12 ± 0.006 c.u./mg•min in *Acer negundo* L.. In experimental introduced species, the indicators are 494.29 ± 0.002 c.u./mg•min in *Berberis vulgaris* L., and 660.67 ± 0.004 c.u./mg•min in *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach.. In the most polluted areas, the indicators significantly increase from 591.52 ± 0.005 c.u./mg•min in *Ulmus laevis* L., to 1038.95 ± 0.006 c.u./mg•min in *Acer tataricum* L.). In experimental introduced species, the indicators are 601.74 ± 0.008 c.u./mg•min in *Berberis vulgaris* L., and 885.33 ± 0.002 c.u./mg•min in *Chaenoméles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach.. The minimum level of catalase activity growth throughout the entire growing season in all areas is characterised by *Acer platanoides* L. (from 483.27 ± 0.001 to 653.06 ± 0.003 c.u./mg•min) and *Berberis vulgaris* L. (from 494.29 ± 0.002 to 601.74 ± 0.008 c.u./mg•min).

Thus, it should be noted that woody vegetation in the Kryvyi Rih district central part, against the background of anthropogenic pollution, produces annually from 84.10 ± 0.42 to $1143.11 \pm 0.08 \text{ g/m}^2 \text{ year}^{-1}$ of leaf litter, with an average value of $412.04 \pm 2.8 \text{ g/m}^2 \text{ year}^{-1}$. According to our research results, the leaf litter of woody and shrub vegetation groups in technogenic territories was characterised by

a neutral and alkaline reaction of water extract contained from 3.23 to 21.95 % of ash substances, with an average value of 12.18 ± 0.05 .

Statistically significant relationship is 15 correlation coefficients between leaf litter ecological-biogeochemical indicators and leading characteristics of Kryvyi Rih forest cultures-phytocenoses and woody and shrub vegetation groups. In most cases (11), correlation coefficients indicate the presence of a direct relationship ($r^2 > 0$). The strength of the correlation is as follows: in 10 cases, a weak relationship was found ($0.3 < |r^2| < 0.5$), in 5 - medium relationship ($0.5 < |r^2| < 0.7$). The most significant and statistically significant impact on leaf litter ecological-biogeochemical indicators is the value of the density of stands and their relative vital state. The study allowed the identification of the most physiologically adapted tree species in the woody plants to the Kryvyi Rih central part conditions, suitable for use in the landscape design of new urban residential areas.

Summarising the research results, we studied a list of woody plant species that are most adapted and can be used for phytooptimization of special-purpose lands was substantiated. Thus, the work results prove that the taxonomic composition and ecological and physiological features of aboriginal, invasive or introduced species in the woody and shrub plants of the specialised purpose territory central part of Kryvyi Rih, are dynamic ecosystems with formed dominant species of plant communities, adaptively labile and flexible plants in accordance with growth conditions. The obtained data scientifically substantiate the prospects and feasibility of further use in woody and shrub-dominant species for phytooptimization of technolandscapes.

The research results were used in the scientific and practical work of the "Gurivskyi Forest" nature reserve and educational programs at the Department of Plant Introduction and Acclimatization, Oles Honchar Dnipro National University: "Greenhouse and Industrial Floriculture", "School Educational and Research Area and School Greening". As well as the Department of Chemistry and Life Safety and the Department of General Biology and Ecology of the Kryvyi Rih State

Pedagogical University: "Fundamentals of Life Safety", "Regional Ecology". Based on the data obtained, recommendations were developed for the management of urban tree plantations.

Keywords: woody plantations of the sanitary protection and water protection city belt, artificial woody and shrub vegetation groups of special purpose, dendrophytocenoses, indicators of vitality and stability of dendroflora, dendrometric woody indicators, diversity woody indices, biocenotic and ecophytocenotic conditionality, woody leaf litter indicators.

Список публікацій здобувача, в яких висвітлено основні наукові результати дисертації.

У виданнях, які включені до наукометричних баз Web of Science та Scopus:

1. **Kvitko M. O.**, Savosko V. M., Lykholat Y. V., Holubiev M. I., Hrygoruk I. P., Lykholat O. A., Kofan I. M., Chuvasova N. O., Yevtushenko E. O., Lykholat T. Y., Marenkov O. M., Ovchinnikova Y. Y. Assessment of the ecological hybrid threat to industrial area in connection with the vital state of artificial woody plantations in Kryvyi Rih District (Ukraine). *[IOP Conference Series: Earth and Environmental Science Vol. 1049](#)* Published online: 05 July 2022. DOI: doi.org/10.1088/1755-1315/1049/1/012046 <https://iopscience.iop.org/issue/1755-1315/1049/1> (Scopus) (особистий внесок **Kvitko M. O.**: збір та обробка біо-морфологічних, фітоценотичних даних, написання статті; Savosko V. M.: проведення експериментального дослідження; Lykholat Y. V.: концепція дослідження; Hrygoruk I. P., загальне керівництво дослідженням; Holubiev M. I.: аналітична обробка даних; Lykholat O. A.: формулювання висновків; Kofan I. M. : корекція протоколу відбору матеріалів; Chuvasova N. O.: аналіз отриманих результатів; Yevtushenko E. O.: інтерпретація результатів; Lykholat T. Y: аналітичний огляд, Marenkov O. M.: перевірка статистичної та аналітичної достовірності; Ovchinnikova Y. Y.: статистична обробка даних).

2. Kulbachko Y. L., Boroday Ye. S., Lykholat T. Y., Lykholat O. A., **Kvitko M. O.**, Marenkov O. M., Yevtushenko E. O. Lykholat Y. V. Accumulation of heavy metals by different representatives of biota in the operation zone of the Prydniprovsk thermal power plant. *The Materials of the V International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2024)*, Kryvyi Rih, Ukraine, May 21–24, 2024. Sustainable Futures in a Changing World – Reflections from the 5th International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2024). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Vol. 1415.

URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1415/1/012005>

DOI [10.1088/1755-1315/1415/1/012005](https://doi.org/10.1088/1755-1315/1415/1/012005) (**Scopus**) (особистий внесок

Kvitko M. O.: аналітичний огляд фітоценотичних даних, аналіз отриманих даних; Kulbachko Y. L., збір та обробка зоологічних даних; Boroday Ye. S.: збір та обробка біо-морфологічних даних, Lykholat T. Y.: проведення експериментального дослідження, аналіз отриманих результатів; Lykholat O. A.: написання статті, формулювання висновків; Marenkov O. M.: аналітичний огляд; Yevtushenko E. O.: корекція протоколу відбору матеріалів; Lykholat Y. V.: концепція дослідження).

3. **Kvitko M. O.**, Lykholat T. Y., Lykholat O. A., Marenkov O. M., Lykholat Y. V. Assessment of changes in the structure of the forest ecosystems for example sanitary woody plantations in the Steppe Dnipro. *The Materials of the V International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2024)*. Kryvyi Rih, Ukraine, May 21–24, 2024. Sustainable Futures in a Changing World – Reflections from the 5th International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2024). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Vol. 1415. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1415/1/012048>

DOI 10.1088/1755-1315/1415/1/012048 (Scopus) (особистий внесок **Kvitko M. O.**: проведення експериментального дослідження, збір та обробка біо-морфологічних, фітоценотичних даних, написання статті; **Lykholat T. Y.**: аналітичний огляд, формулювання висновків; **Lykholat O. A.**: концепція дослідження; **Marenkov O. M.**: корекція протоколу відбору матеріалів; **Lykholat Y. V.**: аналіз отриманих результатів).

4. **Kvitko M.**, **Lykholat O.**, **Lykholat T.**, **Holubiev M.**, **Lykholat Yu.** Features of the species composition on the trofic analisis of artificial woody plantations in the Kryvyi Rih mining and industrial distric. *Біологічні студії*. 2025. Т. 19, № 1. Р. 137–150. DOI : <https://doi.org/10.30970/sbi.1901.807>, **(Scopus Q4)** (особистий внесок **Kvitko M.**: проведення експериментального дослідження, збір та обробка еколого-біологічних, морфологічних, фітоценотичних даних, написання статті; **Lykholat T.**: аналіз отриманих результатів; **Lykholat O.**: аналітичний огляд, формулювання висновків; **Holubiev M.**: корекція протоколу відбору матеріалів; **Lykholat Y.**: концепція дослідження).

Публікації в наукових фахових виданнях України

5. Савосько В. М., **Квітко М. О.** Сучасний стан основних насаджень Довгинцівського дендропарку (м. Кривий Ріг) / В.М. Савосько, М.О. Квітко // Промислова ботаніка. – 2014. Вип. 14. – С. 106-114. **(Фахова, категорія Б)** (особистий внесок **Квітко М. О.**: збір та обробка еколого-біологічного матеріалу, аналітичний огляд; **Савосько В. М.**: збір та обробка дендрологічних даних, статистична обробка даних, аналіз результатів, написання статті; **концепція та дизайн дослідження, формулювання висновків**).

6. Савосько В.М., **Квітко М.О.** Екологічна обумовленість сучасного стану лісових культурфітоценозів Криворіжжя / В.М. Савосько, М.О. Квітко // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – 2016. – № 45. – С. 22-28. **(Фахова, категорія Б)** (особистий внесок **Квітко М. О.**:

збір та обробка еколого-біологічного матеріалу, аналітичний огляд, статистична обробка даних; Савосько В. М.: збір та обробка дендрологічних даних, аналіз результатів, написання статті; концепція та дизайн дослідження, формулювання висновків).

7. Савосько В.М., **Квітко М.О.** Сучасний життєвий стан лісових культурфітоценозів Криворіжжя / В.М. Савосько, М.О. Квітко // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. – 2017. – Вип. – 75. – С. 75-82. **(Фахова, категорія Б)** (особистий внесок **Квітко М. О.**: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, аналітичний огляд, статистична обробка даних; Савосько В. М.: обробка дендрологічних даних, аналіз результатів, написання статті; концепція та дизайн дослідження, формулювання висновків).

8. Савосько В.М., **Квітко М.О.**, Лихолат Ю.В., Григорюк І.П., Богач Є.М., Якубенко Б.Є. Еколого-біогеохімічні маркери життєвого стану деревних рослин лісових культурфітоценозів в умовах степу та промислового регіону / В.М. Савосько, М.О. Квітко, Ю.В. Лихолат, І.П. Григорюк, Є.М. Богач, Б.Є. Якубенко // Науковий вісник НУБіП України. Серія: біологія, біотехнологія, екологія. – 2017. – № 270. – С. 44-52. **(Фахова, категорія Б)** (особистий внесок **Квітко М. О.**: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, аналітичний огляд; Савосько В. М.: обробка дендрологічних даних, написання статті; Лихолат Ю.В.: концепція та дизайн дослідження, формулювання висновків; Григорюк І.П.: аналіз результатів; Богач Є.М.: корекція протоколу відбору матеріалів; Якубенко Б.Є.: статистична обробка даних).

9. Савосько В.М., **Квітко М.О.**, Григорюк І.П., Серга О.І., Лихолат Ю.В., Андріцьо М.О. Гетерогенність біометричних показників лісових культурфітоценозів в екологічних умовах Криворіжжя / В.М. Савосько, М.О. Квітко, І.П. Григорюк, О.І. Серга, Ю.В. Лихолат, М.О. Андріцьо // Біоресурси і природокористування [Онлайнний ресурс]. – 2018. – Том 10, Номер 1-2 Доступно за адресою:

<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Bio/article/view/10277>. (Фахова, категорія Б) (особистий внесок **Квітко М. О.**: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, аналітичний огляд; Савосько В. М.: обробка дендрологічних даних, написання статті; Григорюк І.П.: аналіз результатів; Серга О.І.: корекція протоколу відбору матеріалів; Лихолат Ю.В.: концепція та дизайн дослідження, формулювання висновків; Андріцьо М.О.: статистична обробка даних).

10. **Квітко М. О.**, Савосько В. М. Екологічні особливості відносного життєвого стану лісових культурфітоценозів Криворіжжя / М. О. Квітко, В. М. Савосько // Питання біоіндикації та екології. – 2018. – Вип. 23, № 2. – С. 34-57. DOI: 10.26661/2312-2056/2018-23/2-03. (Фахова, категорія Б) (особистий внесок **Квітко М. О.**: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, аналітичний огляд, статистична обробка даних; Савосько В. М.: обробка дендрологічних даних, аналіз результатів, написання статті; концепція та дизайн дослідження, формулювання висновків).

11. **Квітко М. О.**, Савосько В. М., Лихолат Ю. В., Григорюк І.П. Лісові культурфітоценози як природоохоронний чинник екологічної безпеки Криворізького гірничо-металургійного регіону / В. М. Савосько, М. О. Квітко, Ю. В. Лихолат, І.П. Григорюк // Біологічні системи: Терія та інновації. Vol. 11, № 4, – 2020. URL: <https://doi.org/10.31548/biologiya2020.04.001> (Фахова, категорія Б) (особистий внесок **Квітко М. О.**: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, аналітичний огляд, статистична обробка даних; Савосько В. М.: обробка дендрологічних даних, аналіз результатів, написання статті; Лихолат Ю. В.: формулювання висновків; Григорюк І.П.: концепція та дизайн дослідження).

12. **Квітко М. О.** Порівняльний аналіз життєдіяльності деревних насаджень Криворізьського району в умовах степу. *Питання Степового лісознавства та лісової рекультивациі земель*. 2024. Т. 53. С. 154–171. DOI: <https://doi.org/10.15421/442413> (Фахова, категорія Б) (особистий внесок

Квітко М. О.: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, аналітичний огляд, статистична обробка даних, аналіз результатів, написання статті; концепція та дизайн дослідження, формулювання висновків).

13. Bielyk Y. V., Lykholat Y. V., Lykholat T. Y., **Kvitko M. O.** Botanical and ecological characteristics of the floristic core of woody-shrub plant communities on technogenically devastated lands (Kryvyi Rih, Ukraine). *Ecology and noospherology*. 2024. Vol. 35, No 1. P. 28–32 DOI: 10.15421/032404 <https://en.dp.ua/index.php/en/article/view/1464> (**Фахова, категорія Б**) (особистий внесок **Квітко М. О.:** корекція протоколу відбору матеріалів, статистична обробка даних; Bielyk Y. V.: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, аналітичний огляд, обробка дендрологічних даних, написання статті; Lykholat T. Y.: аналіз результатів; Lykholat Y. V.: концепція та дизайн дослідження, формулювання висновків).

14. Mustafina F. U., Juraeva H. K. K., Khazrarov A. T. O., Shaykhometova M. A., Abdinazirov S. K., Bronnikova L. I., **Kvitko M. O.** Microclonal propagation of the species from the collection of the botanical garden: *Ungernia sewerzowii* (Regel) B. Fedtsch (Amaryllidaceae J.St.-Hil.). *Нотатки сучасної біології*. 2025. Т. 1, № 19. С. 16–21. DOI: <https://doi.org/10.29038/NCBio.25.1-6>. (**Фахова, категорія Б**) (особистий внесок **Квітко М. О.:** збір та обробка еколого-біологічного, аналітичний огляд; Mustafina F. U.: аналіз результатів, обробка дендрологічних даних; Juraeva H. K. K.: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, концепція та дизайн дослідження, формулювання висновків; Khazrarov A. T. O.: корекція протоколу відбору матеріалів; Shaykhometova M. A.: статистична обробка даних; Abdinazirov S. K.: відбір та обробка лабораторного матеріалу; Bronnikova L. I.: написання статті).

15. Juraeva H. K. K., Akhmetova V., Khazratov A., Mustafina F., Abdinazirov S., Bronnikova L., **Kvitko M. O.** Microklonal propagation of the species from the collection of the botanical garden: *Acer platanoides* L. "Crimson

king" (Aceraceae Juss.). *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія Біологія*. 2025. № 58. С. 163–168. DOI: <https://doi.org/10.32782/1998-6475.2025.58.22>. (*Фахова, категорія Б*) (особистий внесок **Квітко М. О.**: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, написання статті; Juraeva H. K. K.: концепція та дизайн дослідження, формулювання висновків; Akhmetova V.: обробка дендрологічних даних; Khazrarov A. T. O.: корекція протоколу відбору матеріалів; Mustafina F. U.: переклад статті, аналіз результатів; Abdinazirov S. K.: статистична обробка даних, відбір та обробка лабораторного матеріалу; Bronnikova L. I.: аналітичний огляд).

Розділ монографії:

16. Лісові культурфітоценози Криворізького гірничо-металургійного регіону / В.М. Савосько **М.О. Квітко**, Ю.В. Лихолат, І.П. Григорюк, М.М. Назаренко // Флористичне і ценотичне різноманіття у відновленні, охороні та збереженні рослинного світу: монографія / за заг. редак. С.М. Николаенко. – Київ : Видавництво Ліра-К, 2018. – С. 51-69. (особистий внесок **Квітко М. О.**: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, аналітичний огляд; Савосько В. М.: обробка дендрологічних даних, написання статті; Григорюк І.П.: концепція та дизайн дослідження, формулювання висновків; Лихолат Ю.В.: аналіз результатів; Назаренко М. М.: корекція протоколу відбору матеріалів, статистична обробка даних).

Список публікацій, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

17. **Kvitko, M.**, Savosko, V., Kozlovskaya, I., Lykholat, Y., Podolyak, A., Hrygoruk, I., & Karpenko A. (2021). Woody artificial plantations as a significant factor of the sustainable development at mining & metallurgical area. *Second International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2021)*. Kryvyi Rih, Ukraine, May 19–21. E3S

Web of Conferences, 280, 06005. Retrieved from <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128006005> (Зарубіжне видання)

(особистий внесок **Kvitko M.**: проведення експериментального дослідження, збір та обробка біо-морфологічних, фітоценотичних даних; Savosko V.: аналіз отриманих результатів, написання статті; Kozlovskaya, I.: корекція протоколу відбору матеріалів; Lykholat Y., аналітичний огляд; Hrygoruk I.: концепція дослідження, формулювання висновків; Podolyak, A.: статистична обробка даних; Karpenko A.: оцінка біометричних даних деревостану).

18. Lykholat O. A., Khromykh N. O., Lykholat T. Yu., Didur O. O., **Kvitko M. O.**, Lykholat Yu.V. The concept of balanced natural nutrition using introductory species of fruit crops in Ukraine. *The Materials of the 5 Media literacy forum, International social sciences congress in the age of digital transformation*, Istanbul, Halic University, 11–12 november, 2022. Istanbul, 2022. P. 575–580.

URL: https://iris.unito.it/retrieve/5e336b60-d240-4359-9b65-ed5f521a63eb/2022_Denicolai_Ugenti_Audiovisual%20media%20production_Media%20Literacy%20Forum_554-556.pdf (Зарубіжне видання) (особистий внесок **Kvitko M. O.**: опрацювання експериментальних матеріалів; Lykholat O. A.: проведення експериментального дослідження, аналітичний огляд; Khromykh N. O.: збір та обробка біо-морфологічних, фітоценотичних даних; Lykholat T. Yu.: написання статті; Didur O. O.: збір та обробка експериментальних даних, аналіз отриманих результатів; статистична обробка даних, корекція протоколу відбору матеріалів, написання статті; Lykholat Y. V.: концепція дослідження, формулювання висновків).

19. Lykholat O., Khromykh N., Lykholat T., Didur O., **Kvitko M.**, Lykholat Y. Research of phenolic compounds content in yoshta berries for the perspective of cultivation and use in healthy nutrition in the steppe zone of Ukraine. *EUREKA: Life Sciences*. 2023. No 3. P. 27–33. URL: <https://journal.eu-jr.eu/life/article/view/2985> DOI 10.21303/2504-5695.2023.002985. (Зарубіжне видання) (особистий внесок **Kvitko M. O.**: опрацювання експериментальних

матеріалів; Lykholat O. A.: проведення експериментального дослідження, аналітичний огляд; Khromykh N. O.: збір та обробка біо-морфологічних, фітоценотичних даних; Lykholat T. Yu.: написання статті; Didur O. O.: збір та обробка експериментальних даних, аналіз отриманих результатів; статистична обробка даних, корекція протоколу відбору матеріалів, написання статті; Lykholat Y. V.: концепція дослідження, формулювання висновків).

20. **Квітко М. О.**, Кабар А. М., Лихолат Т. Ю., Лихолат О. А., Лихолат Ю. В. Сучасний стан паркових дерев урбанізованих територій Степового Придніпров'я України. *Екологічний вісник Криворіжжя*. 2025. Вип. 5. С. 6–15. <https://doi.org/10.31812/ecobulletinkrd.8335>. (Інші Видання) (особистий внесок **Квітко М. О.**: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, написання статті; Лихолат Т. Ю.: аналітичний огляд, статистична обробка даних; Кабар А. М.: обробка дендрологічних даних, аналіз результатів; Лихолат О. А.: концепція та дизайн дослідження; Лихолат Ю. В.: формулювання висновків).

21. **Kvitko M.**, Vyshnevetska E. Regional environmental projects for the preservation of woody ecosystems on example of the Hurivskiy forest in the Ukrainian steppe zone. *Science and society: modern trends in a changing world : Proceeding of XII International Scientific and Practical Conference, Vienna, Austria, 28–30 October, 2024. Vienna, 2024. P. 12–16. URL: <https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2024/10/SCIENCE-AND-SOCIETY.-MODERN-TRENDS-IN-A-CHANGING-WORLD-28-30.10.2024.pdf>*.

(Зарубіжне видання) (особистий внесок **Kvitko M.**: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, аналітичний огляд, аналіз результатів, написання статті, концепція та дизайн дослідження, формулювання висновків; Vyshnevetska E.: статистична обробка даних, обробка дендрологічних даних).

22. **Kvitko M. O.**, Bondarenko O. Yu. Leaf pigment analisis in dust protection plantings dominant tree species of the city of Krivy Roh in the

conditions of the steppe zone. *International Scientific and Practical Conference "Current problems and prospects of chemistry and chemical technology"*, Jizzax, Uzbekistan, 25–26 April 2025. Jizzax, 2025. P. 334–340. (**Зарубіжне видання**) (особистий внесок **Kvitko M. O.**: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, аналітичний огляд, аналіз результатів, написання статті, концепція та дизайн дослідження, формулювання висновків; *Bondarenko O. Yu.*: лабораторна та статистична обробка даних, пігментний аналіз матеріалів листових пластин деревних рослин).

23. Лихолат О. М., Хромих Н. О., Лихолат Т. Ю., Дідур О. О., **Квітко М. О.**, Лихолат Ю. В. Накопичення та склад фенольних сполук з антиоксидантною здатністю в плодах рослин *Yoshia*, інтродукованих в степовій зоні України *Селекція, генетика та біотехнологія сільськогосподарських рослин: досягнення, інновації та перспективи* : тези доп. Міжнар. наук. Інтернет-конф., м. Одеса, СГІ-НЦНС, 26 жовтня 2022 р. Одеса, 2022. С. 131–132. URL: https://sgi.in.ua/data/documents/vidannya-institutu/materiali-konferencii/materiali_konferencii_6.pdf. Форма участі: заочна (особистий внесок **Квітко М. О.**: опрацювання експериментальних матеріалів; *Лихолат О. М.*: проведення експериментального дослідження, аналітичний огляд; *Хромих Н. О.*: збір та обробка біо-морфологічних, фітоценотичних даних; *Лихолат Т. Ю.*: написання статті; *Дідур О. О.*: збір та обробка експериментальних даних, аналіз отриманих результатів; статистична обробка даних, корекція протоколу відбору матеріалів, написання статті; *Лихолат Ю. В.*: концепція дослідження, формулювання висновків).

24. **Квітко М. О.**, Савосько В. М., Лихолат Ю. В., Лихолат О. А., Маренков О. М., Лихолат Т. Ю. Екологічний стан та гібридні зразки для лісових культур фітоценозів Криворіжжя. *Безпека людини у сучасних умовах* : зб. доп. XIV Міжнар. наук.-метод. конф. Європейської асоціації наук з безпеки, м. Харків, 1–2 грудня 2022 р. Харків. 2022. С. 90–92. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/collections/d87bba2e-49f8-4223-90c6->

[3aa1e8d6ba50](#). Форма участі: заочна (особистий внесок **Квітко М. О.**: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, написання статті; Савосько В. М.: аналітичний огляд, статистична обробка даних; Лихолат Ю. В.: формулювання висновків; Лихолат О. А.: концепція та дизайн дослідження; Маренков О. М.: аналіз результатів; Лихолат Т. Ю.: обробка дендрологічних даних).

25. **Kvitko M.**, Savosko V., Kozlovskaya I., Lykholat Yu., Podolyak A., Hrygoruk I., Karpenko A. Assessment of the ecological hybrid threat to the region in connection with vital state of artificial woody plantations in Kryvyi Ryh. *Book of abstracts of the 3rd international conference on sustainable futures: environmental, technological, social and economic matters*, Kyiv, Ukraine, May 2022. Kyiv, 2022. С.77. Форма участі: очна (особистий внесок **Kvitko M.**: проведення експериментального дослідження, збір та обробка біоморфологічних, фітоценотичних даних; Savosko V.: аналіз отриманих результатів, написання статті; Kozlovskaya, I.: корекція протоколу відбору матеріалів; Lykholat Y., аналітичний огляд; Hrygoruk I.: концепція дослідження, формулювання висновків; Podolyak, A.: статистична обробка даних; Karpenko A.: оцінка біометричних даних деревостану).

26. **Квітко М.**, Лихолат О., Лихолат Т., Бородай Є., Лихолат Ю. Значення інтродукції рослин для оптимізації стану деревних екосистем Придніпровського степу України. *Новітні досягнення біотехнології*: матер. VII Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, Нац. авіаційний ун-т, 21–22 вересня 2023. Київ, 2023. С. 43–44. Форма участі: заочна (особистий внесок **Квітко М.**: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, написання статті; Лихолат О.: аналітичний огляд, статистична обробка даних; Лихолат Т. Ю.: обробка дендрологічних даних; Бородай Є.: аналіз результатів; Лихолат Ю.: концепція та дизайн дослідження, формулювання висновків).

27. **Квітко М.**, Коваль І., Лихолат О., Лихолат Т., Лихолат Ю. Біологічна характеристика представників роду *Rosa L.* в штучних деревних

насадженнях степової зони України. *Сучасні проблеми біології в умовах змін клімату*: матер. Всеукр. наук. Інтернет-конф., м. Умань, УНУС, 7 липня 2023 р. Умань, 2023. URL:

<https://biology.udau.edu.ua/assets/files/gotelka/zbirnik-konferencii-18.06.2024.pdf>

Форма участі: заочна (особистий внесок **Квітко М.**: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, написання статті; Коваль І.: аналіз результатів; Лихолат О.: аналітичний огляд, статистична обробка даних; Лихолат Т.: обробка дендрологічних даних; Лихолат Ю.: концепція та дизайн дослідження, формулювання висновків).

28. **Квітко М. О.**, Лихолат Ю. В., Лихолат О. А., Маренков О. М., Лихолат Т. Ю. Регіональна екологічна безпека як тригер оцінки стану штучних деревних насаджень у Придніпровському степу (Україна). *Безпека людини у сучасних умовах*: матер. Міжнар. наук. конф. Європейської асоціації наук з безпеки, м. Харків, 7–8 грудня 2023 р. Харків, 2023. С. 107–108.

URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/collections/4e288c1c-e7a6-417a-8a3c-f88fbaddda21>. Форма участі: заочна (особистий внесок **Квітко М. О.**: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, написання статті; Лихолат Ю. В.: концепція та дизайн дослідження, формулювання висновків; Лихолат О. А.: аналітичний огляд; Маренков О. М.: аналіз результатів; Лихолат Т. Ю.: обробка експериментальних даних, статистична обробка даних).

29. **Квітко М.**, Лихолат О., Лихолат Т., Лихолат Ю. Регіональна екологічна безпека та впровадження штучних деревних насаджень. *Міжнародна безпека та збалансоване природокористування*: матер. Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 6–7 липня 2023 р. Київ, 2023. Ч. 1. С. 200–203. URL: <https://agroeco.org.ua/vydannya/materiali-mizhnarodnoi-naukovo-praktichnoi-konferencii-ekologichna-bezpeka-ta-zbalansovane-prirodokoristuvannja-v-agropromislovomu-virobnictvi/>. Форма участі: заочна (особистий внесок **Квітко М.**: збір та обробка еколого-біологічного,

дендрологічного матеріалу, написання статті; Лихолат О.: аналітичний огляд, статистична обробка даних; Лихолат Т.: обробка експериментальних даних, аналіз результатів; Лихолат Ю.: концепція та дизайн дослідження, формулювання висновків).

30. **Kvitko M. O.**, Lykholat O. A., Lykholat T. Yu., Lykholat Yu. V. Use of artificial woody plantations to improve the physical and psychological health of people in industrial areas. *Proceeding book. 5. International Antaliya scientific research and congress*, Antalya, Türkiye, July 26–28 2023. Antalya, 2023. P. 146. Форма участі: очна, дистанційна (особистий внесок **Kvitko M. O.**: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, написання статті; Lykholat O. A.: аналітичний огляд, статистична обробка даних; Lykholat T. Yu.: обробка експериментальних даних, аналіз результатів; Lykholat Yu. V.: концепція та дизайн дослідження, формулювання висновків).

31. Koval I., Rakhmanov R., Lykholat O., Lykholat T., **Kvitko M.**, Lykholat Y. Comparative characteristic of introduced representatives of the genus *Rosa* L. in the Ukrainian steppe zone. *The Abstracts book. 6. International Palandoken Scientific Studies Congress*, Erzurum, Türkiye, 24–25 June, 2023. Erzurum, 2023. P. 329. URL: https://en.isarconference.org/files/ugd/6dc816_d58c86b893da48c6b31e1796fc55d179.pdf. Форма участі: очна, дистанційна (особистий внесок **Kvitko M.**: обробка експериментальних даних; Koval I.: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, написання статті; Rakhmanov R. аналіз результатів; Lykholat O.: аналітичний огляд, статистична обробка даних; Lykholat T.: формулювання висновків; Lykholat Yu.: концепція та дизайн дослідження).

32. **Kvitko M. O.**, Lykholat O. A., Lykholat T. Yu., Marynkov O. M., Lykholat Yu. V. The importance of plant introduction for tree ecosystems in the Dniper stepe (Ukraine). *Proceeding book. 2nt International Scientific Research Conference*, Igdir, Türkiye, Igdir University, September 26–27. 2023. Igdir, 2023. P. 84–85. URL: <https://eskisite.igdir.edu.tr/news/2-uluslararası%C4%B1-ipek-yolu-kongresi-yar%C4%B1n-%C3%BCniversitemizde-ba%C5%9Fl%C4%B1yor>.

Форма участі: очна, дистанційна (особистий внесок **Kvitko M. O.**: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, написання статті, обробка експериментальних даних; Lykholat O. A.: аналіз результатів; Lykholat T. Yu.: аналітичний огляд, статистична обробка даних; Marenkov O. M.: інтерпретація результатів, екосистемний аналіз; Lykholat Yu. V.: формулювання висновків, концепція та дизайн дослідження).

33. **Kvitko M. O.**, Lykholat O. A., Lykholat T. Yu., Lykholat Yu. V., Marenkov O. M. Possibles of introducing plants of the Dnipro steppe. Conference proceedings book. *International conference on global practice of multidisciplinary scientific studies – IV*, Turkish Republic of Northern, Cyprus, 28–30 April 2023. Cyprus, 2023. P. 237. Форма участі: очна, дистанційна (особистий внесок **Kvitko M. O.**: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, написання статті, обробка експериментальних даних; Lykholat O. A.: аналіз результатів; Lykholat T. Yu.: аналітичний огляд, статистична обробка даних; Lykholat Yu. V.: формулювання висновків, концепція та дизайн дослідження; Marenkov O. M.: інтерпретація результатів, екосистемний аналіз).

34. **Kvitko M. O.**, Lykholat Y. V., Lykholat O. A., Lykholat T. Y. The role of woody ecosystems in urban areas landscape architecture. *The proceedings book (Abstracts & full papers) III. International architectural sciences and applications symposium (IArcSAS-2023)*, Naples, Italy, September 14–15. Naples, 2023. P.101. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10032598> <https://www.iarcsas.org> The proceedings book <https://zenodo.org/records/10032598>. Форма участі: заочна (особистий внесок **Kvitko M. O.**: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, написання статті, обробка експериментальних даних; Lykholat Yu. V.: формулювання висновків, концепція та дизайн дослідження; Lykholat O. A.: аналіз результатів; Lykholat T. Yu.: аналітичний огляд, статистична обробка даних).

35. Лихолат Ю. В., Лихолат Т. Ю., **Квітко М. О.**, Бородай Є. С., Гальченко В. М. Стан та перспективи відновлення рослинного покриву на

техногенних територіях. *The 31st International scientific and practical conference “Methodological aspects of education: achievements and prospects” (August 06 – 09, 2024)* Rotterdam, Netherlands. International Science Group. 2024. Р. 21–25. URL: <https://isg-konf.com/wp-content/uploads/2024/08/METHODOLOGICAL-ASPECTS-OF-EDUCATION-ACHIEVEMENTS-AND-PROSPECTS.pdf>. Форма участі: заочна (особистий внесок **Квітко М. О.**: аналітичний огляд, аналіз результатів; Лихолат Ю. В.: формулювання висновків; Лихолат Т. Ю.: статистична обробка даних, концепція та дизайн дослідження; Бородай Є. С.: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, написання статті; Гальченко В. М.: обробка дендрологічних даних).

36. **Квітко М. О.** Життєвий стан деревних насаджень Гурівського лісового масиву степової зони України. *Геоботанічні, ґрунтові та екологічні дослідження лісових біогеоценозів степової зони: історія, сучасність, перспективи* : матер. III Міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 95-річчю з дня народження чл.-кор. НАН України, д.б.н., професора А. П. Травлєєва. Дніпро : Ліра, 2024. С. 96. URL: <https://issar.com.ua/geobotanichni-%D2%91runtovi-ta-ekologichni-doslidzhennya-lisovih-biogeocenoziv-stepovo%D1%97-zoni-istoriya-suchasnist-perspektivi-konferencziya-prisvyachena-pamyati-travl/>. Форма участі: очна (особистий внесок: проведення дослідження, збір та обробка експериментальних даних, аналіз отриманих результатів, формулювання висновків, написання тез).

37. **Квітко М. О.** Лісові екосистеми Криворізького гірничо-видобувного району в умовах степової зони. *Лісівництво, переробляння деревини та землевпорядкування: здобутки, стан і перспективи* : матер. Всеукр. наук.-практ. конф., м. Харків, 29–30 жовтня 2024 р. Харків, 2024. С. 73–75. URL: <https://biotechuniv.edu.ua/wp-content/uploads/2024/12/conf-29-30-10-24-materv.pdf>. Форма участі: очна (особистий внесок: проведення дослідження, збір та обробка експериментальних даних, аналіз отриманих результатів, формулювання висновків, написання тез).

38. **Квітко М. О.**, Лихолат Ю. В., Лихолат О. А., Маренков О. М., Євтушенко Е. О., Бородай Є. С., Лихолат Т. Ю. Роль інтродукованих штучних деревних насаджень Степового Придніпров'я як одного з ключових елементів накопичення забруднення при експлуатації теплоелектростанцій. *Безпека людини у сучасних умовах* : матер. XVI Міжнар. наук.-метод. конф., м. Харків, Україна, 6–7 грудня 2024 р. Харків, 2024. URL: <http://web.kpi.kharkov.ua/safetyofliving/uk/golovna/>. Форма участі: заочна (особистий внесок **Квітко М. О.**: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, написання статті, обробка експериментальних даних; Лихолат Ю. В.: формулювання висновків, концепція та дизайн дослідження; Лихолат О. А.: аналіз результатів; Маренков О. М.: інтерпретація результатів, екосистемний аналіз; Євтушенко Е. О.: аналіз флористичного складу інтродукованих рослин; Бородай Є. С.: оцінка фізіологічних показників життєвості та рівня адаптації інтродуцентів; Лихолат Т. Ю.: аналітичний огляд, статистична обробка даних).

39. Гаврилюк Г., **Квітко М.**, Посмітна І. Збереження довкілля регіону через екологічні проекти деревних насаджень на прикладі Гурівського лісового масиву. *Екологічна безпека в умовах війни* : зб. тез доп. V Міжнар. наук.-практ. конф., м. Львів, ЛДУБЖД, 21 листопада 2024 року. Львів, 2024. С. 115–117. URL: <https://sci.ldubgd.edu.ua/bitstream/4.pdf>. Форма участі: заочна (особистий внесок **Kvitko M. O.**: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, аналітичний огляд, аналіз результатів, написання статті, концепція та дизайн дослідження, формулювання висновків; Гаврилюк Г.: аналіз екологічних даних; Посмітна І.: статистична обробка даних).

40. **Kvitko M. O.**, Lykholat T. Yu., Evtushenko E. O., Lykholat Yu. V. Pollution of woody ecosystems and leaf cover in the operation area of pridniprovsk TPP in Ukrainian steppe condition. *Proceeding book. IV. Bilsel International harput scientific researchers congress*, Elaziğ, Türkiye, 09–10 november 2024. Elaziğ, 2024. P. 785. URL: <https://bilselkongreleri.com/wp->

[content/uploads/4.BILSEL-HARPUT-KONGRE-KITABI.pdf](#). Форма участі: очна (особистий внесок **Kvitko M. O.**: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, написання статті, обробка експериментальних даних; Lykholat T. Yu.: аналітичний результатів лабораторних даних, статистична обробка даних; Evtushenko E. O.: аналіз флористичного складу інтродукованих рослин; Lykholat Yu. V.: формулювання висновків, концепція та дизайн дослідження).

41. **Kvitko M. O.**, Lykholat T. Y., Kabar A. M., Lykholat O. A., Lykholat Y. V. Urbanization process in ecosystems dendrology parks of the Ukrainian Dnipro Steppe. *The 4. Bilsel International Sur Scientific Researches Congress*, Diyarbakir, Türkiye, 21–22 December, 2024. Diyarbakir, 2024. P. 1398–1399. URL: <https://bilselkongreleri.com/wp-content/uploads/4.surkitap-4-2.pdf>. Форма участі: очна (особистий внесок **Kvitko M. O.**: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, написання статті, обробка експериментальних даних; Lykholat T. Y.: аналітичний результатів лабораторних даних, статистична обробка даних; Kabar A. M.: оцінка флористичного складу урбанізованих видів флори; Lykholat O. A.: : аналіз результатів; Lykholat Y. V.: формулювання висновків, концепція та дизайн дослідження).

42. Lykholat Y. V., Rakhmanov R. V., Lykholat T. Y., **Kvitko M. O.**, Lykholat O. A., Kabar A. M. Biological and medicinal properties of introduced representatives of the genus *Berberis* l. in the ukrainian steppe conditions. *The 4. Bilsel International Aspendos Scientific Researches Congress*, Antalya, Türkiye, 01–02 February, 2025. Antalya, 2025. P. 338. URL: <https://bilselkongreleri.com/wp-content/uploads/4.Aspendos-Kongre-Kitabi.pdf>.

Форма участі: заочна (особистий внесок **Kvitko M. O.**: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу; Lykholat Y. V.: написання статті, формулювання висновків; Rakhmanov R. V.: аналітичний огляд фармакологічних властивостей флори, аналіз результатів; Lykholat T. Y.: аналіз експериментальних даних, статистична обробка даних;

Lykholat O. A.: концепція та дизайн дослідження; Kabar A. M.: обробка флористичних та екологічних даних).

43. Lykholat T. Y., Marenkov O. M., Lykholat O. A., **Kvitko M. O.**, Nesterenko O. S., Lykholat Y. V. Reproduction technology improvement of the genus *Berberis* l. representatives in the conditions of the Steppe. *Proceeding book. 1. International Prizren Scientific Researches and Innovation Congress*, Kosova, 26–27 April 2025. Kosova, 2025. P. 580. URL: <https://www.wosconkongreleri.com/wp-content/uploads/1.-Uluslararası-Prizren-Bilimsel-Arastirmalar-ve-Inovasyon-Kongresi-Kongre-Kitabi.pdf>. Форма участі: заочна (особистий внесок **Квітко М. О.**: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу; Лихолат Т. Ю.: написання статті, статистична обробка даних; Marenkov O. M.: аналітичний огляд, аналіз результатів; Лихолат О. А.: концепція та дизайн дослідження; Nesterenko O. S.: збір та обробка еколого-біологічних даних; Лихолат Ю. В.: формулювання висновків).

44. **Квітко М. О.**, Бондаренко О. Ю. Вплив забруднюючих речовин на асиміляційний апарат домінуючих деревних порід лісових насаджень Криворіжжя. *Проблеми фундаментальної, прикладної екології та екологічної освіти* : матер. Всеукр. наук.-практ. конф., присвяч. 90-річчю від дня народження Володимира Івановича Шанди, м. Кривий Ріг, КДПУ, 30 травня 2025 р. Кривий Ріг : КДПУ, 2025 С. 94–97. URL: <https://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/11972?show=full>. Форма участі: очна (особистий внесок **Квітко М. О.**: збір та обробка еколого-біологічного, дендрологічного матеріалу, аналітичний огляд, аналіз результатів, написання статті, концепція та дизайн дослідження, формулювання висновків; Бондаренко О. Ю.: лабораторна та статистична обробка даних, пігментний аналіз матеріалів листових пластин деревних рослин).

45. **Kvitko M. O.**, Lykholat T. Y., Lykholat O.A., Lykholat Y. V. Preservation of the community's health in the ukrainian Dnipro region through the

Implementation of ecological projects. *Proceeding book. The 3. International Paris Scientific Researches And Innovation Congress*, France, 28–29 June, 2025. P. 683. URL: <https://www.wosconkongreleri.com/wp-content/uploads/3.-INTERNATIONAL-PARIS-SCIENTIFIC-RESEARCHES-AND-INNOVATION-CONGRESS-BOOK.pdf>. Форма участі: очна дистанційна (особистий внесок **Kvitko M. O.**: збір та обробка еколого-біологічного, рослинного матеріалу, написання статті, обробка експериментальних даних; Lykholat T. Y.: аналітичний огляд, статистична обробка даних; Lykholat O. A.: аналіз результатів; Lykholat Y. V.: формулювання висновків, концепція та дизайн дослідження).

46. **Kvitko M. O.**, Lykholat T. Y., Lykholat O.A., Lykholat Y. V. The woody resources territorial protection task of preservation in Dnipro region local communities in Ukraine. *Proceeding book. The 3. International Colosseum Scientific Researches And Innovation Congress*, Italy, 12–13 July, 2025. P. 510. URL: <https://www.wosconkongreleri.com/wp-content/uploads/3.-INTERNATIONAL-COLOSSEUM-CONGRESS-BOOK.pdf>. Форма участі: очна дистанційна (особистий внесок **Kvitko M. O.**: збір та обробка еколого-біологічного, рослинного матеріалу, написання статті, обробка експериментальних даних; Lykholat T. Y.: аналітичний огляд моделі дослідження, статистична аналіз даних; Lykholat O. A.: аналіз експериментальних результатів; Lykholat Y. V.: концепція та дизайн дослідження, формулювання висновків).

47. **Kvitko M. O.**, Lykholat Y. V., Lykholat T. Y., Koren O. I., Sklyar T. V., Lykholat O. A. The park tree stand in urbanized areas of the steppe Dnipro region. *Proceeding book. The 6. Bilsel International Harput Scientific Researches Congress*. Elazığ,Türkiye. 30–31 August 2025. Elazığ, 2025. P. 674. URL: <https://bilselkongreleri.com/wp-content/uploads/6.-Harput-Kongre-Kitabi.pdf>. Форма участі: очна дистанційна (особистий внесок **Kvitko M. O.**: збір та обробка еколого-біологічного, рослинного матеріалу, написання статті, обробка експериментальних даних; Lykholat Y. V.: концепція та

дизайн дослідження, формулювання висновків; Lykholat T. Y.: аналітичний огляд моделі дослідження, статистична аналіз даних; Koren O. I.: обробка лабораторних флористичних матеріалів; Sklyar T. V.: збір та аналіз фенологічних і еколого-кліматичних показників; Lykholat O. A.: аналіз експериментальних результатів).

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ	44
ВСТУП	35
РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕРЕВНОЇ ТА ЧАГАРНИКОВОЇ РОСЛИННОСТІ В СУЧАСНИХ УМОВАХ ТЕХНОГЕНЕЗУ	53
1.1. Сучасні підходи у дослідженнях деревних екосистем	53
1.2. Європейські підходи до лісової екологічної класифікації	54
1.3. Екологічні підходи до класифікації лісів Північної Америки	57
1.4. Підходи до класифікації лісів в Україні	62
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГІОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ	68
2.1. Загальна характеристика території дослідження	68
2.1.1. Характеристика території Центрального Криворіжжя	69
2.1.2. Особливості техногенного навантаження на території дослідження	72
2.1.3. Особливості деревної рослинності урбоекосистем Криворіжжя під впливом природних регіонально-кліматичних умов	77
2.2. Дослідження дендрофітоценозів промислових регіонів на прикладі озеленення території Криворіжжя	78
2.3. Інтродукція та системний аналіз фізіологічних особливостей адаптації деревних порід в умовах Степового Придніпров'я	80
РОЗДІЛ 3. ОБЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	82
3.1. Об'єкти досліджень	84
3.2. Польові методи та збір матеріалів дослідження	95
3.3. Лабораторні та камеральні методи проведення аналізів	99
3.4. Математична та статистична обробка отриманих даних	101

РОЗДІЛ 4. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДОВОГО БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА АНАЛІЗ СТРУКТУРНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ТАКСОНОМІЧНОГО СКЛАДУ ДЕРЕВНИХ УГРУПОВАНЬ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ КРИВОРІЖЖЯ	103
4.1 Таксономічна структура деревної рослинності території дослідження	104
4.2 Біоморфічна структура деревної рослинності території дослідження	120
4.3 Екоморфічна структура деревної рослинності території дослідження	126
4.4 Географічна та ареалогічна структура деревної рослинності території дослідження	132
Висновки до розділу 4	135
РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ ЖИТТЄВОГО СТАНУ ТА ДЕНДРОМЕТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОМІНУЮЧИХ ПОРІД ДЕРЕВНИХ УГРУПОВАНЬ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ КРИВОРІЖЖЯ	137
5.1 Структурна організація та біометрична характеристика домінуючих порід деревної рослинності території дослідження	138
5.2. Загальна характеристика біометричних показників домінуючих порід ключових ділянок деревної і чагарникової рослинності спеціалізованого призначення центральної частини Криворіжжя	149
Висновки до розділу 5	156
РОЗДІЛ 6. ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ АДАПТАЦІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ДОМІНУЮЧИХ ПОРІД ДЕРЕВНИХ УГРУПОВАНЬ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ КРИВОРІЖЖЯ	159
6.1. Аналіз показників екологічної обумовленості та адаптації угруповань деревної і чагарникової рослинності спеціалізованого	

призначення в умовах Криворіжжя	160
6.2. Роль та значення деревних угруповань як частини еколого-біологічної програми сталого розвитку центральної частини Криворізького гірничо-металургійного району	181
Висновки до розділу 6	199
ВИСНОВКИ.....	201
СПИСОК ЦИТОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	205
ДОДАТКИ.....	249

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

- EFT - європейські типи лісів
- EUNIS - Європейську систему інформації про природу
- EVC - Європейську класифікацію рослинності
- НТС - класифікація типів місцезростання
- ВЕС - класифікація біогеокліматичних екосистем
- ЛБГЦ - лісовий біогеоценоз
- ЛКФЦ – лісовий культурфітоценоз
- Кривбас - Криворізький залізорудний басейн
- ПТК Криворіжжя - природно-територіальний комплекс в межах адміністративного Криворізького району
- ГДК – гранично допустимі концентрації
- ТПВ - тверді побутові відходи
- Криворізька МТГ – Криворізька міська територіальна громада
- СЗЗ - санітарно-захисна зона
- Chl a, b – хлорофіл a, b
- Car - каратиноїди
- АПО – аскорбатпероксидаза
- СОД - супероксидисмутаза
- У.о. /мг•хв – умовна одиниця поділені на міліграм та помноження на хвилину
(у.б. - умовних балів
- САТЗ – середньоприпустиме аеро-техногенне забруднення
- ПАТЗ - підвищене аеро-техногенне забруднення
- ДФЦ СП – Дендрологічні фітоценози спеціального призначення
- ДФЦ СПП – Дендрологічні фітоценози спеціального призначення природних територій
- ДФЦ СПУ – Дендрологічні фітоценози спеціального призначення урбанізованих територій
- ДФЦ СПТ – Дендрологічні фітоценози спеціального призначення техногенно промислових територій

ВСТУП

Актуальність теми. Одним із чинників впливаючих на кліматичні зміни вважаються наслідки існуючих антропогенних впливів і трансформацій у лісових екосистемах промислових районів Степового Придніпров'я. Актуальною є підготовка науково-обґрунтованих програм відновлення та розвитку штучних деревних насаджень, які можуть підвищити стабільність і різноманітність лісових екосистем степової зони в цих умовах.

Проте штучні деревно-чагарникові насадження формуються за певними природними законами. Необхідним і своєчасним є вивчення сучасного стану фіторізноманіття для забезпечення ефективної охорони біорізноманіття та здійснення на цій основі природоохоронного менеджменту, у тому числі розширення територій природно-заповідного фонду. Сучасне біорізноманіття, що сформувалося в природних біотопах Степового Придніпров'я України, є досить специфічним, насамперед завдяки поєднанню природних і антропогенних ландшафтів на цих територіях. Залежно від екологічних умов території розташування, враховуючи показники життєдіяльності насаджень, можливий подальший розвиток деревних екосистем за векторами прогресу або регресу. Таким чином, існує нагальна потреба у дослідженні біометричних показників деревних екосистем Криворізького району за різних умов зростання. Проведена робота стане основою для розробки основних напрямків збереження та відтворення фіторізноманіття в лісових екосистемах території, що дасть змогу спланувати необхідні вектори охорони та відновлення біологічного різноманіття штучних деревно-чагарникових насаджень Криворізького району. У рамках вирішення проблеми пом'якшення зміни регіонального клімату шляхом оптимізації виконання деревними екосистемами функцій депонування та консервації карбону визначено за пріоритет дослідження особливостей трофічного складу штучних деревних насаджень Криворізького гірничо-промислового району. Отримані рекомендації покладено в основу комплексних заходів щодо збереження та відновлення стабільного стану

штучних деревних насаджень Криворізького району, розташованих на крутих схилах шахтних відвалів та кроквяно-балкових систем поблизу річок та водойм Степу Дніпропетровщини. В умовах Криворізького гірничовидобувного району абіотичні характеристики штучних деревних насаджень спеціального призначення мають чітку біоценотичну та екофітоценотичну обумовленість.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами й темами.

Дослідження виконано в рамках науково-дослідної роботи кафедри фізіології та інтродукції рослин ДНУ «Інтродукція рідкісних, реліктових природних видів рослин і малопоширених сортів культурних рослин в умовах Степового Придніпров'я» (№ 0122U001454, виконання період 2022-2024 рр.), та госпрозрахункової теми: «Наукова консультація, наукове обслуговування та розробка інвентаризації зелених насаджень ПрАТ «ДНІПРОСПЕЦСТАЛЬ».

Мета і завдання дослідження.

Основною метою даної роботи було дослідження стану деревних насаджень спеціального призначення з позицій фітоценотичного та екосистемного підходу як вагомого чиннику реалізації парадигми сталого розвитку Криворізького металургійного комплексу і гірничовидобувного р-ну в природних умовах степового аридного клімату.

Для реалізації зазначеної мети передбачається виконання таких завдань:

1. Оцінити екологічні умови території розташування домінуючих угруповань деревної та чагарникової рослинності центральної частини Криворізького району Дніпропетровської області;
2. З'ясувати основні закономірності структурної організації домінуючих угруповань деревної та чагарникової рослинності центральної частини Криворізького району Дніпропетровської області;
3. Проаналізувати показники біорізноманіття та вирівняності деревних видів рослин в домінуючих угруповань деревної та чагарникової рослинності

центральної частини Криворізького району Дніпропетровської області;

4. Встановити життєвий стан та дендрометричні характеристики деревостану домінуючих угруповань деревної та чагарникової рослинності центральної частини Криворізького району Дніпропетровської області;

5. Виявити біогеохімічні особливості системи “Листовий опад-ґрунт” домінуючих угруповань деревної та чагарникової рослинності центральної частини Криворізького району Дніпропетровської області;

6. Розробити стратегію заходів використання домінуючих угруповань деревної та чагарникової рослинності центральної частини Криворізького району Дніпропетровської області у фітооптимізації довкілля промислових регіонів.

Об’єкт дослідження - домінуючі угруповання деревної та чагарникової рослинності спеціального призначення в межах центральної частини Криворізького району Дніпропетровської області.

Предмет дослідження - структурна організація та сучасний стан, таксономічна, біоморфічна, екологічна, географічна структури, біорізноманіття та вирівняність, життєвість, дендрометричні характеристики, біохімічні особливості підсистеми “лістовий покрив - листовий опад” домінуючих угруповань деревної та чагарникової рослинності центральної частини Криворізького району Дніпропетровської області.

Наукова новизна отриманих результатів.

Уперше:

- надано біометричні, морфометричні, екоморфічні характеристики сучасного стану угруповань деревних насаджень в природно-кліматичних умовах Стипового Придніпров’я та під впливом постійного антропогенно-техногенного навантаження Криворізького району;

- досліджено життєвий стан домінуючих порід деревних видів спеціального призначення за показниками кількості стовбурів, запасами стовбурної деревини, суми площ поперечних перерізів;

- проаналізовано індекси екоморфічного спектру за показниками чисельності та життєвості складу деревних угруповань в природно-кліматичних умовах Стипового Придніпров'я та умовах постійного антропогенно-техногенного навантаження;

- встановлена активність і динаміку показників хлорофілу у листових пластин домінуючих порід деревних угруповань спеціального призначення центральної частини Криворіжжя;

- проведений аналіз пігментного складу, водного режиму та вміст проліну у листях домінуючих видів деревних угруповань спецпризначення;

- проведена оцінка активності аскорбатпероксидази та супероксиддисмутази у складі листових пластин домінуючих деревних порід спеціального призначення в умовах центральної частини Криворіжжя;

- встановлено взаємозв'язок між структурою деревостану і фізіологічними показниками листових пластин домінуючих порід у деревних насадженнях спеціального призначення центральної частини Криворіжжя;

- запропоновано практичні рекомендації щодо комплексної оцінки стану життєвості в залежності від умов розташування та оптимізації етапів розвитку деревних насаджень спеціального призначення Криворіжжя;

- запропоновано підходи до оцінки фізіологічних показників стресостійкості деревних угруповань спеціального призначення з використанням методики водного дефіциту листових пластин та аналізу вмісту проліну.

Удосконалено та доповнено:

- відомості про видовий та таксономічний склад угруповань деревних насаджень спеціального призначення в Криворізького району;

- відомості про фізіологічні показники стійкост та адаптаційні характеристики листових пластин домінуючих порід деревостану;

- відомості про роль ферментів, пігментів у листових пластинах домінуючих породах деревних рослин в умовах страсостійкості центральної частини Криворіжжя;

- підходи до оцінки визначення сучасного життєвого стану з урахуванням пігментного складу, водного режиму та вмісту проліну в листових пластинах деревних порід в умовах Степового Придніпров'я;

- методи визначення водного дефіциту, рефрактометричного аналізу, та вмісту проліну у листових пластин домінуючих порід в умовах несприятливих екологічних факторів урбанізованого середовища.

Набули подальшого розвитку:

- теоретичні основи екоморфічної оцінки складу деревостану за показниками чисельності та об'єму стовбурної деревини як частина концепції організації екосистем;

- теоретичні основи математичного кореляційного аналізу показників життєвості деревних рослин спеціального призначення в умовах центральної частини Криворіжжя;

- підходи до просторової структури ярусів рослинності в умовах урбанізованого середовища Степового Придніпров'я;

- підходи до оцінки екологічних параметрів домінуючих деревних порід деревостану в угрупованнях спеціального призначення за допомогою трофоморфічних, геліоморфічних, гідроморфічних спектральних характеристик і багатофакторних моделей;

- використання деревних угруповань як частини еколого-біологічної програми сталого розвитку центральної частини Криворізького гірничо-металургійного району;

- використання індексів різноманіття як інструменту для екологічного моніторингу деревних насаджень спеціального призначення.

Практичне значення отриманих результатів.

Результати досліджень впроваджено в науково-практичну роботу ландшафтного заказника «Гурівський ліс», Криворізького ботанічного саду Національної Академії Наук України в освітні програми кафедри фізіології та інтродукції рослин Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, кафедри хімії та безпеки життєдіяльності Криворізького державного

педагогічного університету. Основні теоретичні положення й матеріали дисертації застосовуються при викладанні дисциплін: «Оранжевий і промислове квітникарство», «Пришкільна навчально-дослідна ділянка та озеленення школи», «Основи здоров'язбереження та безпеки життєдіяльності», «Регіональна екологія», проведення навчальної практики студентів, виконання курсових і дипломних робіт. На основі отриманих даних розроблено рекомендації щодо менеджменту міських деревних насаджень. Матеріали дослідження були використані під час аналізу тенденцій змін флористичного складу деревно-чагарникових угруповань, оцінки фізіологічної стійкості рослин в умовах техно- та урболандафтів на базі Криворізького ботанічного саду НАН України, що підтверджується відповідними актами впровадження (Додаток Д - 1, Д - 2, Д - 3).

Особистий внесок здобувача.

Автор дисертації розробив план досліджень, проаналізував сучасну наукову літературу, брав участь у зборі та обробці польового експериментального матеріалу, проаналізував та опрацював отримані наукові результати, брав участь в апробації результатів та підготовці матеріалів до публікації у наукових журналах. Концептуальні рішення та обґрунтування нового напрямку досліджень, що відображені у висновках, наукових розробках і практичних рекомендаціях, є науковим доробком автора дисертаційної роботи.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи та результати досліджень доповідались і обговорювались на щорічних засіданнях кафедри інтродукції та фізіології рослин ДНУ, засіданнях кафедри зоології та методики навчання біології КДПУ, засіданнях кафедри хімії та безпеки життєдіяльності КДПУ; на науково-практичних конференціях професорсько-викладацького складу Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара (м. Дніпро, 2022–2025 рр.), та Криворізького державного педагогічного університету (м. Кривий Ріг 2022–2025 рр.).

Публікації. Основні матеріали дисертаційної роботи опубліковані в 47 наукових працях, із них: 4 – у виданнях, які включені до міжнародних наукометричних баз Web of Science або Scopus, 11 - у виданні, яке входить до переліку «Б» фахових, 3 - в наукових закордонних виданнях, 1 - в наукових виданнях України, 27 – у збірниках матеріали наукових конференцій. Опубліковано розділ у монографії.

Основні результати представлені на наступних конференціях та семінарах: IV Міжнародна науково-практична конференція “Стан природних ресурсів, перспективи їх збереження та відновлення у контексті сталого розвитку ” (м. Дрогобич, Україна, 27-28 жовтня 2020 р.), XI Науково-методична конференція, Міжнародна наукова конференція EAS "Безпека людини у сучасних умовах" Харків, Україна, 3 - 4 грудня 2020 р., Second International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2021). Kryvyi Rih, Ukraine, May 19-21, 2021, Міжнародна наукова конференція «Охорона біорізноманіття та історикокультурної спадщини у ботанічних садах та дендропарках», присвяченій 225-річчю заснування Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України, м. Умань, 28–30 вересня 2021 р., The 5th International Scientific Online Conference «Agrobiodiversity for improving the nutrition, health, life quality, and spiritual development of people» Nitra, Slovakia , on November 3rd, 2021, The XIV International Conference on Mathematics, Science and Technology Education (ICon-MaSTEd 2022) Kryvyi Rih, Ukraine, May 18-20, 2022, The III International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2022). Kryvyi Rih, Ukraine, May 24-27, 2022. International Conference on Global Practice of Multidisciplinary Scientific Studies-III, Turkish Republic of Northern Cyprus, November 15-17, 2022, IX Міжнародну науково-методичну конференцію Міжнародну наукову конференцію EAS "Безпека людини у сучасних умовах" Харків, Україна, 1-2 грудня 2022 р., IV International Conference on Global Practice of Multidisciplinary Scientific Studies. Turkish Republic of Northern

Cyprus, April 28-30, 2023, The V International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2024). Kryvyi Rih, Ukraine, May 21-24, 2024. Biltek-ix 9th International Biltek Congress on current developments in science, technology and social sciences Hakkari University., Türkiye., may 31 - june 2, 2024, III Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 95-річчю з дня народження чл.-кор. НАН України, д.б.н., професора А. П. Травлеєва. – Дніпро: Ліра, 2024, Всеукраїнська науково-практична конференція «Лісівництво, переробляння деревини та землевпорядкування: здобутки, стан і перспективи», 29-30 жовтня, м. Харків, 2024р. V Міжнародна науково-практична конференція, «Екологічна безпека в умовах війни» ЛДУБЖД, (м. Львів, Україна 2024), The 5th International Scientific Online Conference «Agrobiodiversity for improving the nutrition, health, life quality, and spiritual development of people» (Nitra, Slovakia 2021), III. International architectural sciences and applications symposium, (Naples, Italy, 2023), XII International Scientific and Practical Conference «Science and society: modern trends in a changing world», (Vienna, Austria, 2024), The 31st International scientific and practical conference “Methodological aspects of education: achievements and prospects” (Rotterdam, Netherlands 2024), The 4. Bilsel International Aspendos Scientific Researches Congress, (Antalya, Türkiye 2025), The 3. International Paris Scientific Researches And Innovation Congress, (France, 2025), The 3. International Colosseum Scientific Researches And Innovation Congress, (Italy, 2025).

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота викладена на 282 сторінках комп'ютерного тексту й складається зі вступу, 6 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Вона містить 21 таблицю і 43 рисунки. Список літературних посилань містить 307 джерел, 164 з яких – англійською мовою.

РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕРЕВНОЇ ТА ЧАГАРНИКОВОЇ РОСЛИННОСТІ В СУЧАСНИХ УМОВАХ ТЕХНОГЕНЕЗУ

1.1. Сучасні підходи у дослідженнях деревних екосистем

Дослідження сучасних підходів до структури і функціонування деревних угруповань природного та штучного походження є актуальним на сьогоднішній день. В рамках пошуку нових рішень з оптимальної оцінки життєвого стану, як окремих дерев основних домінуючих порід так і гомеостазу лісових екосистем в цілому в межах основних підходів до екологічних класифікаційних деревних угруповань є важливою складовою розвитку природного потенціалу регіонів країн Європи та Північної Америки [1, 2, 3, 4, 5,]. Потрібні більш інтенсивні дослідження, щоб зрозуміти сучасну роль лісів у біосфері (наприклад, поглинання вуглецю, буферизація клімату та контроль води/ерозії). Водночас, можливість отримувати великі обсяги даних про деревні угруповання різного походження (включаючи дистанційне зондування) створює нові можливості не лише для класифікації та моніторингу природних/модифікованих середовищ існування, а й для управління ними [6, 7, 8, 9].

Однак новий обсяг якісних даних лісоутворення створює нову проблему структурування та аналізу даних. Нові можливості для отримання даних з існуючих джерел інформації, таких як географічні інформаційні системи та лісові інвентаризації, разом із новим апаратним і програмним забезпеченням, які створюють новий рівень якості аналізу результатів моніторингу, вимагають перегляду традиційних концепцій і теорій лісової науки для потенційного розвитку нових уявлень про класифікацію дерево-чагарникових екосистем і методи циклічного спостереження [10, 11]. Такий підхід включає пошук заходів, спрямованих на підвищення ефективності господарювання в умовах зміни клімату та антропогенного тиску на деревні угруповання, розгляд успіхів різних шкіл в галузі лісогосподарства за лісоекологічними класифікаціями динаміки розвитку рослинності та

виявлення сильних і слабких сторін різних підходів [12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19].

Розуміння зв'язків між рослинністю та навколишнім середовищем є фундаментальним для встановлення відповідних методів управління лісами та вдосконалення існуючих структур класифікації. Через глобальні зміни клімату та подальше перетворення лісів людиною, облік динаміки дерево-чагарникових екосистем стає центральною проблемою лісового господарства [20, 21, 22, 23, 24, 25, 26,]. Встановлено, що система діагностичних ознак, розроблена методами генетичної типології лісу на основі часовозалежних характеристик місцезростань, а також удосконалена концепція динамічних ценозоутворюючих рядів дозволили успішно врахувати динаміку рослинності в умовах певної території [27, 28, 29, 30, 31, 32].

1.2. Європейські підходи до лісової екологічної класифікації

Теоретичні розробки класифікації і моделювання розвитку деревних фітоценозів в європейських класифікаціях, також дозволяють надати оцінку стану деревних екосистем на практиці. Дендроекосистеми в таких класифікаціях оцінюються завдяки інформації, отриманій на основі класифікації місць існування з бази EUNIS (Європейська система інформації про природу). Ця мережа організацій та інструментів, забезпечує збір, обробку та поширення даних про стан навколишнього середовища в Європі. Вона включає такі компоненти, як Європейська інформаційна система про лісові пожежі (EFFIS), Європейська екологічна агенція (EEA), а також програму Copernicus, яка надає супутникові дані для моніторингу навколишнього середовища. Надзвичайний інтерес для світової лісової науки становить досвід створення єдиної європейської класифікації типів лісу [33]. Спільні зусилля багатьох експертів з різних наукових галузей дозволили пов'язати європейські типи лісів (EFT), Європейську систему інформації про природу (EUNIS) та Європейську класифікацію рослинності (EVC). Успішне застосування цих класифікацій є гарним прикладом взаємного доповнення,

розробки та узагальнення класифікацій рослинних угруповань і місцезростань. Ці класифікації в даний час успішно використовуються, і їх досвід є важливим для сталого управління лісами [33].

Сучасна європейська класифікація деревної рослинності характеризується наступним чином. У 2002 році група європейських вчених представила огляд природних та штучних фітоценотичних угруповань (за Європейською класифікацією рослинності) [34], які використовуються для основи уніфікованих синтаксономічних систем EuroVegChecklist (EVC) [35]. Класифікація розглядалася авторами як проміжна ланка між EUNIS та міжнародними науковими еколого-флористичними дослідженнями [36, 37, 38, 39]. Співтовариство фітоценозів (альянс) — це помірно широка одиниця рослинності, яка або має від одного до кількох абсолютних характерних таксонів, або одиниця угруповання яку можна інтерпретувати як центральне угруповання одного порядку [40]. Використання сильних сторін підходу Брауна–Бланке дозволяє провести детальний екологічний аналіз рослинних угруповань у рамках Європейської класифікації рослинності, щоб зробити висновки щодо подальшої сукцесійної динаміки угруповання деревостану [34, 35, 36, 37, 38, 39, 40]. Динамічна оцінка рослинності базується на ідеї динамічного поєднання видів у спільноті. Цей принцип використовується для розробки просторових і часових залежностей і методів аналізу залежностей на основі масштабу [41]. Так, наприклад, результати досліджень, проведених у прибережних лісах Польщі, дозволили виділити вісім однорідних груп рідкісних видів угруповань, що відображають складність і динаміку прибережних зон [32, 42, 43].

Метод синфітоіндикації призначений для прогнозування динаміки порід і типів лісу за інтенсивністю впливу факторів зовнішнього середовища [42, 43]. Метод базується на широкому спектрі попередніх математичних методів аналізу даних, що дозволяє кількісно оцінювати параметри середовища проживання, включаючи кліматичні фактори, на основі екологічних особливостей видів рослин. Так, наприклад, встановлено, що

підвищення середньорічних температур на 1–3° запускає сукцесійні процеси, зокрема зміни порід і типів лісу [7, 17, 27]. До суттєвих переваг EVC можна віднести впровадження сигметуму угруповання, визначеного як сукцесійна система, яка поєднує клімаксовий тип рослинності з усіма вторинними угрупованнями, що формуються пізніше в рамках сукцесій [36]. Дослідження систем послідовної наступності угруповань добре представлені в публікаціях [44, 45]. Це дослідження включало оцінку видового різноманіття рослин з огляду на відновлювальний градієнт сукцесії, причому співвідношення природного та синантропного різноманіття видів рослин слугувало показником статусу сукцесії [36, 44, 45]. Необхідно також зазначити, що оцінка впливу інвазивних видів, яка використовується як в EFT, так і в EVC, дозволяє судити про динаміку змін у рослинних угрупованнях і широко використовується в дослідженнях [34, 46]. Специфіка оцінювання деревних угруповань за європейськими підходами має деякі особливості. Оцінка динаміки рослинності базується на ідеї динамічного поєднання видів у спільноті (фітоценозі). Цей принцип застосовано для розробки просторових і часових залежностей, методів аналізу масштабних залежностей і методу синфітоіндикації. Класифікація вводить сигметум як сукцесійну систему, яка є комбінацією кульмінаційного типу рослинності та всіх вторинних угруповань, що представляють стадійні сукцесії. Специфіка класифікації враховує інвазивні види.

Європейська типологія лісу (EFT). У 2006 році консорціум міжнародних експертів представив результати дослідження типів європейських лісів як білу книгу [33] для MCPFE (Міністерська конференція з питань захисту лісів у Європі). Біла книга включала так звану класифікацію EFT, яка була розроблена з використанням індикаторів сталого управління лісами. У EFT оцінка динаміки сукцесії для лісових біогеоценозів була розроблена теоретично, а її практична оцінка реалізована з використанням даних, отриманих з EUNIS (European Nature Information System) шляхом картографування типів лісу в EFT з даними про місцезростання в EUNIS [34,

47]. EFT має перевагу в тому, що включає антропогенний вплив у ключові діагностичні характеристики типу лісу, що описує ступінь природності лісу [33, 47]. Цей показник реалізується за допомогою оцінки чисельності лісових порід, типу та інтенсивності антропогенного впливу та короткого опису основних антропогенних впливів. Спеціалізована оцінка демонструє можливість використання EFT для інтерпретації динаміки розширення та скорочення лісових масивів, у тому числі лісів із наявністю (або переважанням) інтродукованих видів, оцінку динаміки частки старих лісів та динаміки накопичення сухостою [33]. Оцінка лісових умов і врахування географічного принципу пов'язує EFT з генетичною топологією лісу. Однак повної схожості немає. Тип лісу в EFT є більшою одиницею рослинного покриву порівняно з генетичною топологією лісу. Меншою мірою EFT також враховує особливості відновлення лісів після катастрофічних наслідків [33]. Специфіка оцінювання такого підходу характеризується наступним чином. Оцінка антропогенних перетворень є одним з ключових параметрів, що описують природність деревостану. Результати використовуються для визначення категорій і типів лісів. Для типів деревних угруповань подано короткий опис ключових антропогенних впливів. Така класифікація також враховує роль інвазивних видів в лісоутворенні. В процесі вдосконалення в основному використовуються теоретичні підходи в методах. У деяких випадках оцінка динаміки сукцесійних змін деревостану можлива за даними класифікації EUNIS [68, 69, 71, 75, 87, 88].

1.3. Екологічні підходи до класифікації лісів Північної Америки

В екологічних підходах до класифікації лісових масивів Північної Америки проблема дослідження деревної рослинності найбільш повно вирішується визначенням екологічної зони або районуванням (ECD), що включає в класифікаційні ознаки потенційну рослинність і фактори порушення умов її природного зростання. Найінтенсивніший розвиток класифікації лісів у Північній півкулі припадає на кінець 19 століття і майже

до кінця 21 століття. Школи класифікації/типології лісів сформувалися в результаті екологічних досліджень висвітлених в багатьох наукових роботах [5, 6, 10, 11, 33, 35, 48, 49]. У різних регіонах США та Канади найбільшого поширення набули наступні класифікації типів середовища існування та лісу: класифікація типів місцезростання (НТС) [48], класифікація біогеокліматичних екосистем (БЕС) [10] та позначення екологічних зон (ESD) [48]. У класифікації типів місцезростання (НТС) і класифікації біогеокліматичних екосистем (БЕС) стан рослинності та її динаміка змін розраховується на основі тестування діагностичних видів та інших показників потенційної стійкості рослинності до природних і антропогенних порушень.

Класифікація деревної рослинності за типами середовища існування (Habitat Type Classification далі НТС). Класифікацію деревостану за типами місцезростання розроблено на основі дослідження деревних екосистем деяких штатів [48]. Підходи по класифікації за типами місцезростання базуються на концепції потенціалу розвитку екосистем деревної рослинності. Базуючись на концепції потенційної здатності деревної рослинності до самовідновлення, у 1952 році була запропонована система класифікації типів середовища зростання рослинності (НТС), яка застосовувалась у північному Айдахо та східному Вашингтоні [48]. Аспект типу середовища існування в НТС близький до трактування типу деревних екосистем і лісових масивів у генетичних класифікаціях, представлених того періоду [42, 43], а характеристики рослинного покриву і ґрунтів близькі до запропонованих рядом авторів [43, 50]. Підходи в НТС доповнено описом сукцесій та антропогенних трансформацій для врахування динаміки рослин. Основним завданням дослідників при розробці класифікації було визначення потенційної здатності деревної рослинності до самовідновлення. Порівняння фактичної деревної рослинності та потенційної здатності деревних фітоценозів до відтворення є ключовим аспектом для опису та дослідження сукцесій деревних екосистем у НТС, виявляючи стабільність та мінливість

різних характеристик для різних типів деревних фітоценозів та рівнів інтенсивності порушень абіотичних і біотичних факторів. Цей підхід має певні переваги для оцінки сукцесій деревних фітоценозів та антропогенних трансформацій у класифікаціях порівняно з типологіями, заснованими на класифікаціях фактичної рослинності, оскільки відхилення структури фактичних штучних деревних рослинних угруповань від структури потенційних лісових масивів дозволяє оцінити рівень трансформації екосистеми [76, 77].

Класифікація деревної рослинності за біогеокліматичними характеристиками екосистем (Biogeoclimatic Ecosystem Classification надалі BEC) [51]. Шифр одиниці класифікації дозволяє описати потенційну рослинність, стадію фактичної динаміки рослинності, а також вид та інтенсивність антропогенного впливу. Класифікація деревних екосистем за біогеокліматичними підходами була розроблена країною після вивчення складних гірських ландшафтів Британської Колумбії (Канада) [10] і успішно використовувалася як основа для управління навколишнім середовищем і збереження дикої природи в цьому регіоні з початку 1970-х років [52, 53]. Опис і класифікація рослинності здійснюється шляхом поєднання підходу і номенклатури Брауна-Бланке [54, 55] з елементами ландшафтної екології та концепцією Клементса [56]. Система класифікації біогеокліматичних екосистем була розроблена таким чином, щоб користувачі могли класифікувати ділянку, використовуючи ключові характеристики діагностичних видів і властивостей ґрунту незалежно від сукцесійних стадій деревостану [52]. Для цього діагностичні види деревної рослинності та інші характеристики перевіряються на стійкість до природних порушень та антропогенного впливу. Види-індикатори спеціально ідентифіковані для кожної зони шляхом розрахунку індексу значення індикатора (включаючи поправки на неоднаковий розмір груп) [51]. Спеціальний програмний пакет «indicspecies» був розроблений для аналізу індикаторних можливостей видів [57]. Можна оцінити трансформацію або відновлення структури екосистеми

після природних або антропогенних впливів, аналізуючи види та інші характеристики з різною стійкістю до впливів. Наприклад, аналіз видового різноманіття в процесі сукцесійної зміни деревного фітоценозу дозволяє оцінити трансформацію та визначити тривалість відновлення екосистеми до флористичного складу, характерного для певної біогеокліматичної зони [53].

Класифікація на основі позначення екологічних зон або класифікація ESD (Ecological Site Description далі ESD) широко використовується на заході Сполучених Штатів. Класифікація деревної рослинності за типами місцезростання. Ця класифікація являє собою загальні описи типів рослинних угруповань, які відображають сукцесійну динаміку рослинного покриву, яка виникає в ході природних порушень. Деякі варіанти класифікації можуть бути доповнені описом спадкоємності ядра деревних угруповань. Типологія базується на потенційній (клімаксовій) стадії рослинності. Порівняння фактичного стану деревних угруповань та потенційно можливих етапів розвитку деревної рослинності дозволяє описати альтернативні моделі розвитку деревних екосистем. Основні публікації, що описують цей підхід, включають Міжвідомчий екологічний польовий посібник для пасовищ [49], Національний екологічний польовий посібник [58] та різні технічні посібники [59, 60]. Спочатку цей підхід використовувався для класифікації пасовищ за допомогою опису ґрунту та рослинності. Пізніше до класифікації увійшли і деревні насадження та лісові масиви [10, 48, 49, 52, 54, 55, 59, 60, 61]. Класифікація відображає динаміку рослинних угруповань і враховує різні варіанти стану розвитку видів, у тому числі і дерево-чагарникову рослинність на ділянці. Збурення, що викликають переходи з одного стану в інший, описуються моделями стану деревних угруповань та перехідні етапи у стійких угрупованнях домінуючих дерев. Переходи можуть бути ініційовані стихійними лихами (такими як пожежі) та економічною діяльністю (випас худоби, боротьба з пожежами, відпочинок або лісозаготівля). Антропогенні фактори, що викликають перехід рослинного угруповання, з одного стану в інший, включені в опис переходу.

Динаміка сукцесії в ESD представлена як динаміка фаз деревного рослинного угруповання та включає різні варіанти умов рослинності в екотопі. Процеси, що викликають переходи деревних фітоценозів з одного стану в інший, враховуються в опису прогностичних моделей стану дерев [62]. Створені моделі деревних угруповань синтезують дані про можливий спектр умов екосистеми та аналізують причини або умови переходу від одного стану фітоценозу домінуючої породи до іншого залежно від кліматичної зони (підзони), положення на ландшафті, стану ґрунту та історії формування рослинного угруповання [62]. Моделі стану окремих дерев у поєднанні з параметрами деревних фітоценозів домінуючої деревної породи дозволяють прогнозувати стабільність екосистеми та виявляти порогові значення для факторів, що викликають проміжні етапи змін у деревних екосистемах [62, 63, 83, 84,]. Суттєвою перевагою вищеприведеного методу є включення в класифікацію антропогенних факторів, що викликають переходи з одного стану в інший. Усе вищезазначене дозволяє використовувати ESD для інтерпретації ландшафтного потенціалу в цілому та підвищує шанси на прийняття вдалих рішень у сфері управління природними ресурсами [64, 79, 80]. Існують приклади включення характеристик альфа- та бета-різноманіття в моделі стану та перехідних варіантів розвитку угруповань на основі класифікації ESD [64]. Це підвищує значення класифікації ESD для збереження біологічного різноманіття та захисту навколишнього середовища в цілому на визначеній території. Переваги класифікації ESD також включають робочий інструмент для інтерпретації динаміки екосистеми, відомий як EDIT [65, 81, 82], який є добре структурованим сховищем даних про екологічні об'єкти, зібраних Службою збереження природних ресурсів Міністерства сільського господарства США (NRCS USDA). Також можна використовувати EDIT для аналізу вразливості до посух, потенціалу інвазивних видів та оцінки якості середовища існування [67, 70, 72, 73, 74, 85, 86].

1.4. Підходи до класифікації лісів в Україні

Не менш цікавим і корисним є український досвід типології деревних фітоценозів [42, 43, 50, 61]. У сучасному лісовому господарстві України активно використовуються еколого-лісокультурна класифікація, фітоценотична типологія деревостану, генетична типологія деревних екосистем і динамічна типологія деревних фітоценозів [50, 61, 66] і розроблялися паралельно в різних регіонах України. Первинна класифікація лісів ґрунтується на фітоценотичній типології лісів, згідно з якою тип лісу - це не тільки склад і структура рослинності, а й певна структура взаємозв'язків між рослинами, тваринами і місцями існування. Еколого-лісокультурна класифікація використовується в Україні [50, 61].

Лісова біолого-екологічна класифікація (БЕК) [14, 32, 89, 90]. Облік динаміки лісового співтовариства є ключовим питанням для всієї сучасної української екологічної класифікації [14, 89]. Природничі класифікації, в тому числі засновані на лісовій екології та уявленнях про біогеоценоз, розглядають тип лісу з точки зору просторової однорідності характеристик (складу і структури), які проявляють компоненти деревних угруповань [32, 67]. Для цих підходів до типу деревних фітоценозів належать однорідні за характеристиками (складом і структурою) ділянки, тому тип деревостану визначається на основі критеріїв просторової одноманітності ділянки деревної рослинності [14, 32, 89, 90]. Еколого-лісокультурна класифікація спочатку базувалася на абстрактних визначеннях. Пізніше були зроблені спроби розглянути динаміку спадкоємності деревних угруповань в моделях класифікації лісових екосистем. БЕК розроблена з використанням концепції біогеоценозу, що висвітлювалася в ряді робіт [32, 89], та едатопічної сітки, розробленої [66, 90]. Фітоценотична типологія лісу розробляється на рівні абстрактних понять і включає класифікацію схем, що мають особливості прогнозування змін деревних ярусів за даними поновлення деревних фітоценозів.

Типологічна класифікація характеризується наступним чином. За А. Л. Бельгардом типологічна характеристика лісових фітоценозів повинна включати характеристику типу деревостану, що визначається по складу порід за формулами деревостанів на певних ділянках та у фітоценозі взагалі [66, 90]. Тип лісорослинних умов має такі ознаки, як механічний склад ґрунту, зволоженість, засоленість, поїмність. Науковці лісівники Г. М. Висоцький, а з ним і А. Л. Бельгард вважали, що головне місце в комплексі умов проростання лісового фітоценозу займає середовище. Перш за все середовище формує ландшафт, рельєф та його мінералогічну основу, геологічну будову місцевості. По друге, це ґрунтовий покрив, його поглинальний комплекс та рівень зволоженості і розчини які циркулюють на даній місцевості. Тип екологічної структури визначається світловою структурою і тривалістю середовищеперетворювального впливу лісу. Світлова структура насаджень характеризується ажурністю і потужністю крони деревостану. Виходячи з цього, лісові насадження А. Л. Бельгард поділяє на ажурнокронні (гледичія), напіважурні (ясеневі насадження), з напіввільною кроною (насадження з сосни кримської), та насадження з щільною кроною (насадження дуба або липи). В залежності від деревних порід різної ажурності та щільності крони формують чотири типи насаджень за світловою структурою: освітлені, напівосвітлені, напівтіньові та тіньові [14, 66]. Приналежність деревного організму до певного типу світлової структури віддзеркалює інтенсивність середовища утворюючого впливу лісонасадження на фітоклімат та ґрунт, що вказує на ступінь сільватизації лісового фітоценозу [14, 66]. В деяких випадках лісові насадження, які створені з тіньовою структурою крони, в силу проведених рубок зріджуються або в певний час листва знищується листоїдними комахами, що різко змінює освітленість нижніх ярусів і приводить до вторгнення світлолюбних рудеральних трав'янистих рослин міста. Світлова структура є показником впливу штучного лісового фітоценозу на всі компоненти створеного лісового біогеоценозу. Створений в степу ліс проходить декілька вікових стадій:

лісові фітоценози до змикання крони (І стадія); лісовий фітоценоз в період максимального змикання крони (ІІ стадія); лісовий масив на стадії зрідження крони (ІІІ стадія) фітоценозу [14, 91, 92, 93, 94, 95].

Динамічна типологія лісу. Розроблена на основі типології лісосік і згарищ як етапів динаміки відновлення деревних фітоценозів, що передують формуванню типу лісу, з можливістю оцінки зміни типу деревостану, і обґрунтована в теорію. Динамічна типологія деревних екосистем спрямована на класифікацію ранніх стадій сукцесії домінуючих деревних порід. Ця типологія виникла в результаті вивчення і класифікації деревної рослинності північних районів Євразії, яка відрізняється простою будовою і чіткою залежністю рослинності від середовища існування [14, 50, 61, 90].

Генетична типологія лісу. Вікова та відновна динаміка представлена за допомогою ряду можливих типів біогеоценозів, які змінюють один одного за певних умов лісорозведення. Наразі, розроблені моделі класифікації за типом лісосіки та рядами формування біогеоценозів. У веденні лісового господарства було запропоновано застосувати декілька закономірностей, заснованих на таких моделях. Щоб оцінити динаміку лісу, яка відбувається під час лісокористування, як генетична, так і динамічна типології лісів формують гіпотезу про численні динамічні лінії лісової сукцесії в подібних середовищах існування [42, 96, 97, 98, 99]. У лісівничій літературі, на основі цієї класифікації, введено ряд термінів, таких як «тип освоєння», «напрями лісовідновлення», «ряд відновлення та розвитку лісокультури», «екодинамічний ряд», «категорія лісосіки», «варіант типу рубки», «тип відновлення», «тип формування лісокультури» [98, 100]. Також, відзначено наступні ключові фактори, що визначають тип формування деревної рослинності та підвищують шанси заміщення рослин-еdifікаторів: кількість і життєздатність раніше сформованого підросту, наявність джерел насіннєвого матеріалу в вирубках, структура трав'яно-чагарникового ярусу [42, 98, 99]. У генетичних класифікаціях критерії просторової однорідності ділянок лісу замінено критеріями, які визначають подібність у генезисі,

динаміці та розвитку деревостану, тобто часову однорідність [42, 98, 99]. У генетичних типологіях тип лісу вибирають з урахуванням діапазону лісорослинних умов, включаючи такі параметри: рельєф, освітленість, фізико-хімічні властивості корневих ґрунтів, водний режим, водно-мінеральне живлення рослин. Тому ряди розвитку деревних біогеоценозів у подібних лісорослинних умовах відносяться до одного типу лісу, який є етапом лісоутворення та генезису деревних угруповань [42, 98, 99]. Використання підходів генетичної типології для класифікації деревної рослинності виявляє схожість між екодинамічними рядами з однаковими назвами в різних умовах зростання, що підтверджує гіпотезу щодо конвергенції динамічних рядів [91, 92, 93, 94].

Оцінка відносної стабільності складу деревних порід, тобто оцінки динаміки екосистеми/типу лісу, стала ключовою проблемою лісового господарства через глобальні зміни клімату та пов'язані з цим порушення. Враховуючи їх широке теоретичне визнання та високу прикладну цінність, екологічні класифікації лісів повинні сприяти розробці не лише сталого управління природними ресурсами регіону, але й місцевого законодавства щодо лісового господарства та охорони природи. Розуміння зв'язків між рослинністю та навколишнім середовищем є основоположним для формулювання належних методів управління лісами та вдосконалення структур класифікації. У зв'язку з глобальними змінами клімату та посиленням антропогенної трансформації лісів, врахування динаміки лісових екосистем вважається однією з фундаментальних проблем лісокористування [42, 98, 99]. Таким чином, екологічні класифікації лісів використовують різноманітні підходи та методи зі специфічним розвитком та унікальним застосуванням у різних областях, включаючи динаміку рослинності.

В процесі дослідження за цією темою роботи було проаналізовано наявний досвід використання лісоекологічних класифікацій для оцінки динаміки рослинності в Україні, Європейському Союзі та Північній Америці. Враховуючі аналіз підходів були обрані необхідні доступні методи, які

широко використовуються в лісовому господарстві та для цілей лісоінвентаризації [32, 101].

Система діагностичних ознак деревних фітоценозів, була розроблена генетичною типологією лісу на основі стабільних у часі характеристик біотопів. Концепція динамічних рядів формування деревного ценозу дозволяє успішно враховувати зміну життєвого стану рослинності в межах певної території. Динаміка деревної рослинності у європейських екологічних класифікаціях оцінюється з теоретично обґрунтованих підходів, враховуючи також динаміку деревостану на практиці, використовуючи базу даних EUNIS. Перевага підходу Брауна–Бланке полягає в тому, що такий підхід дозволяє детально аналізувати рослинні угруповання в рамках Європейської класифікації рослинності, щоб зробити висновки про сукцесії. Динамічна оцінка рослинності базується на ідеї динамічного поєднання деревних видів домінуючих та субдомінуючих порід у дендрофітоценозах і використовується для реалізації методів аналізу залежностей на основі простору, часу та масштабу. Серед північноамериканських екологічних класифікацій лісів, екологічний опис території (ESD) забезпечує найкраще рішення шляхом врахування потенційної рослинності та руйнівних факторів у класифікації. Оцінка динаміки розвитку деревної рослинності в ГТК та БЕК базується на дослідженні діагностичних видів та інших характеристик потенційної рослинності щодо стійкості до природних та антропогенних впливів. Дослідження літературних матеріалів також показали, що проблема врахування динаміки рослинності в лісоекологічних класифікаціях залишається актуальною [102, 103, 104, 105]. Постійний пошук нових рішень базується на поглибленому екологічному аналізі постійно оновлюваної інформації про стан лісового покриву з використанням детальних кількісних досліджень, ГІС-технологій та сучасних статистичних методів обробки та аналізу даних. Результати досліджень матимуть велике значення для подальшого розвитку сучасних національних програм, а також будуть доповнювати дослідження європейських, північноамериканських і

глобальних лісоекологічних класифікацій [106, 107, 108]. Оціночні теоретичні дослідження присвячені вивченню особливостей обліку динаміки деревної рослинності в різних лісоекологічних класифікаціях Північної півкулі і вивчення досвіду динаміки деревної рослинності в класифікації типів дендрофітоценозів України, Європейському Союзі та Північній Америці, а також аналіз потенціалу класифікацій для забезпечення екологічної стабільності та сталого використання лісів є необхідною частиною сучасного етапу лісовпорядкування та дендрології в сучасних умовах кліматичних змін степової зони України [42, 98, 100].

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГІОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Загальна характеристика території дослідження

Сучасний екологічний стан Степового Придніпров'я формувався починаючи з другої половини XVIII століття, у ході корінного перетворення степових ландшафтів України. На сьогодні цей процес зайшов настільки далеко, що викликає сумнів існування степу як цілісної екосистеми [109, 110, 112, 113, 114]. Комплексні дослідження Дніпропетровського регіону були проведені фахівцями викладачами та науковими дослідниками НДІ Біології, Біолого екологічним факультетом ДНУ [19, 115, 116, 117, 118, 119, 120].

Без вживання належних заходів із збереження степових екосистем уже через 40–50 років більшу їх частину очікує перетворення на пустелі [121, 122, 123, 124, 125]. Причина полягає у тотальній розораності території, що призводить до ерозії та повної деградації ґрунтового покриву. Степове Придніпров'я повністю охоплює територію Дніпропетровської області, у земельному фонді якої оброблювані угіддя становлять близько 80 %. Довкілля регіону зазнає впливу десятків підприємств різного профілю, серед яких 28 екологічно небезпечних [126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133]. Перебудова степових екосистем спричинила трансформацію природного рослинного покриву й утворення синантропної рослинності, у складі якої наразі 17 % чужорідних видів. На Криворіжжі найбільшим чином порушили природні екосистеми гірничозбагачувальні комбінати, що видобувають корисні копалини відкритим способом, та шахти [9, 134, 135].

Криворізька міська територіальна громада МТГ розташована в центральній частині України (між Кіровоградською, Миколаївською, Херсонською, Запорізькою областями) у степовій зоні України. Криворізьку МТГ перетинають 2 автошляхи національного значення, а також має розвинену транспортну й логістичну інфраструктуру, зокрема залізничну (вантажна залізнична станція 1 класу), автомобільну. Наявний аеропорт (КП «Міжнародний аеропорт Кривий Ріг» Криворізької міської ради), що може

приймати літаки всіх класів. У Кривому Розі розташовано 8 з 11 підприємств України з видобутку та переробки залізорудної сировини. У Криворізькій МТГ є близько 140 промислових підприємств, які разом формують унікальний гірничо-металургійний кластер. Суттєвою є доля громади у валовому внутрішньому продукті країни. У Кривому Розі наявні понад 50 будівельних підприємств; 40 підприємств, що виробляють товари легкої промисловості; понад 50 підприємств займаються виробництвом продуктів харчування; розвивається промисловий туризм. [125, 127]. Крайніми точками міста за чотирма сторонами світу є лише два об'єкти – хвостосховища Інгулецького (координати – $47^{\circ}36'$ північної широти) та північного гірничозбагачувального комбінатів (координати – $48^{\circ}12'$ північної широти). Місто розтягнуте з північного сходу на південний захід на пів градуса ($0^{\circ}36'$), широтна розтягнутість менша ($0^{\circ}28'$). Крайньою західною точкою є сучасна станція Інгулець з координатами $33^{\circ}08'$ східної довготи. Крайня східна точка знаходиться в районі лісорозсаднику в селищі Довгинцевому – $33^{\circ}34'$. східної довготи [130, 131, 132, 133, 136, 137].

2.1.1. Характеристика території Центрального Криворіжжя

Криворіжжя – це умовна територіальна одиниця географічного районування. Його межі збігаються з межами Криворізького природничо-господарського району. Криворізький регіон розташований на південному сході центральної України. Адміністративно понад 90% його площі знаходиться в південнозахідній і західній частині Дніпропетровської області, й тільки на північному заході він заходить на територію сусідньої Кіровоградської області. Географічні координати регіону дещо більші ніж кордони міста: (північ – $48^{\circ}19'$ північної широти, південь – $47^{\circ}28'$ північної широти; захід – $32^{\circ}58'$ східної довготи; схід – $33^{\circ}47'$ східної довготи) [130, 131, 132, 133, 136, 138, 139]. Природа Криворіжжя різноманітна. Тут протікають багато річок, розвинуті родючі чорноземні ґрунти, м'який клімат (Рис. 2.1.1.1; 2.1.1.2; 2.1.1.3; Додаток рис. А – 9, 10, 11, 12). Однак в останній

час відмічаються коливання температурного режиму та рівня зволоження території дослідження (Додаток рис. А – 13, 14, 15, 16, 17). Окрасою краю є степ, степова рослинність, степові ландшафти. Регіон також славиться багатими мінеральними ресурсами, своєрідною історією розвитку ландшафтів і рельєфу [136, 140, 141]. Криворіжжя – рівнинний регіон, у якому розвинуті річкові долини, безліч ярів та балок, спостерігаються карстові процеси і суфозії. Завдяки заляганню в надрах регіону унікальних запасів залізних руд, Криворіжжя стало потужним індустріальним центром України. Проте, інтенсивний розвиток гірничодобувної та переробної промисловості позначився на екологічному стані природного середовища регіону. Суттєвих змін зазнали рельєф, ландшафти, якісні та кількісні показники підземних і поверхневих вод, змінився рослинний і тваринний світ, тобто природні геосистеми під впливом діяльності людини почали поступово замішуватись природно-техногенними [142, 143]. Природні мезо- та мікроформи рельєфу доповнюються техногенними (відвали, шламосховища, кар'єри), серед ландшафтів починають переважати гірничопромислові, на річках з'являються штучні водосховища, у балках формуються ставки накопичувачі шахтних вод, але не зважаючи на це, первісні компоненти природи складають фізико-географічну основу Криворіжжя [130, 131, 136, 137, 146]. Територія Криворіжжя становить 4,1 тис км², що дорівнює 0,67 % від усієї площі території України. Протяжність з півночі на південь – 96 км, з заходу на схід – 62 км. Криворіжжя витягнуте майже у субмеридіональному напрямі на кілька десятків кілометрів. Згідно з геолого-малогенічним районуванням України, територія регіону відповідає території криворізького залізорудного басейну (Кривбасу), надра якого містять унікальні запаси покладів залізних руд, що й зумовило формування на Криворіжжі відповідних гірничо-металургійних виробничо-господарських геосистем [136, 142, 143, 146].

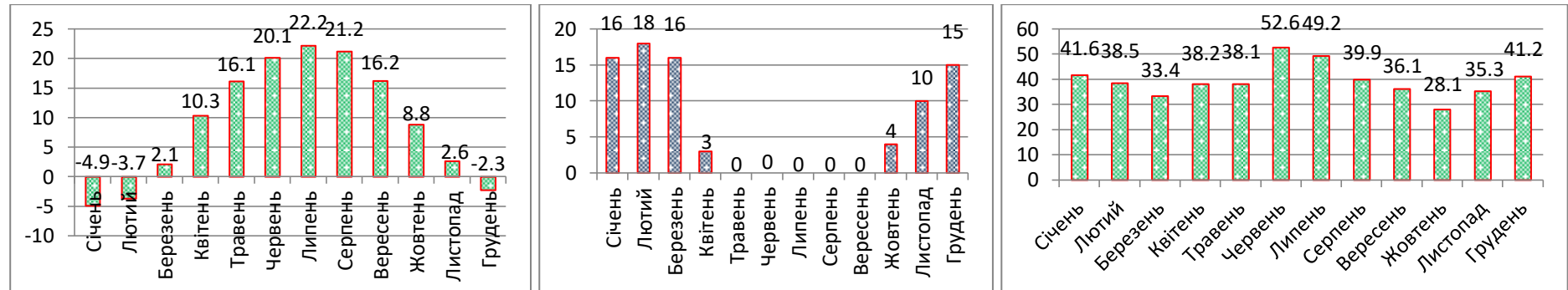


Рис. 2.1.1.1. Усередненні показники температури по місяцям, (°C); Усереднена кількість днів із морозами, Середньомісячна кількість опадів, (мм).

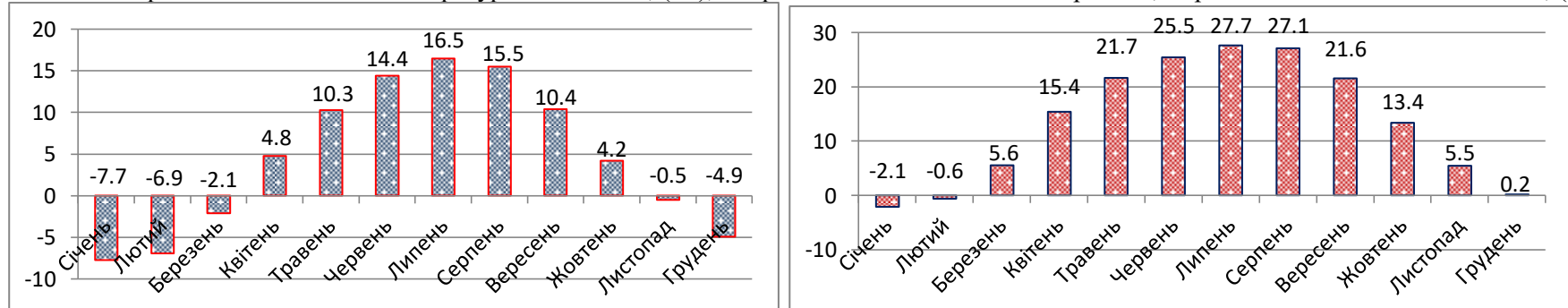


Рис. 2.1.1.2. Середньомісячні показники по мінімальним температурам, (°C); Середньомісячні показники по максимальним температурам, (°C).

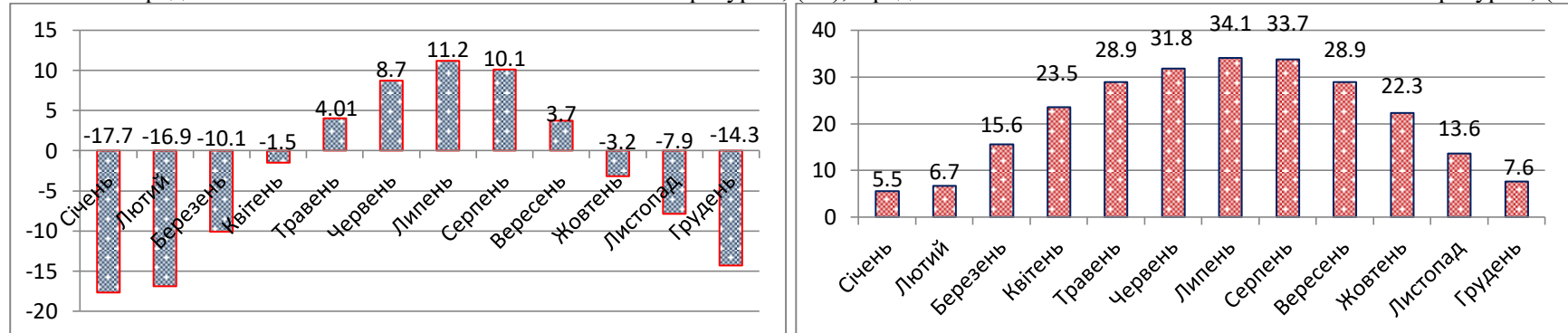


Рис. 2.1.1.3. Мінімальна усереднена помісячна температура, (°C); Максимальна усереднена помісячна температура, (°C).

Примітка. Висота метеостанції над рівнем моря **123 м (48°02'N, 33°13'E)**. [138, 139]

Центральне Криворіжжя або Криворізький залізорудний басейн (Кривбас) складає основу сировинної бази чорної металургії України і належить до одного з найбагатших у світі родовищ. Загальні розвідані запаси залізних руд Кривбасу складають понад 32 млрд. т. Криворіжжя є унікальним природно-територіальним комплексом (надалі ПТК Криворіжжя), крупним індустріально-промисловим центром, одним із найбільш антропо змінених регіонів держави, районом тривалого посиленого впливу техногенезу. Територіальна концентрація промисловості на Криворіжжі в 3 рази вища за загальнодержавний рівень [136, 147].

2.1.2. Особливості техногенного навантаження на території дослідження

Природне середовище Південно-Придніпровської схило-височинної області зазнає значного антропогенного впливу, зокрема, внаслідок діяльності підприємств гірничорудної та металургійної промисловості. На Криворіжжі працює п'ять гірничозбагачувальних комбінатів (ГЗК). Через недосконалість технологічних процесів подрібнення руди в приземному шарі повітря на території збагачувальних фабрик різко збільшується вміст пилу, збагаченого домішками важких металів [136, 141, 148, 149]. Серед несприятливих впливів гірничорудного виробництва на стан навколишнього середовища небезпечним є забруднення ґрунтового покриву. На прилеглих до районів гірничодобувних розробок у ряді випадків через діяльність промислових об'єктів утворюються техногенні комплекси і штучні біогеохімічні провінції. Такі процеси ведуть до зниження якості атмосферного повітря, водних об'єктів, ґрунтового покриву та деградування видового складу рослинності [113, 126, 127, 128, 129]. В процесі роботи під впливом виробничої діяльності 32 % земель відчужуються (Додаток таблиця А - 8) під зовнішні відвали перероблених гірських порід, 21,8 % - на залізорудні кар'єри і 46,2 % земель на шламосховища [150]. В результаті концентрації специфічного промислового навантаження на порівняно

невелику площу регіону відбувається зменшення екологічної міцності біогеоценозів регіону[113, 126, 127, 128, 129].

Найпотужніші 8 виробничих комплексів України з видобутку та переробки залізорудної сировини знаходяться і функціонують в межах центрального Криворіжжя. Унікальний гірничо-металургійний кластер формують 140 промислових підприємств в межах Криворізької МТГ.

Найбільший вплив на довкілля в Криворізькій МТГ здійснюють підприємства металургійної та гірничодобувної промисловості. Основними забруднювачами атмосферного повітря громади є Публічне акціонерне товариство «АрселорМіттал Кривий Ріг», Приватне акціонерне товариство «Центральний ГЗК», «Північний ГЗК», «Інгулецький ГЗК», «Кривий Ріг Цемент», «Суша Балка», Акціонерне товариство «Криворізький залізорудний комбінат», «Південний ГЗК», Товариство з обмеженою відповідальністю «Рудомайн», «Українська гірничодобувна компанія», «Запорізький ливарно-механічний завод». Діяльність великих підприємств чинить суттєвий негативний вплив на стан усіх складових довкілля (пустоти, відвали, ґрунти, води, повітря тощо). Зокрема розробка родовищ корисних копалин призводить до порушення земної поверхні, створення нових техногенних форм ландшафту, що є джерелами впливу на довкілля [130, 131, 132, 133, 137, 138, 139, 152, 307].

Атмосферне забруднення. Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря на 2020 р. становлять: тверді відходи - 29,2 тис.тонн., газоподібні відходи - 194,82 тис.тонн., газопилові відходи при здійсненні масових вибухів - 2,8 тис.тонн., Сумарна кількість забруднюючих речовин становить - 224 тис.тонн. Основними забруднювачами атмосферного повітря, що містяться у викидах гірничорудних підприємств криворізького залізорудного басейну є оксиди вуглецю і азоту, зважені речовини (пил), сірчистий ангідрид, сірководень, бензол, феноли, толуол, ціаністий і миш'яковидний водень та інші з'єднання. Пил, який утворюється в кар'єрах

при проведенні різних робіт, що потрапляє в атмосферу є основною шкідливою речовиною (Додаток рис. А – 1, 2, 3).

До переліку промислових підприємств, які впливають на стан навколишнього природного середовища та за викидами в атмосферне повітря є найбільшими, входять: ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», ПРАТ «ПівнігЗК», «ЦГЗК», «ІНГЗК», «Кривий Ріг Цемент», АТ «ПівдГЗК», ТОВ «МЕТІНВЕСТ – КРМЗ», ПАТ «Кривбасзалізрудком», ТОВ «Рудомайн», ПРАТ «СУХА БАЛКА», «Криворізький суріковий завод» (Додаток рис. А – 3, 4, 5, 6, 7). За даними підприємств викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря склали 223,9 тис.тонн, що на 46 тис. тонн (17%) менше ніж в 2019 році [128, 141, 151, 152, 153].

Забруднення водного середовища. Дія гірничорудного виробництва на водні ресурси виявляється у зміні водного режиму, забруднені і засмічені водоймищ. Спостереження за якістю води річки Інгулець показують, що майже за всіма показниками ГДК перевищують допустимі норми. За критерієм мінералізації воду р. Інгулець в межах Херсонської та Миколаївської області можна класифікувати як солонувату [154, 155, 156]. Інтенсивне землеробство та зрошування, гірничо-переробна промисловість, швидке зростання металургійної та хімічної галузей в басейнах річок Інгулець та Саксагань привело до поступового занепаду річок регіону. За забрудненням компонентами сольового складу воду р. Інгулець відносять до дуже забрудненої хлоридами та сульфатами. Осолонцювання води зараз є найбільш поширеним деградуєчим процесом на зрошуваних землях в Миколаївській та Херсонській областях. Інгулецька вода вміщує велику кількість розчинних солей, зокрема іонів натрію, викликає солонцюватість в ґрунтах. Осолонцювання проявляється в різкому погіршенні їх агрофізичних властивостей, руйнується структура орного шару ґрунтів, знижується кількість пор та водопроникність, ущільнюється ґрунтовий профіль [152, 157]. Особливо такі процеси помітні на фоні негативного балансу органічних речовин [130, 131, 132, 133, 137, 138, 139, 158, 307].

Забруднення ґрунтового покриву. Криворіжжя розташоване в придніпровському степовому районі, де переважають потужні структурні слабовилужені, карбонатні і пилувато-суглинисті чорноземи. Чорноземи Криворіжжя – високородючі ґрунти, сприятливі для вирощування сільськогосподарських культур. Під негативним впливом гірничо-промислового комплексу концентрація цинку у фракції пилу відходів перевищує його фоновий вміст в ґрунтах в 3,4; купруму в 3,9; хрому – 3,1; плюмбуму -1,1 рази [154, 155, 157. 158]. За даними Г. С. Лозовського та співавторів вміст елементів у верхньому шарі едафотопів Криворіжжя перевищує їх кларк у земній корі за As – 8,8; Ba – 7,9; Pb – 5,1; Cr – 4,8; S – 4,4; Sr – 4,8; Zn – 2,1 рази [111, 113, 146, 150]. Подальший розвиток накопичення важких металів та осолонцювання призводить злитизації ґрунтових мас, відбувається їх ущільнення та усадка при висиханні, та набрякання при зволоженні. Врожайність сільськогосподарських культур на осолонцюваних ґрунах різко знижується. Як зазначалося раніше, ПРАТ «ПІВНГЗК», «ІНГЗК», АТ «ПІВДГЗК», ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», ПРАТ «ЦГЗК», ПАТ «Кривбасзалізрудком» входять до переліку промислових підприємств по розміщенню у навколишньому середовищі промислових відходів [128, 137, 151, 153].

Активне впровадження природоохоронних заходів на промислових підприємствах за період 2015– 2024 років зумовило зменшення обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря майже в 4 рази, зменшення обсягів використання питної води на 22 % (Рис. 2.1.2.1; Додаток рис. А – 8, 9, 10, 11, 12). У Криворізькій МТГ збудовано магістральний водогін р. Інгулець – Південне водосховище, що забезпечило оздоровлення р. Інгулець та поліпшило водопостачання. Розроблено Місцевий план управління відходами, що є ключовим керівним документом у сфері управління всіма видами відходів у Криворізькій МТГ за європейськими стандартами.

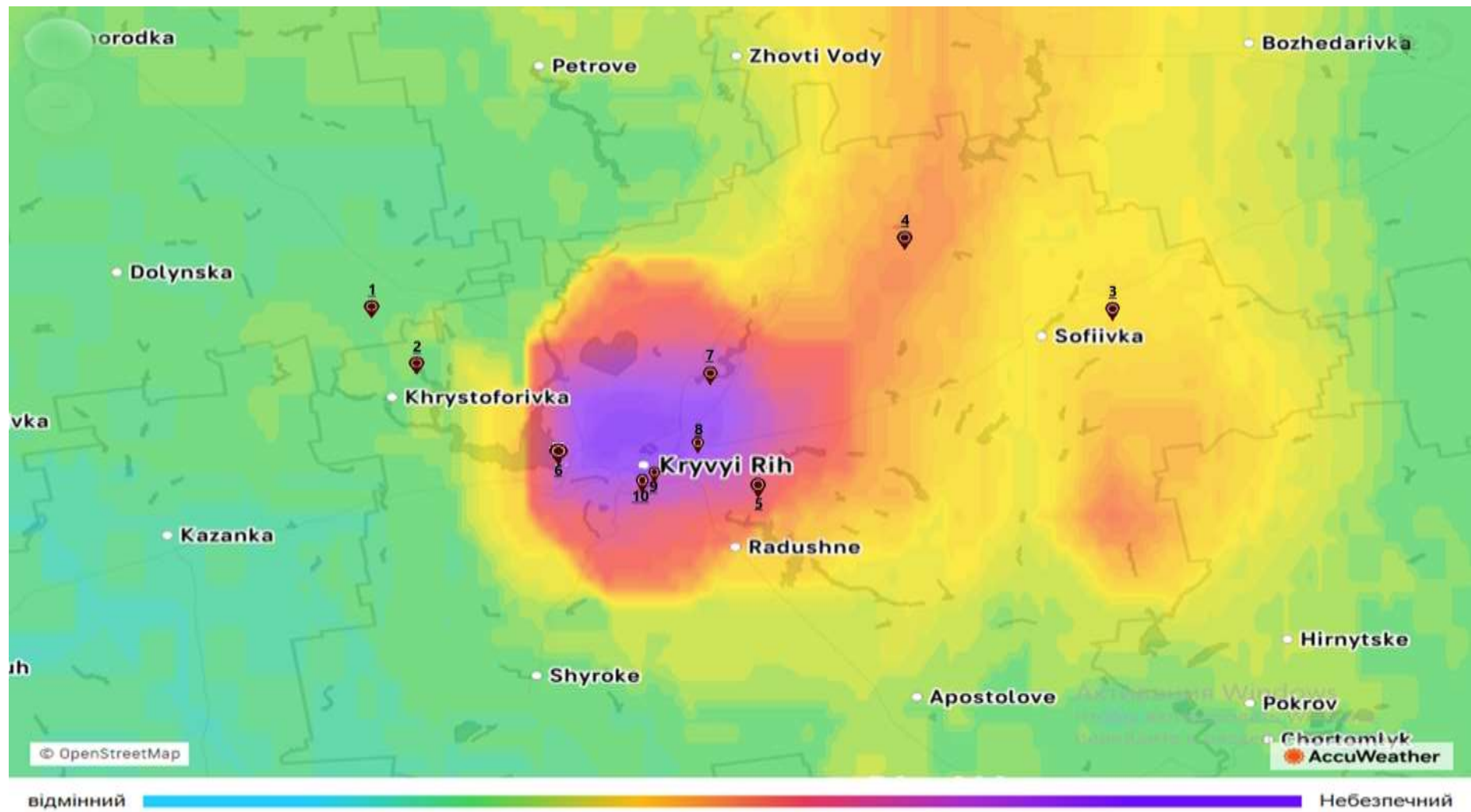


Рис. 2.1.2.1. Карта аеро-пилового забруднення та дослідні ділянки на території дослідження в межах центральної частини Криворіжжя (нумерація ділянок приведена в Додатку Б.) [138, 139].

У Криворізькій МТГ впроваджено інноваційні технології з раціонального використання відходів видобувної промисловості. Реалізуються проєкти із впровадження новітніх технологій у сфері збору й переробки твердих побутових відходів (надалі - ТПВ), зокрема будівництва комплексу з перероблення ТПВ.

2.1.3. Особливості деревної рослинності урбоєкосистем Криворіжжя під впливом природних регіонально-кліматичних умов

Враховуючи, що основу ґрунтового покриву Криворіжжя становлять чорноземи звичайні і південні з високим рівнем родючості, їх класифікували як «сугруди»; лучно-чорноземні ґрунти класифікували як «груди»; ґрунти, що є менш сприятливими для росту і розвитку деревних видів рослин, класифікували як «сухі сугруди» та «свіжі сугруди»; у регіоні також зустрічаються «вологі груди» і «сирі груди» [9]. Згідно зі схемою забруднення атмосфери, виділяли такі зони: 1) періодичного незначного забруднення, 2) незначного забруднення, 3) середнього забруднення, 4) порівняно значного забруднення, 5) значного забруднення [112, 159]. Поєднуючи можливу дію природних та антропогенних факторів, нами була розроблена шкала екологічних умов територій розташування лісових фітоценозів Криворіжжя (Додаток А, Додаток Г). Загалом нами виділено сприятливі, відносно сприятливі, відносно несприятливі і несприятливі зони екологічних умов росту та розвитку деревних видів рослин [18, 112, 157, 158].

Значним науковим доробком у галузі озеленення та благоустрою центральної частини Криворіжжя стали дослідження відомих криворізьких фахівців ботаніків І. А. Добровольського, І. О. Комісара, Є. Д. Ющука, В. І. Шанди С. В. Ярова, зокрема їх наукові дослідження щодо добору газостійких деревних порід для озеленення відвалів гірничорудної промисловості, селитебних та санітарних зон Кривбасу [91, 92, 93, 109, 141, 160, 161], в яких на основі багаторічних екологічних досліджень території

Криворізького залізорудного басейну ними були запропоновані різні заходи щодо озеленення та прокращення навколишнього середовища Кривбасу.

У дослідженнях, проведених з 2012 по 2017 рік у місті Кривий Ріг, Центральна Україна, розглядаються взаємозв'язки між структурою (флористичним складом, дендрометричними параметрами), різноманітністю (індексами різноманітності та вирівняності) міських лісопаркових насаджень та екологічними (родючість ґрунту, вологість ґрунту) факторами навколишнього середовища (забруднення повітря). Дослідження базується на даних інвентаризації лісопаркових насаджень, висвітлених в роботах [9, 112, 162, 163]. Рослинні угруповання мали значний вплив на вміст важких металів у ґрунтах. Згідно зі значеннями індивідуальних та інтегральних індексів забруднення, рослинні угруповання утворюють такий порядок: сільськогосподарські угруповання > лісові угруповання > степові угруповання. Лісові рослинні угруповання, завдяки наявності органічних кислот у лісовому листовому опаді, сприяють мобілізації важких металів і можуть сприяти надходженню заліза Fe, Mn та Zn у глибші шари ґрунту. Відмінності, що спостерігаються між рослинними угрупованнями, розташованими на забруднених територіях, дають корисні підказки щодо ролі та відносної важливості основних факторів, що визначають вміст важких металів у ґрунті [9, 14, 111, 158].

2.2. Дослідження дендрофітоценозів промислових регіонів на прикладі озеленення території Криворіжжя

Проблема створення фітомеліоративно високоефективних та екологічно збалансованих ЛКФЦ є актуальною для Криворізького гірничо-металургійного регіону, де зосереджені і діють надпотужні підприємства. Так, в регіоні щорічний видобуток залізної руди становить понад 100 млн. т, з якої виготовляється 60-70 млн. т продуктів збагачення, виплавляється 6 - 7 млн. т чавуну та 5-6 млн. т сталі [15, 19, 130, 158, 165].

За останні чверть століття дослідженнями окремих аспектів стану ЛКФЦ Криворізького регіону займалися викладачі кафедри ботаніки та екології Криворізького педагогічного інституту [31, 91, 92, 93, 94, 158, 165, 166] та науковці Криворізького ботанічного саду НАН України [140, 148, 169, 170, 171, 172, 173]. Дослідниками було встановлено історію створення та флористичний склад штучних деревно-чагарникових насаджень. Також вивчалися лісорослинні умови та виконувалася екологічна оцінка стану території їх розташування. Однак, фактично не проводилися комплексні дослідження із з'ясування зумовленості сучасного фізіологічного стану домінуючих деревних угруповань в ЛКФЦ регіону. У зв'язку з цим, встановлення екологічних особливостей відносного життєвого стану домінуючих деревних угруповань в ЛКФЦ різного призначення в умовах Криворіжжя залишається дуже актуальною проблемою, як з теоретичної так і з практичної точки зору [174, 175, 176, 177].

Також, дослідження за даним напрямком в Криворізькому регіоні проводилися для деревних рослин обмеженого користування Тернівського району, а також паркових насаджень північної частини Криворіжжя [148, 172, 173, 178]. В роботах висвітлено результати багаторічних досліджень інтродукційної спроможності деревних рослин в умовах промислового міста степової зони України. Подано результати моніторингу життєвого стану деревних рослин в міських насадженнях Кривого Рогу. Проаналізовано принципи створення дендрокомпозицій, критерії їх використання, основні типи композиційних рішень у різних типах насаджень. Надано рекомендації щодо використання декоративних рослин, стійких у ландшафтному дизайні міських територій, в умовах степової зони й техногенного навантаження.

Значну увагу в дослідженні деревних екосистем різного призначення на території Криворіжжя приділяли В.Д. Федоровський, Л.І. Бойко, Г.Н. Шоль, О.В. Данильчук, Н.М. Данильчук та інш., [148, 172, 173, 178].

Актуальні теоретичні проблеми біогеоценології місцевих екосистем та деревних біогеоценозів Криворіжжя висвітлюються в роботах В. І. Шанди, Е.

О. Євтушенка, Н. В. Ворошилової, Л. В. Шанди, Я. В. Маленко, О. О. Кобрюшка. Стан лісових культурфітоценозів під впливом техногенно-промислового навантаження Криворізького гірничо-металургійного регіону досліджували В. М. Савосько, М. О. Квітко, Ю. В. Лихолат, І. П. Григорюк, М. М. Назаренко [18]. Структура та розвиток культурфітоценозів Криворіжжя була розглянута в дослідженнях Е. О. Євтушенка, В. М. Савоська, та інш [93].

2.3. Інтродукція та системний аналіз фізіологічних особливостей адаптації деревних порід в умовах Степового Придніпров'я

Дослідження із системним підходом в фізіолого-біохімічних адаптаційних процесах рослин розглядалися в роботах Л. Г. Долгової, В. П. Бессонової, І. А. Іванько, Б. О. Барановського, І. О. Зайцевої, Ю. В. Лихолата та інш. [17, 30, 116, 164, 179, 180, 181].

Аналіз останніх досліджень та публікацій свідчить, що питанням фізіології, адаптації та інтродукції деревних рослин степової зони Придніпров'я приділяється багато уваги в роботах А.М. Кабара, Ю. Г. Приседського, Д. Б. Рахметова, М. Матусяка, А. Піддубної, А.С. Власенко тощо., в яких досліджуються механізми стійкості рослин до несприятливих умов навколишнього середовища. Приводиться характеристика адаптації рослин до абіотичних та антропогенних факторів. Також висвітлюється стратегія добору рослин для інтродукції та перенесення їх в культуру, специфіки інтродукційного процесу, випробування інтродукованих рослин та аналізу його результатів, способів розмноження рослин і їх гібридизації, створення постійної насінної бази перспективних інтродукованих деревно-чагарникових видів. [164, 182, 183, 184, 185, 186].

Дослідження публікацій свідчить, що з питання впливу температурного режиму на деревні рослини степової зони Придніпров'я приділяється багато уваги в роботах Б.О. Барановського, О.В. Котович, Л.О. Кармизова, Н.О. Роциної, С. А. Ситнік, В. Сторожук, І. А. Іванько та інш., [17, 50, 116, 187,

188]. В вищенаведених дослідженнях розглянуто вплив високотемпературного стресу на проростання насіння, морфологію рослин та характеристики анатомічної будови, фізіологічні та біохімічні показники, геноміку та інші аспекти деревних рослин, що слугує орієнтиром для вивчення механізму термостійкості деревних рослин.

Останні дослідження та публікації стосовно залежності деревних рослин деяких видів від водонасичення і вплив водного дефіциту на фізіологічні процеси рослин свідчать, що питанням приділяється багато уваги в роботах І. О. Зайцевої, В. П. Бессонової, С. О. Яковлевої-Носарь, Н. М. Рашидова, Д. Б. Рахметова, О.Г. Нестеренко, Ю.А. Хоми [181, 182, 188, 189, 190]. Серед абіотичних стресів найбільш шкідливим як для деревних так і кущових трав'янистих рослин є осмотичний стрес-засолення, тому дослідження з отримання рослинних форм, які поєднують стійкість до різних стресів із задовільними споживчими якостями є актуальним завданням.

РОЗДІЛ 3. ОБЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктами досліджень були види домінуючих деревних порід в лісових насадженнях, що знаходяться в різних еколого-біологічних умовах Центральної частини Криворізького гірничо-видобувного району (Кривбасу). Криворіжжя є одною із зон техногенезу України, загальною площею близько 650м² [130, 131]. У сучасній практиці об'єктами спеціального призначення називають спеціалізовані структури, об'єкти та території, які мають певне призначення і використовуються для конкретних функцій або завдань. Територіями та об'єктами спеціального призначення можуть бути навчальні, спортивні, військові, медичні заклади, наукові центри, інфраструктурні або промислові комплекси, культурні центри, культові історичні споруди на яких проводить створення деревних кїльтурфітоценозів [186]. Технології і підходи для озеленення територій спеціального призначення широко впроваджується у всьому світі і за визначеннями фахівців класифікуються на: 1) технології озеленення урбанізованих, селітебних і рекреаційних територій, 2) створення захисних насаджень різної спеціалізації, для технічної інфраструктури, 3) насадження дендрологічних садів або арборетуми для адвентивних видів, землі, які перебувають у стадії меліоративного освоєння та відновлення родючості ґрунтів, 4) зелені насадження кладовищ, меморіальних комплексів та пам'ятників, крематоріїв, скотомогильників, тощо [193, 194, 195, 196, 197, 198].

У ландшафтно-техногенній структурі переважають відвальні геокомплекси, а серед деревної рослинності поширені насадження: 1) захисні ліси, що виконують переважно водоохоронні, ґрунтозахисні, пилозахисні та інші захисні функції; 2) рекреаційно-оздоровчі ліси, що виконують переважно рекреаційні, санітарні, гігієнічні та оздоровчі функції; 3) ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення, що виконують особливі природоохоронні, естетичні, наукові функції; 4) експлуатаційні ліси [19, 93, 141]. Під час дослідження були визначені основні

домінуючі деревні породи території ключових лісонасаджень до яких належать види: дуб звичайний *Quercus robur* L., клен канадський *Acer platanoides* L., *Acer pseudoplatanus* L., в'яз гладкий *Ulmus laevis* Pall., робінія псевдоакація *Robinia pseudoacacia* L., ясен звичайний *Fraxinus excelsior* L., та деяких інш., які є основними видами, що використовувалися для озеленення території центрального Криворіжжя та представлі в ландшафтному дизайні.

Матеріалами роботи слугували результати власних польових досліджень, які виконувалися впродовж 2013 – 2025 рр. на території водозахисних, шумозахисних та пилозахисних деревних насаджень Металургійного, Покровського, Центрально-міського та Довгинцівського адміністративних районів, а також дендрологічних парків Тернівського та Довгинцівського районів м.Кривий Ріг. Окремо проводили дослідження природно поширених деревно- чагарникових угруповань на території ландшафтного заказника «Гурівський ліс». Дослідження проводилися в різних екосистемах центральної частини Криворізького залізовидобувного району. Територія дослідження розташована в межах екотонної зони двох геоботанічних зон однієї ґрунтово-кліматичної зони, а саме: лісостепової зони на північній частині м.Кривого Рогу та степової зони на півдні міста (між Жовтнево-Тернівським і Інгулецьким адміністративними районами міста). ПівнГЗК і ЦГЗК а також Південний ГЗК, ІнГЗК). В роботі проводилися дослідження деревних екосистем що натуралізовані в кліматичних умовах степової зони України Дніпропетровської та Кіровоградської областей і можуть бути використані в якості контролю. Згідно сучасного геоботанічного районування, територія дослідження знаходиться в межах Бузько-Дніпровського (Криворізького) округу різнотравно-злакових степів, байрачних лісів та рослинності гранітних відслонень [199].

Антропогенно і техногенно перетворені ландшафти займають фактично всю територію міста (Рис. 3.1; Додаток таблиця А - 8). Надзвичайно негативний вплив на природне середовище здійснюють

гігантські відвали (площа понад 7 тис. га), кар'єри (34 кар'єри, з яких 9 діючих, площею понад 4,5 тис. га), хвостосховища (площа понад 5,5 тис. га), які на 96,8% складаються з відходів виробництва IV класу небезпеки, а решта - зі сполук I-III класу небезпеки (Додаток рис. А – 3, 4, 5, 6, 7). Для територій, які знаходяться в зоні дуже сильного забруднення (переважно техногенні) характерний вміст у ґрунтах до 6-7 ГДК хрому, майже до 15 ГДК цинку (район металургійного комбінату «Арселор Міттал Кривий Ріг») [178, 133].

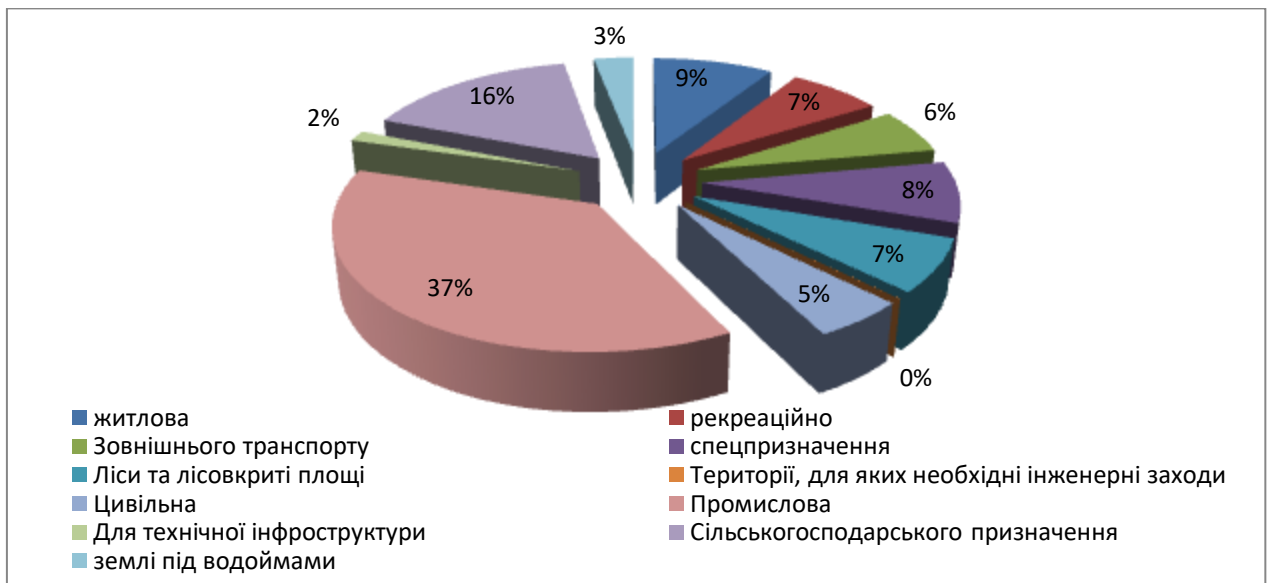


Рис. 3.1. Баланс територій міста Кривий Ріг [133].

3.1. Об'єкти досліджень

На території дослідження, природно-територіального комплексу Криворіжжя в межах центральної частини Криворізького залізничного басейну (Кривбасу) деревні насадження представлені такими основними типами деревних та чагарникових насаджень, зокрема: об'єкти дендропаркового, санітарного, водоохоронного та міських лісозахисних масивів. Ми досліджували всі типи штучних деревних насаджень: (I) деревні насадження міських арборетумів та залишки природних дендропарків і природних лісових екосистем (лісоекокомплексів), (II) деревні насадження водо-грунтозахисного поясу уздовж берегів водоймищ, (III) деревні насадження міського санітарно-захисного поясу

та (IV) деревні угруповання ландшафтно заповідних територій було використано як умовно контрольні лісові екосистеми [9, 18, 193, 194].

У заказнику «Гурівський ліс» (Долинський район, Кіровоградська область), розташованому на відстані 32 кілометрів на північний захід від джерел техногенного забруднення та на межі Криворізького залізничного басейну, околицях сіл Новотаромське та Тарасівка (Криворізький та Софіївський райони, Дніпропетровська область), розташованих у заплаві річки Бокова та за 20-50 км від промислових підприємств.

У Криворізькому районі для вивчення трофічних властивостей штучних деревних насаджень було визначено характеристики ділянок залежно від геоморфологічного положення на місцевості. Враховуючи розподіл умов лісової рослинності, можна встановити, що стан частини деревної рослинності залежить від кліматичних умов розташування Північно-західної частини району Степового Придніпров'я. На обраних дослідних ділянках було складено геоморфологічні описи ґрунтових профілів та рельєфного положення. Для лабораторних аналітичних досліджень було відібрано зразки ґрунту, листового опаду та підстилки відповідно до вимог методичних рекомендацій. У межах визначених територій було встановлено показники біомаси штучних деревних насаджень залежно від породного складу дерев, кількості деревини на ярус, висоти деревини та загальної висоти деревостану, діаметру деревостану, запасу деревини, життєвого стану деревної рослинності [200, 201, 202, 203, 204].

Під час добору пробних та експериментальних ділянок дослідження використовувалися картографічні матеріали з інтернет-ресурсів Google-Maps, lk.ukrforest.com та інші [132, 133, 205, 206].

Аналіз адвентивної флори проводився відповідно до рекомендацій визначення лісових таксонів [207, 208, 209]. На стаціонарних ділянках визначалася їх площа, особливості розташування деревних та

чагарникових рослин, а також кількість стовбурів рослин на облікових ділянках для інвентаризації. Таксаційні дослідження деревостану проводилися за стандартними методиками, аналіз типологічної структури лісу – згідно з лісовою типологією [19, 210, 211, 212, 213, 214]. У межах моніторингових ділянок оцінювалася вертикальна структура насаджень, а також поздовжньо вимірювалася висота та діаметр стовбура дерев першого, другого та третього ярусів. Запаси стовбурової деревини розраховувалися загальноприйнятими лісовими таксаційними методами [96, 215, 216, 217, 218]. Обхват стовбура вимірювався рулеткою на висоті 1,3 м від поверхні ґрунту, а їх висоту вивчали за допомогою сучасного лазерного альтиметра (Nikon Forestry 550). Прив'язку ділянок та ґрунтових зрізів здійснювали за допомогою пристроїв супутникового позиціонування GPS.

Також, в процесі дослідження був проаналізований життєвий стан, еколого-біологічні характеристики домінуючих порід деревної рослинності ключових і моніторингових ділянок, а також визначений видовий склад та вікові особливості потенціалу самозаростання субдомінуючих та поодиноких інтродукованих чи інвазійних видів. Проводився аналіз динаміки показників структурної організації та сучасного стану лісових культурфтіоценозів Центральної частини Криворізького району Дніпропетровської області [13, 219, 220, 221].

Рекреаційну толерантність рослинного покриву оцінювали за загальноприйнятими методиками [210, 211, 212, 213, 214]. Для характеристики стану підліску та лісу було проведено оцінку за методами та одиницями рекреаційних навантажень на лісові природні комплекси [203, 222]. Згідно з визначеними загальноприйнятими методиками визначали рівень рекреаційних навантажень та стадію дигресії рослинного угруповання.

Маршрутно-рекогносцирувальним методом обстежено всю територію лісонасаджень на ключових ділянках рекреаційного,

водозахисного та пило-шумозахисного типу, а також ключових ділянок в природних умовах ґрунтово-кліматичної зони. В межах кожного дослідного об'єкта було закладено п'ять моніторингових ділянок (мінімальний розмір 150 м на 150 м), які відрізняються максимальною контрастністю екологічних умов й густотою деревостанів [91, 96, 201, 202, 220].

Дослідні ділянки деревних насаджень в умовах зональних природних факторів поза міськими територіями. Деревні екосистеми, що перебувають у сприятливих екологічних умовах по відношенню до м. Кривого Рогу, під впливом тільки факторів природно-кліматичної зони, представлені залишками природного лісу та штучними насадженнями.

Ключові ділянки деревних фітоценозів спеціалізованого науково-дослідного призначення ландшафтного заказника «Гурівський ліс». Ключові дослідницькі моніторингові ділянки лісових фітоценозів, що знаходяться в природних умовах, були розташовані на території Гурівського лісового масиву, біля с. Гурівка, Долинського р-ну Кіровоградської обл. Рік закладання – 1850. Координати ділянки: 48°07'43''N 33°05'25''E. Гурівський лісовий масив — ландшафтний заказник місцевого значення в Україні. В 1980 році в 40-50 км на захід від м. Кривого Рогу, між с. Гурівка та с. Ганнівка, а також між заплавою р. Бокова і джерелом Гнілушка у приводороздільному мілко балковому ландшафті, як вказують літературні джерела, був закладений перший на Криворіжжі лісовий масив – Гурівський. Ці насадження відіграли серйозне наукове значення для розробки теоретичних основ степового лісознавства. Професор І. А. Добровольський під керівництвом і при участі професора А. Л. Бельгарда, приводив типологічну характеристику цього лісового масиву. [91, 202]. Деревні насадження на цій території зростають у досить жорстких лісових умовах – в найбільш поширених в даній місцевості сухих та сухуватих суглинистих типах (СГ₀-1, СГ1 – тип лісорослинних умов за А. Л. Бельгардом). [142, 202, 223]. Рівень аеропилового забруднення – незначний. Наявність

антропогенно-рекреаційного навантаження незначна. Наявність зоогенного навантаження присутня в деякій мірі. На території було закладено 3 ключові дослідні ділянки розміром 10×20 м. Площі ключових ділянок становлять 600 м^2 . Характеристики та походження фітоценозів: ділянка № 1 – штучного походження що знаходяться в межах лісівництва; ділянка № 2 – змішаного походження із ознаками самозаростання у зволжених умовах на узбережжі річки; ділянка № 3 – із ознаками самозаростання природного походження в межах ландшафтного заказника. Площа обстеження деревних насаджень $8919999,43 \text{ м}^2$ ($8,92 \text{ км}^2$).

Ключові ділянки деревних фітоценозів спеціалізованого водозахисного та ґрунтозахисного призначення уздовж р. Бокова, околиць с. Софіївка. Ключові ділянки деревних екосистем, також знаходяться у природних умовах і розташовані в заплаві нижче за течією р. Боковеньки розташовані біля с. Софіївка (попередня назва с. Валове) Криворізького р-ну Дніпропетровської обл. Координати ділянок: $48^{\circ}01'35''\text{N}$ $33^{\circ}06'36''\text{E}$. Рік закладання штучних деревних насаджень – 1955. Наявність аеропилового забруднення – незначна. Наявність антропо-рекреаційного навантаження – часткова. Наявність зоогенного навантаження незначна (Рис. 2.1.2.1; Рис. 3.1.1; 3.1.2; Додаток рис. А – 1, 2). На території було закладено 3 ключові дослідні ділянки. Площі ключових ділянок становлять 600 м^2 . Походження фітоценозів: ділянка № 1 – штучного походження на плакорі біля дитячого лагерью відпочинку; ділянка № 2 – штучного походження з ознаками самозаростання на узбережжі; ділянка № 3 – природного походження в заплавної низині річки під періодичним затопленням. Площа обстеження деревних насаджень $1658361,24 \text{ м}^2$ ($1,66 \text{ км}^2$).



Рис. 3.1.1. Розташування дослідних ділянок деревних фітоценозів поза межами території міста (А), в урбанізованих та техногенних умовах (В) деревної штучної рослинності в межах досліджуваної території (нумерація ділянок приведена в Додатку Б).

Ключові ділянки деревних фітоценозів спеціалізованого вітрозахисного та ґрунтозахисного призначення околиць с. Тарасівка в Софіївській селищній громаді Криворізького району Дніпропетровської області також знаходяться в умовах природно-кліматичної зони, характеризуються таким чином. По селу протікає і пересихає струмок з загати. Координати ділянок: $48^{\circ}02'56''\text{N}$ $34^{\circ}02'23''\text{E}$. Площа обстежених деревних насаджень дорівнює $256612,01 \text{ м}^2$ ($0,26 \text{ км}^2$). Рік утворення насаджень 1965–1967. Наявність аеропилового забруднення незначна. Наявність антропогенно-рекреаційного навантаження

часткова. Наявність зоогенного навантаження незначна. На території було закладено 5 ключових дослідних ділянки розміром 10×20 м. Площі ключових ділянок становлять 1000 м². Походження фітоценозів: ділянка № 1 – штучного походження в межах залишків монастирських земель; ділянка № 2 – самозаростання з ознаками штучного походження; ділянка № 3 – штучного походження полезахисного призначення; ділянки № 4 та № 5 – природного походження, із залишків байрачного і заплавного лісу уздовж узбережжя струмково ставкового зволоження.

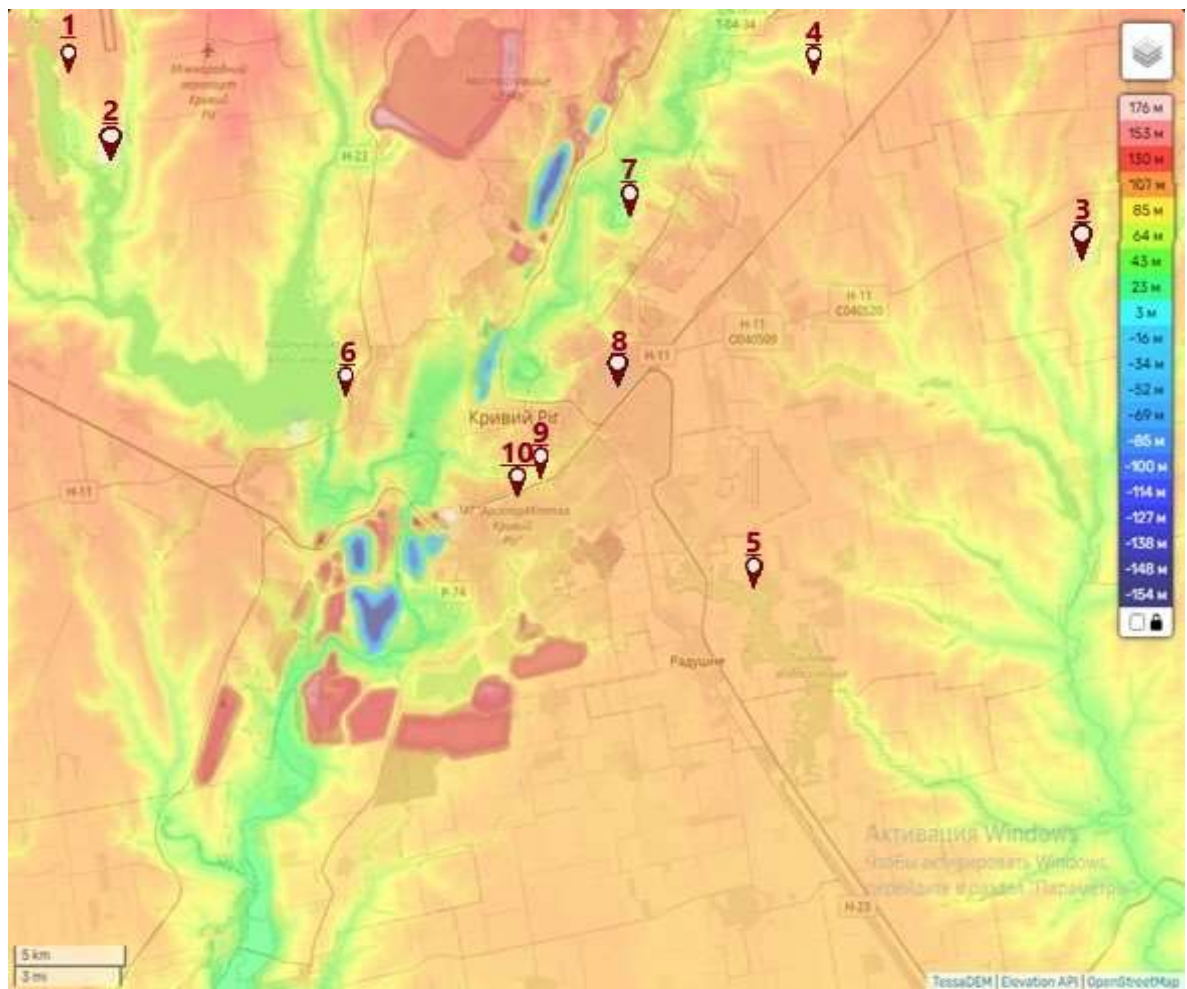


Рис. 3.1.2. Гідрологічні характеристики та рель'єф території розташування дослідних ділянок деревних фітоценозів поза межами території міста (А), в урбанізованих та техногенних умовах (В) деревної штучної рослинності в межах досліджуваної території (нумерація ділянок приведена в Додатку Б).

Дослідні ділянки деревних насаджень в урбанізованих умовах центральної частини Криворіжжя, що мають естетично-декоративне водозахисне та рекреаційне призначення. Представлені лісові екосистеми, що ростуть у відносно сприятливих екологічних умовах з наявним волого забезпеченням і виконують на території міста Кривого Рогу рекреаційні, естетичні, санітарні, водоохоронні функції.

Ключові ділянки деревних фітоценозів спеціалізованого історико-краєзнавчого призначення Дендропарк "Веселі Терни" розташований у північно-східній частині м. Кривого Рогу, що знаходяться у заплаві р. Саксагань, Тернівського р-ну, м. Кривого Рогу за координатами $48^{\circ} 04' 56''$ N $33^{\circ} 32' 38''$ E. Сучасна територія парку становить близько 17,2 гектар. Деревні насадження різного типу мають загальну площу – 31 га ($0,31 \text{ км}^2$). Рік утворення насаджень 1883–1936 р. [142, 223, 224]. Наявність аеропилового забруднення незначна. Наявність антропо-рекреаційного навантаження часткова. Наявність зоогенного навантаження незначна. На території було закладено 5 ключових дослідних ділянок розміром 10×20 м. Площі ключових ділянок становлять 1000 м^2 . Походження фітоценозів: ділянка № 1 – деревна рослинність штучного садово-рекреаційного призначення; ділянка № 2, № 3 та № 4 – самозаростання з ознаками штучного походження з різними домінуючими породами; ділянка № 5 – природного походження із залишками заплавної лісу. Площа обстежених деревних насаджень дорівнює $308076,01 \text{ м}^2$ ($0,31 \text{ км}^2$).

Ключові ділянки деревних фітоценозів спеціалізованого науково-дослідного призначення арборетум «Довгинцівський» знаходяться в Довгинцівському р-ні м. Кривого Рогу, в 7 км від станції Кривий Ріг-головний (Рис. 3.1.1), за координатами $47^{\circ} 53' 26''$ N $33^{\circ} 32' 02''$ E, загальна площа становить 52 га ($0,52 \text{ км}^2$). Територія дендропарку знаходиться віддалено від центру міста та території промислових гірничовидобувних підприємств.

Впродовж останніх років він підпорядкований Криворізькому

держлісгоспу – Держинське лісництво, кв. 52 (Розпорядження Представника Президента України №518 від 30.12.93 р.). Площа становила 27 га (Рис. 3.1.1) [142, 223, 224]. Наявність аеропилового забруднення – значна. Наявність антропо-рекреаційного навантаження - незначне. Наявність зоогенного навантаження є доволі значною. На території було закладено 11 ключових дослідних ділянки розміром 10×20 м. Площі ключових ділянок становлять 2200 м². Походження фітоценозів: ділянка № 1, № 2, № 3, № 4, № 5, – деревні насадження різних домінуючих порід штучного походження колекційного фонду; ділянка № 10 – штучного походження санітарно-захисного типу; ділянка № 11 – самозаростання з ознаками штучного походження в умовах зволоження. Площа обстежених деревних насаджень дорівнює 506721,82 км² (0,52 км²).

Ключові ділянки деревних фітоценозів спеціалізованого міського водозахисного призначення уздовж Карачунівського водосховища. Територія узбережжя та лісові масиви зазнають, також рекреаційного навантаження через туристичні бази, дитячі табори відпочинку, профілакторії. Насадження Карачунівського лісового масиву має загальну площу – 300 гектарів. Нині це зона відпочинку для городян [142, 223, 224]. Рік закладання штучних деревних насаджень 1930 - 1958 р. Координати ділянок: 47° 54' 31'' N 33° 18' 02'' E. Наявність аеропилового забруднення – незначна. Наявність антропо-рекреаційного навантаження – незначне. Наявність зоогенного навантаження – значна. На території було закладено 5 ключових дослідних ділянок. Площі ключових ділянок становлять 1000 м². Походження фітоценозів: ділянка № 1, № 2, – деревна рослинність штучного походження водозахисного призначення до 1 валу можливої зони затоплення узбережжя; ділянка № 3 та № 4 – деревна рослинність штучного походження водозахисного призначення до 2 валу можливої зони затоплення узбережжя; ділянка № 5 – самозаростання з ознаками штучного походження з різними домінуючими породами. Площа обстежених деревних насаджень дорівнює 2056062,11 м² (2,06 км²).

Ключові ділянки деревних фітоценозів спеціалізованого міського водозахисного та ґрунтозахисного призначення рудника «Артем-1» уздовж р.Саксагань. За старою назвою рудник Галковських, був відкритий у 1887 р. На жаль, корінний природний ліс не зберігся, але з'явилися деревні насадження штучного походження та ділянки із самозаростанням [142, 223, 224]. Рік закладання штучних деревних насаджень 1933 – 1955 р. Координати ділянок: $47^{\circ} 57' 14''$ N $33^{\circ} 25' 51''$ E. Наявність аеропилового забруднення – незначне. Наявність антропо-рекреаційного навантаження – часткове. Наявність зоогенного навантаження – значна (розташування поблизу контактного зооовальєру із дикими тваринами). На території було закладено 3 ключові дослідні ділянки. Площі ключових ділянок становлять 600 м^2 . Походження фітоценозів: ділянка № 1, № 2 – деревні насадження штучного походження з різними домінуючими породами правого та лівого берегу р.Саксагань; ділянка № 3 – штучного походження з ознаками самозаростання природного походження. Площа обстежених деревних насаджень дорівнює $198684,74 \text{ м}^2$ ($0,2 \text{ км}^2$).

Дослідні ділянки деревних насаджень в техногенних умовах центральної частини Криворіжжя, що мають пилозахисне та шумозахисне призначення. Санітарно-пилозахисні та шумозахисні деревні насадження мають штучне походження віком 90-60 років і розташовані в зоні несприятливих екологічних умов.

Ключові ділянки деревних фітоценозів міського санітарно-захисного поясу спеціалізованого шумо-пилозахисного призначення розташовані уздовж Дніпропетровського шосе в Довгинцівському р-ні м. Кривого Рогу Дніпропетровської обл. і характеризуються наступним чином. Рік закладання – 1965. Координати ділянок: $47^{\circ} 55' 58''$ N $33^{\circ} 29' 34''$ E. За висотою над рівнем моря: 108 м. Лісовий фонд розміщений у межах філії «Дніпровське лісове господарство» ДП «Ліси України». Наявність аеропилового забруднення – присутня. Наявність антропогенно-рекреаційного навантаження – присутня. Наявність зоогенного навантаження незначна. На

території було закладено 3 ключові дослідні ділянки розміром 10×20 м. Площі ключових ділянок становлять 600 м². Походження фітоценозів: ділянка № 1, № 2 – деревні насадження штучного походження з різними видами домінуючих порід; ділянка № 3 – штучного походження з ознаками самозаростання. Площа обстежених деревних насаджень дорівнює 1798821,98 м² (1,81 км²).

Ключові ділянки деревних фітоценозів міського санітарно-захисного поясу (далі СЗЗ) спеціалізованого шумо-пилозахисного призначення «Кільце Соборності». Розташовані в автомобільній трасі і міській агломерації житлового торговельного масиву Кільце Соборності з одного боку, а також залізничної колії, об'їзного маршруту автомобільного шляху Кривий Ріг – Нікополь та промислово-складської зони Довгинцівського р-ну м. Кривого Рогу, Дніпропетровська обл. Рік закладання: 1965. Координати ділянки: 47°53'47''N 33°26'07''E. За висотою над рівнем моря: 98–91 м. Лісовий фонд розміщений у межах філії «Дніпровське лісове господарство» ДП «Ліси України». Наявність аеропилового забруднення – присутня. Наявність антропо-рекреаційного навантаження – присутня в значній кількості. Наявність зоогенного навантаження – присутня через регулярний випас. На території було закладено 3 ключові дослідні ділянки розміром 10×20 м. Площі ключових ділянок становлять 600 м². Походження фітоценозів: ділянка № 1, № 2 – деревні насадження штучного походження з різними видами домінуючих порід; ділянка № 3 – штучного походження з ознаками самозаростання. Площі обстежених деревних насаджень дорівнюють 1741442,86 м² (1,74 км²).

Ключові ділянки деревних фітоценозів міського поясу спеціалізованого пило-шумопоглинаючого призначення санітарно-захисної зони «АрселорМіттал Кривий Ріг». Рік закладки – 1965. Деревні насадження СЗЗ «АрселорМіттал Кривий Ріг» розташовані в 750 м від Коксохімічного виробництва Держинського р-ну м. Кривого Рогу Дніпропетровської обл. Координати ділянки: 47°53'17''N 33°24'07''E. За висотою над рівнем моря:

99–87 м. Лісовий фонд розміщений у межах філії «Дніпровське лісове господарство» ДП «Ліси України». Наявність аеропилового забруднення – максимальна. Наявність антропо-рекреаційного навантаження – присутня присутня в значній кількості. Наявність зоогенного навантаження – часткова. На території було закладено 3 ключові дослідні ділянки розміром 10×20 м. Площі ключових ділянок становлять 600 м². Походження фітоценозів: ділянка № 1, № 2 – деревні насадження штучного походження з різними видами домінуючих порід; ділянка № 3 – штучного походження з ознаками самозаростання. Площі деревних насаджень дорівнюють 1246479,29 м² (1,25 км²).

3.2. Польові методи та збір матеріалів дослідження

Матеріали, що склали основу роботи, були зібрані на території центральної частини Криворіжжя у 2022–2025 рр. з урахуванням екологічних умов техногенно аеро-пилового забруднення територій з деревною рослинністю спеціального призначення. В основу досліджень покладено як загальнонаукові, так і конкретні (спеціальні) методи, що розроблені для ботаніки, екології, педагогіки та інших дисциплін. У роботі використані загальноприйняті екологічні, польові (маршрутний – для закладання дослідних ділянок та збору матеріалу, візуальний – для оцінки життєвого стану рослин), таксаційні – для вимірювання біометричних параметрів дерев; морфометричні – для визначення морфологічних параметрів листової пластини провідних видів дерев; хіміко-аналітичні методи – для визначення вмісту мікроелементів у листі/листовому опаді; фізіологічні (спектрофотометричний – для встановлення вмісту пігментів у листках); аналітичні (біоморфічний, географічний аналіз), математично-статистичні з використанням прикладних комп'ютерних програм для обробки даних.

Для аналізу динаміки розвитку деревних угруповань спеціального призначення також в матеріали роботи, були включені дані з моніторингових

ділянок на території центральної частини Криворіжжя з 2013 по 2026 рр. з урахуванням змін екологічних умов проростання. Координати точок відбору листового матеріалу (опаду та листків) домінуючих деревних порід для рефрактометричного, пігментного, ферментного аналізу і водного дефіциту фіксували за допомогою GPS-пристрою та програмного забезпечення.

Дослідження на ключових ділянках було сплановано з урахуванням оцінки всіх факторів, що впливають на стан природних фітоценозів і штучних деревних насаджень, тобто забруднення повітря, властивості ґрунту, особливості рельєфу, місцеві мікрокліматичні умови та періодичність динаміки часу досліджень. Для визначення структури дендрофлори в межах одного об'єкту було закладено не менше 3 ділянок з середньою кількістю деревних стовбурів (170 шт.). Окремим методом встановлення видового складу та фонового моніторингу зелених насаджень використовувався регулярний маршрутний огляд з фото-відеофіксацією. Крім цього були встановлені до 150 облікових точок, які розташовувалися за квазірегулярною сіткою для оцінки загального життєвого стану екосистеми та відбору зразків листового опаду. Координати маршрутів, місцеположення деревних видів і робочих ділянок фіксували за допомогою GPS-пристрою та програмного забезпечення AlpinQuest (Alpine quest off road explorer) та OfflineMaps який і був використаний в процесі.

За даною інформаційною базою було виділено 44 дослідні площадки (10x20 м) які були закладені в природних та антропогенно змінених абіотичних умовах місцевості і мали походження через самозаростання лісових екосистем та штучне утворення деревних насаджень. Була проведена інвентаризація визначених лісових масивів. Висоту дерев вимірювали лазерним дальноміром Nikon Forestry Pro II (Японія) та оптичним висотоміром SUUNTO "PM-5/1520" (Фінляндія). Діаметр стовбура дерева вимірювали штангенциркулем MD II+ Caliper - Haglöf Sweden AB (Швеція) як середнє значення вимірювань у двох перпендикулярних напрямках. Довжина кола діаметра стовбура вимірювалася рулеткою Stanley Longtape

Fiberglass 30 м × 12,7 мм, коли діаметр перевищував 650 мм, з подальшим обчисленням значення діаметра. Польові дані були зібрані шляхом прямого підрахунку та вимірювання всіх дерев на кожній ключовій ділянці визначених лісових екосистем. На кожній ключовій ділянці були зареєстровані всі деревні стовбури з показниками (d, h, v) > 10 см на висоті 1,3 м і зроблені проміри: 1) показників діаметру (d) стовбурів (у двох перпендикулярних напрямках штангенциркулем); 2) показників висоти (L) стовбурів (лазерний дальномір/ гіпсометр/ оптичний висотомір), а також 3) показників життєвого стану крони, гілок дерева, листової пластини. Відносний життєвий стан у деревних насадженнях визначали класичними методиками оцінки за шкалою життєвості (в умовних балах життєвості, далі - у.б.). Розрахунок формули деревостану, а саме процес визначення об'єму, запасів та інших характеристик лісу за допомогою таксаційних показників (діаметр, висота, повнота, вік), що ґрунтується на стереометричних формулах (Губер, Шіффель), які дозволяють обчислити об'єм стовбура модельного дерева за його діаметрами та висотою, в подальшому екстраполювався на весь деревостан за допомогою спеціальних таблиць та програм. Основні кроки для розрахунку: 1) вимірювання модельного дерева (або дерев): визначення висоти (L) дерева; вимірювання діаметру в корі (d) на певних висотах (наприклад, на $0,25L, 0,5L, 0,75L$), визначення діаметру без кори для подальшого розрахунку об'єму без кори; 2) розрахунок площ поперечного перерізу (g): використання формул площі круга: $g = \pi \cdot (d/2)^2$ (де d – діаметр); 3) застосування формул для вимірювання об'єму стовбура: за формулою Губера (серединного перерізу): $V = g_{0.5} \cdot L$ (де $g_{0.5}$ – площа перерізу посередині стовбура); формула Шіффеля: $V = L \cdot (0.25 \cdot g_{0.25} + 0.75 \cdot g_{0.75})$; 4) перехід до об'єму деревостану. Обчислений об'єм модельного дерева множився на коефіцієнти повноти та екстраполювався на всю площу (гектар), використовуючи таксаційні таблиці та дані про вік та склад деревостану. Ключові показники деревостану: вік (клас віку); повнота (визначення зімкнутість полог); висота (середня висота дерев у деревостані); запас (об'єм

деревини ($\text{м}^3/\text{га}$)). Нами були проведені прямі виміри та візуальний огляд дерев в насадженнях. Формули деревостану визначалися за класичним підходом. Першим ярусом приймався найвищий ярус. Другий ярус виділявся за умови, якщо його середня висота не менша $\frac{1}{2}$ середньої висоти панівного ярусу, а запас – не менший $30 \text{ м}^3/\text{га}$. Якщо запас деревного виду становив від 3 до 5 %, то до формули додавався третій ярус, Також враховувалися деревні види, які становили менше 3 % загального запасу. В процесі дослідження встановлювалася оцінка загального якісного стану дерев; аналіз пошкодження дерев шкідниками та захворюваності; ідентифікація фаутичних небезпечних дерев, котрі необхідно видалити; визначення послідовності дій для подальшої реконструкції міських насаджень; встановлення участі в деревному покриві інвазійних видів. Екоморфний аналіз деревних видів рослин проводили за класичним та інноваційним підходами. Проведення комплексна інвентаризація деревних насаджень. Місцезростання окремих дерев було визначене за допомогою GPS навігатора та нанесене на карту. Інвентаризацію та огляд деревостану проводили у відповідності до «Інструкції з інвентаризації зелених насаджень в населених пунктах України» [208, 215, 216, 217. 218, 219].

Експериментальні площадки для оцінки адаптивної стійкості рослин в зонах промислового навантаження Криворізького гірничо-видобувного району були закладені з урахуванням особливостей ґрунтового покриву, положення в рельєфі та техногенного впливу в межах вищенаведених ділянок газопилового захисного поясу. Випробування адаптивної стійкості проходило під час проведення досліджень і складало від одного-двох вегетаційних періодів [19, 214, 236].

Координати точок відбору листового опадів та листків домінуючих деревних порід для рефрактометричного, пігментного, ферментного аналізу і водного дефіциту фіксували за допомогою GPS-пристрою та програмного забезпечення AlpinQuest (Alpine quest off road explorer) і OfflineMaps. Відстань між точками відбору проб становила $14,0 \pm 0,28 \text{ м}$ і варіювала від

7,1 до 31,0 м. На кожній точці відбору проб у радіусі 5 метрів фіксували види дерев. Таксономічну назву видів приведено за С. Л. Масякіним, відповідно до Vascular Plants of Ukraine: A Nomenclatural Checklist.

3.3. Лабораторні та камеральні методи проведення аналізів

Матеріал збирали впродовж вегетаційного періоду. Відбір листків здійснювали з гілок одного порядку галуження, розташованих на висоті 1-2 м над поверхнею ґрунту. Обирали рослини приблизно одного віку. У кожній з обраних точок відбору проб випадковим чином обирали 5 дерев, з яких збирали по 50 листків. Методики морфометричного заміру листя дерев домінуючих порід проводилися загальноприйнятими методами після завершення повного розвитку асиміляційної системи [208, 215]. Свіжозрізані листки дигіталізували з використанням лазерного пристрою сканера МФП Brother DCP-L2500DR. З кожної листкової пластинки за допомогою програмного пакету CoralDRAW X6 знімали по 8 параметрів.

Методика розрахунку водного дефіциту листових пластин базується на порівнянні фактичної маси води в листку з масою води, яку він може утримувати при повному насиченні. Цей показник залишається ключовим для оцінки посухостійкості рослин. Використовувалась класична формула (за Стокером), в якій водний дефіцит (далі ВД) виражається у відсотках від маси води при повному насиченні: $ВД(\%) = (M_{нас} - M_{сира(факт)}) / (M_{нас} - M_{сух}) \times 100$. Де: $M_{сира}$ факт — фактична (сира) маса листка одразу після зрізання, $M_{нас}$ — маса листка після повного насичення водою, $M_{сух}$ — маса листка, висушеного до постійної ваги (суха речовина). Маса абсолютно сухого листка (після висушування у термостаті до постійної ваги).

Методом оптичної рефрактометрії досліджувалися показники заломлення (n_D) спектру у водному розчині глюкози екстрактів листових пластин основних домінуючих деревних порід. Вимірювання проводили на лабораторному цифровому рефрактометрі Abbe 2WAJ (RST111) фірми Anton Paar GmbH (з модулем автоматичного термостатування досліджуваного

зразка) при 40°C. Методика розрахунку активності каталази в листках рослин базувалася на здатності цього ферменту розщеплювати пероксид водню (H_2O_2) на воду та кисень. В дослідженні листових пластин використовувався спектрофотометричний метод що базується на вимірюванні швидкості зниження оптичної густини розчину при довжині хвилі 240 нм через розпад H_2O_2 . Формула розрахунку: $A = \Delta D \times V_{\text{заг}} \epsilon / d \times v \times t \times m$. Де: ΔD — зміна оптичної густини за час t ., $V_{\text{заг}}$ — загальний об'єм реакційної суміші, ϵ — коефіцієнт екстинкції пероксиду водню ($39.4 \text{ мМ}^{-1} \text{ см}^{-1}$), d — товщина кювети (см), m — маса наважки або вміст білка в пробі.

Пігментний аналіз листових пластин основних домінуючих деревних порід проводився на двопроменевому спектрофотометрі із шириною щілини вимірювання монохроматора 1,4 нм, подвійним термостабілізованим CDD-детектором Analytik Jena Specord - 200 (Німеччина), а обчислення їх концентрації — за загальноприйнятими рівняннями [225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 234, 235]. Методика розрахунку вмісту фотосинтетичних пігментів (хлорофілів a,b та каротиноїдів) базувалась на вимірюванні оптичної густини екстракту при специфічних довжинах хвиль, що відповідають максимумам поглинання цих речовин. Кінцевий результат (мг пігменту на 1 г сирої маси) розраховують за формулою Ліхтенталера (мг/л екстракту) для 80% ацетону: $X = C \cdot V / m \cdot 1000$ де: $C_{\text{сар}}$ — концентрація в екстракті (мг/л); $V_{\text{сар}}$ — загальний об'єм екстракту (мл); m — наважка листя (г).

Дослідження листового опаду дерев включала такі основні напрями: кількісний облік біомаси та хімічний/алелопатичний аналіз. Для визначення маси опаду на певній території використовувався метод опадоуловлювачів: опад збирався регулярно (раз на місяць) протягом усього періоду листопаду; масу зібраного опаду висушували до абсолютно сухої ваги ($M_{\text{сух}}$) при температурі 65–105°C та перераховували на одиницю площі: $P = \sum m / S \times n$, де P — продуктивність опаду (г/м^2), $\sum m$ — загальна суха маса, S — площа ділянки збору, n — кількість ділянок. Хімічний аналіз дослідженого

матеріалу був спрямований на визначення вмісту елементів за допомогою водної витяжки. Листовий опад подрібнювався, заливався дистильованою водою (співвідношення 1:10) та настоювався 24 години. Вміст калію та магнію визначався після мокрого озолення екстракту методом спектрофотометрії.

3.4. Математична та статистична обробка отриманих даних

Статистичний аналіз проводили за допомогою програми SPSS for Windows. Усі дані були представлені для описової статистики та дисперсійного аналізу (SPSS ANOVA). Розрахунок описової статистики та параметрів регресійної моделі проводився в програмному забезпеченні STATISTICS. Порівняння усереднених значень проводили за допомогою Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corporation, Редмонд, Каліфорнія, США). Регресійну статистику проводили за допомогою MedCalc v. 9.5.2.0 (MedCalc Software, Mariakerke, Бельгія). Для всіх статистичних аналізів значущість вважалася $P < 0,05$. Порівняння середніх арифметичних показників і визначення достовірності різниці між ними проведено за допомогою t -критерію Стьюдента. Довірчу ймовірність t -розподілу було обрано рівною 0,95 % (тобто ймовірність помилки 5 %); обсяг вибірок – однаковий; розподіл значень у вибірці – двобічний [102, 204, 2011, 237].

Значення біометричних та морфометричних ознак опрацьовували загальноприйнятими методиками. Обчислювали середнє арифметичне і його похибку ($M \pm m$), ліміти значень (min, max); середній квадрат відхилень або дисперсію (S_x^2); коефіцієнт варіації (CV). Залежно від величини коефіцієнта варіації мінливість ознаки оцінювали за такою шкалою: $CV < 10\%$ – варіація незначна; $10 < CV < 20\%$ – варіація середня; $CV > 20\%$ – варіація значна. Сучасні методи, також, включали використання програм PERT (Program Evaluation and Review Technique), які автоматизували складні стереометричні обчислення, додаючи діаметр деревного стовбуру на нульовому зрізі для більшої точності.

Для екологічного аналізу рослинності використовували базу даних «Datenbank biologisch-ökologischer Merkmale der Flora von Deutschland» (Bioflor), The LEDA Traitbase, The World flora online, та літературні джерела, зокрема «Екофлора України» (2000-2010) та «Синантропна флора України та шляхи її розвитку». Під час дослідження було використано картографічні матеріали Інтернет-ресурсів GoogleMaps та lk.ukrforest.com. В роботі використовувалися знімки супутника Sentinel-2 для моделювання просторової варіації еко-кліматичних, біоценологічних та фітоценотичних властивостей території дослідження, що були завантажені з сайту Earth Explorer.

Рекомендації щодо оптимізації та менеджменту техногенно трансформованих екотопів Криворізького гірничо-видобувного району запропоновано на основі літературних та інтернет-джерел, зокрема платформи «Інформаційна система заходів природного озеленення» (Informationssystem Naturnahe Begrünungsmaßnahmen (INB), Hochschule Anhalt in Bernburg) розробленої групою науковців Університету прикладних наук Ангальта, м. Бернбург, Німеччина (Hochschule Anhalt, Bernburg, Germany).

РОЗДІЛ 4. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДОВОГО БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА АНАЛІЗ СТРУКТУРНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ТАКСОНОМІЧНОГО СКЛАДУ ДЕРЕВНИХ УГРУПОВАНЬ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ КРИВОРІЖЖЯ

Загальна характеристика деревних угруповань штучного походження в межах ділянок території дослідження, що знаходяться в екотонних перехідних умовах лісостепової та степової зони, складалися з трьох топологічних підходів різного рівня: врахування типу лісорослинних умов, типу деревостану та видового складу, а також, еколого-ценотичної структури типу деревостану. Тільки такий широкий біогеоценотичний підхід до створення та оцінки стану штучних деревних угруповань, на думку фахових дослідників, в умовах остепніння території дослідження буде сприяти подальшому розвитку лісознавства [117, 118]. За даними С. А. Генсірука, а згодом і І. В. Соломахи (1992 – 2023 рр.), загальна площа лісів Байрачного Степу становить 63 тис. га. Деревні екосистеми на території Криворізького гірничо-металургійного регіону розташовані дуже нерівномірно. Вони сконцентровані переважно в балках річок, санітарно-захисних територіях населених районів, пило-шумозахисних територій промислових об'єктів і виробничих комплексів. Загальні території озеленення налічують понад 16 тис. га, з них 1379,7 га - місця загального користування: 21 парк, 116 скверів, 11 набережних, 22 сади, 21 бульвар, 19 зелених зон. [142, 223, 238, 239]. Лісистість у різних територіях Криворіжжя має значні відмінності і не досягає оптимального рівня, за якого ліси найпозитивніше впливають на клімат, ґрунти, водні ресурси, пом'якшують наслідки ерозійних процесів, а також забезпечується одержання більшої кількості деревини.

Деревні рослини, що використовуються в озелененні спеціального призначення на територіях шумо-пилозахисного поясу в процесі еволюції виробили набір біоморфоструктурних і фізіологічних пристосувань, що дозволяють їм існувати в певних еколого-ценотичних умовах [244]. Основні

морфологічні характеристики деревної рослинності спеціального призначення відображаються, зокрема, у спектрі біоморф деревостану природно-зональних деревних угруповань, що відображає адаптації до умов середовища, а також за загальним габітусом та тривалістю життєвого циклу, за типом кореневої системи, за структурою пагонових надземних і підземних органів, за типом вегетативного розмноження, за системою біологічних типів Раункієра, за типом запилення. Встановлено, що співвідношення життєвих форм окремих деревних угруповань територій дослідження обумовлюється їх кліматичними і едафічними умовами [93, 94, 158, 187].

4.1. Таксономічна структура деревної рослинності території дослідження

При проектуванні ландшафтних екосистем, основні домінуючі породи для озеленення в умовах Правобережного Придніпров'я та центральної частини промислового району Криворіжжя були підібрані із досвіду генетико-селекційних порід, що виводилися на дослідних станціях та лісових наукових майданчиках. Аналіз наукових публікацій [91, 117, 118, 140, 240, 241, 242] свідчить, що штучні лісові масиви на Криворіжжі створювали в основному в два етапи: перший – в 30-х рр., другий – в 50 – 60 рр. XX ст. (Таблиця 4.1.1; Додаток таблиця В - 1). До головних лісоутворюючих порід були рекомендовані: дуб звичайний *Quercus robur* L.; акація біла *Robinia pseudoacacia* L.; дуб червоний *Quercus rubra* L.; липа серцелиста *Tilia cordata* L.; сосна звичайна *Pinus sylvestris* L.; клен гостролистий *Acer platanoides* L., та інші, але з часом з'явилися деякі представники агресивних місцевих або інвазійних деревних видів, такі як: в'яз гладкий *Ulmus laevis* Pall.; клен польовий *Acer campestre* L.; ясен звичайний *Fraxinus excelsior* L.; клен ясенелистий *Acer negundo* L.; айлант найвищий *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. (Рис. 4.1.1; Додаток рис. В – 2, 3, 4, 5) У той же час, нижні яруси деревних угруповань рослинності, що ростуть у досить різних умовах і походять від різних корінних деревних

порід, виявляють значну фізіономічну стійкість і з часом можуть витіснити домінуючі породи. Тому їхні показники життєвого стану доповнюють типологію рослинних угруповань із прогнозуванням специфіки зміни видів домінуючих деревних порід і структури едифікаційного і підлеглих ярусів. З іншого боку, результати детальних кількісних досліджень також демонструють наявність конвергенції в первинних лісах, що відтворюється на ділянках із самозаростанням. Для кожного типу деревостану, в межах окремих едафічних умов та ґрунтового покриття можуть сформуватися декілька екодинамічних рядів. Аналіз деревних фітоценозів за А.Л. Бельгардом включає характеристику деревостану, що визначається за складом порід за формулами деревостанів на певних ділянках та у фітоценозі взагалі [91, 92].

Таблиця 4.1.1. Співвідношення видового складу деревних угруповань спеціального призначення Центральної частини Криворіжжя

№ з/п	Територія розташування дослідних ділянок ключових біотопів	Таксономічні групи (шт..)		
		родини	роди	види
1	Деревні насадження ландшафтного заказника «Гурівський ліс» с.Гурівка	16	28	42
2	Деревні насадження р.Бокова с. Софіївка Криворізький р-н	12	17	22
3	Деревні насадження с.Тарасівка, Криворізький р-н	12	17	24
4	Дендропарк «Веселі Терни» м.Кривий Ріг	25	50	65
5	Дендропарк Довгинцівський м.Кривий Ріг	24	54	72
6	Водозахисні насадження Карачунівського водосховища м.Кривий Ріг	14	28	39
7	Водозахисні та шумопилозахисні насадження ш.Артем-1, Урочище «Дубки» м.Кривий Ріг	14	22	27
8	Лісонасадження філії «Дніпровське лісове господарство» ДП «Ліси України» м.Кривий Ріг	12	15	20
9	Шумо-пилозахисні Насадження Урочище «Кільце Соборності» м.Кривий Ріг	11	15	19
10	Шумо-пилозахисні Насадження СЗЗ ПАО «Арселор Міттал Кривий Ріг» м.Кривий Ріг	7	9	12

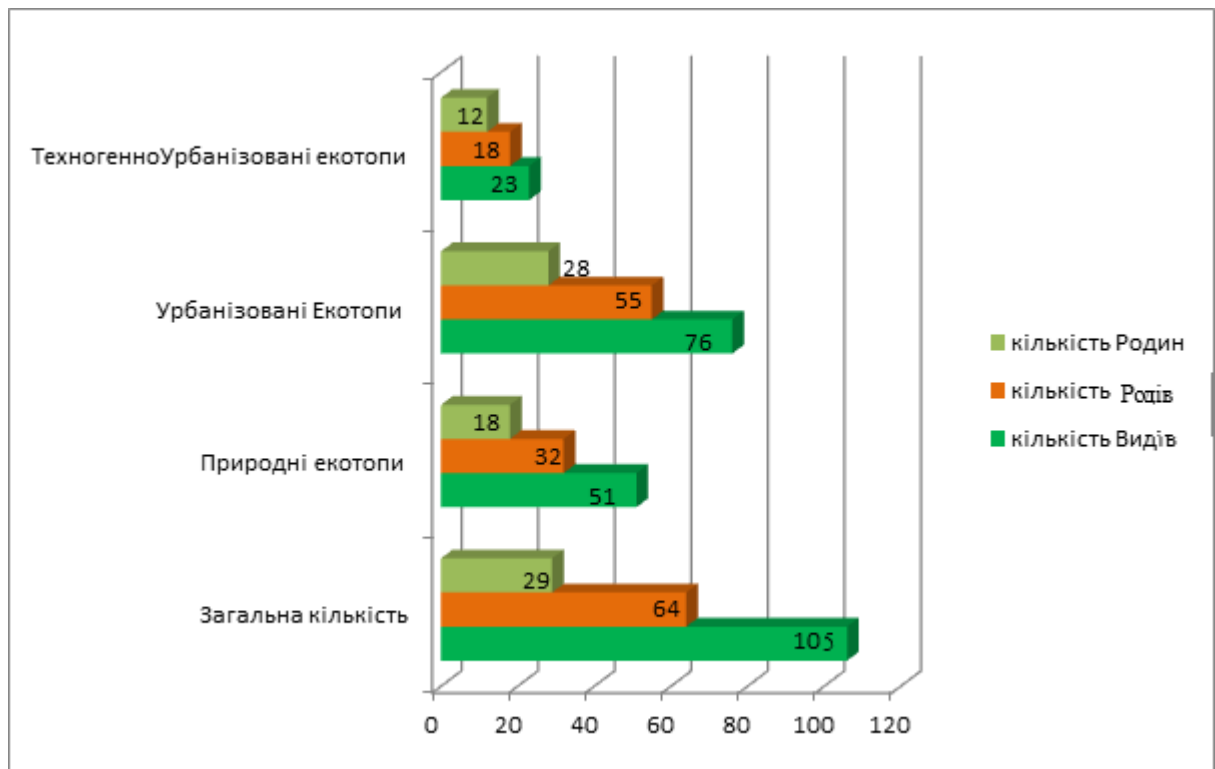


Рис. 4.1.1. Загальні показники та співвідношення видів, родин, родів у деревних угрупованнях спеціального призначення на території дослідження

Видовий склад угруповань деревно-чагарникової рослинності ландшафтного заказника «Гурівський ліс». Дослідження, що проводилися маршрутним та оглядовим методом визначили, що флористичний склад дерев та чагарників на території Гурівського лісництва та ландшафтного заказника вздовж узбережжя р.Боковенька, околиць с. Гурівка та с. Ганнівка включає 42 види, що належать до 16 родин та 28 родів. За час проведення досліджень було встановлено, що відділ Голонасінних рослин (*Pinophyta*) представлений лише 3 видами, тоді як відділ Покритонасінних (*Magnoliophyta*) налічує 39 видів. Слід зазначити, що провідними родинami дерев та чагарників у цих насадженнях є *Rosaceae* – 5 видів (11,9 % від видового різноманіття), *Salicaceae*, *Fabaceae* та *Aceraceae* – 4 види (4,53 %). Трохи меншу кількість складають представники родини *Fagaceae*, *Ulmaceae*, *Pinaceae*, *Betulaceae* – по 3 види (7,14 %), та родини *Caprifoliaceae*, *Rhamnaceae* – по 2 види (4,76 %). По 1 виду представлені родини *Corylaceae*, *Hippocastanaceae*, *Moraceae*, *Poaceae*, *Tiliaceae* (2,38 %). Високим

різноманіттям відзначаються клени (*Acer sp.*, – 9,52 %), в'язи та дуб (*Ulmus sp.*, *Quercus sp.* – 7,14 %). Меншу частку складають представники родів *Alnus*, *Caragana*, *Fraxinus*, *Populus*, *Pyrus*, *Rhamnus*, *Salix* (по 4,76 %), а також представники роду *Aesculus*, *Betula*, *Carpinus*, *Crataegus*, *Forsythia*, *Fragaria*, *Gleditsia*, *Ligustrum*, *Lonicera*, *Morus*, *Picea*, *Pinus*, *Prunus*, *Robinia*, *Sambucus*, *Syringa*, *Tilia* (від 2,33 % до 2,58 % від видового різноманіття). Угруповання деревної рослинності представлені такими родинami: *Aceraceae*, і включають види *Acer negundo* L., *Acer platanoides* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Acer tataricum* L. Родина *Betulaceae* – *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Alnus incana* (L.) Moench., *Betula pendula* Roth. Родина *Caprifoliaceae* – *Lonicera tatarica* L., *Sambucus nigra* L. Родина *Fabaceae* – *Caragana arborescens* Lam., *Caragana frutex* (L.) C. Koch., *Gleditsia triacanthos* L., *Robinia pseudoacacia* L. Родина *Fagaceae* – *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl., *Quercus pubescens* Willd., *Quercus robur* L. Родина *Oleaceae* – *Forsythia europaea* Degen et Bald., *Fraxinus excelsior* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marsh., *Ligustrum vulgare* L. Родина *Rhamnaceae* – *Rhamnus cathartica* L., *Rhamnus imeretina* Booth. Родина *Rosaceae* – *Crataegus pentagyna* Waldst. et Kit., *Fragaria vesca* L., *Prunus divaricata* Ledeb., *Pyrus communis* L., *Pyrus elaeagnifolia* Pall. Родина *Salicaceae* (1,9 %) представлена *Populus alba* L., *Populus tremula* L., *Salix caprea* L., *Salix purpurea* L. Є також 1 родина, 3 види угруповань з хвойних дерев, а саме *Abies alba* Mill., *Picea abies* (L.) Karst., *Pinus sylvestris* L. Відзначаються з показником 2,31 % по одному виду з родини *Hippocastanaceae* – *Aesculus hippocastanum* L., *Corylaceae* – *Carpinus betulus* L., *Moraceae* – *Morus nigra* L., *Poaceae* – *Syringa vulgaris* L., *Tiliaceae* – *Tilia cordata* Mill.

Видовий склад угруповань деревно-чагарникової рослинності заплави р. Бокова (околиці с. Софіївка). Дослідження флористичного складу дерев та чагарників заплави р. Бокова біля с. Софіївка включає 22 види, що належать до 17 родів та 12 родин. Всі види території дослідження входять до відділу Покритонасінних (*Magnoliophyta*), відділ Голонасінних рослин (*Pinophyta*)

відсутній. Провідними родинками дерев та чагарників у цих насадженнях є *Rosaceae* – 5 видів (23,81 % від видового різноманіття), *Salicaceae* та *Aceraceae* – 3 види (14,65 % і 14,53 %). Трохи меншу кількість складають представники родини *Ulmaceae*, – 2 види (9,52 %). По 1 виду представлені родини *Caprifoliaceae*, *Corylaceae*, *Fabaceae*, *Fagaceae*, *Juglandaceae*, *Moraceae*, *Oleaceae*, *Rhamnaceae* (4,76 %). Більша чисельність видового різноманіття є у кленів (*Acer sp.*, – 14,29 %), в'язів, ясенів та верб (*Ulmus sp.*, – 9,52 %, *Salix sp.*, – 9,68 %). Меншу частку складають представники родів *Carpinus*, *Crataegus*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Malus*, *Morus*, *Populus*, *Pyrus*, *Pyrus*, *Quercus*, *Rhamnus*, *Robinia*, *Rosa*, *Sambucus* (від 4,78 % до 4,81 % від видового різноманіття). Серед угруповань деревної рослинності найбільшу різноманітність мають такі представники родин: *Aceraceae*, представлені видами *Acer platanoides* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Acer tataricum* L. Родина *Rosaceae* – *Crataegus pentagyna* Waldst. et Kit., *Fragaria vesca* L., *Prunus divaricata* Ledeb., *Pyrus communis* L., *Pyrus elaeagnifolia* Pall. Родина *Salicaceae* (1,9 %) представлена *Populus alba* L., *Populus tremula* L., *Salix caprea* L., *Salix purpurea* L. Родина *Ulmaceae* – *Ulmus carpinifolia* Rupp. ex G. Suckow., *Ulmus glabra* Huds. Також з 2,31 % відзначаються по одному виду таксони родини *Hippocastanaceae* – *Aesculus hippocastanum* L., родини *Caprifoliaceae* – *Sambucus nigra* L. родини *Corylaceae* – *Carpinus betulus* L., родини *Fabaceae* – *Robinia pseudoacacia* L., родини *Fagaceae* – *Quercus pubescens* Willd., родини *Juglandaceae* – *Juglans regia* L., родини *Moraceae* – *Morus nigra* L., родини *Oleaceae* – *Fraxinus excelsior* L., родини *Rhamnaceae* – *Rhamnus cathartica* L.

Видовий склад угруповань деревно-чагарникової рослинності в околицях с. Тарасівка за нашими даними включає 23 види, що належать до 17 родів та 12 родин та 1 вид відноситься до деревоподібних ліан. Всі види деревно-чагарникової рослинності відносяться до відділу Покритонасінних (*Magnoliophyta*). Відділ Голонасінних рослин (*Pinophyta*) відсутній. Провідними родинками дерев та чагарників у цих насадженнях також , як і в

складі попередніх ділянок, є *Rosaceae* – 7 видів (30,43 % від видового різноманіття), значно менше видове різноманіття у родин *Aceraceae* – 3 види (13,04 %), та родин *Caprifoliaceae*, *Fabaceae*, *Salicaceae* – по 2 види (від 8, 34 % до 8,62 %). По 1 виду представлені родини *Fagaceae*, *Juglandaceae*, *Moraceae*, *Oleaceae*, *Rhamnaceae*, *Tiliaceae*, *Ulmaceae* (від 4,25 % до 4,81 %). Високим різноманіттям відзначаються клени (*Acer sp.*, – 13,04 %), сливові (*Prunus sp.*, - 17,39 %), та тополі (*Populus sp.*, - 8,69 %). Меншу частку складають представники родів *Fraxinus*, *Gleditsia*, *Juglans*, *Lonicera*, *Malus*, *Morus*, *Pyrus*, *Quercus*, *Rhamnus*, *Robinia*, *Rosa*, *Sambucus*, *Tilia*, *Ulmus* (від 4,18 % до 4,68 % від видового різноманіття). Серед угруповань деревної рослинності основне видове різноманіття мають представники родин: *Aceraceae*, представлені видами *Acer negundo* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Acer tataricum* L. Родина *Caprifoliaceae* – *Lonicera tatarica* L., *Sambucus nigra* L. Родина *Fabaceae* – *Gleditsia triacanthos* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Quercus robur* L. Родина *Rosaceae* – *Malus domestica* Borkh., *Prunus divaricata* Ledeb., *Prunus domestica* L., *Prunus spinosa* L., *Pyrus communis* L., *Rosa canina* L. Родина *Salicaceae* (1,9 %) представлена *Populus alba* L., *Populus tremula* L. По одному виду в родині відзначаються такі таксономічні групи як *Juglandaceae* – *Juglans regia* L., родина *Moraceae* – *Morus nigra* L., родина *Oleaceae* – *Fraxinus excelsior* L., родина *Rhamnaceae* – *Rhamnus cathartica* L. родина *Tiliaceae* – *Tilia cordata* Mill., родина *Ulmaceae* – *Ulmus minor* Mill. Окремо можна визначити представника деревоподібних ліан родини *Vitaceae* - *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch.

Таксономічний склад деревостану на території ключових ділянок арборетумів спеціалізованого історико-краєзнавчого та дослідницького призначення що знаходяться в урбанізованих умовах м. Кривий Ріг. Склад дерев у межах територій дендрологічних парків в межах екотонної зони на території м. Кривого Рогу характеризується значним видовим багатством, а саме 76 видів, які належать до 55 родів та 28 родин. Відмічена наявність особливо охоронних об'єктів (3 види), та вікових рослин (5

екземплярів). Провідне місце у спектрі спонтанної дендрофлори займає родина *Rosaceae* Juss. (25,02 %), а провідними родами є: *Acer* L. - 7 видів (9,21 %), *Prunus* L., - 4 види (5,26 %). Родини *Berberis* L., *Caragana* Fabr., *Elaeagnus* L., *Juglans* L., *Juniperus* L., *Malus* P. Mill., *Pyrus* L., *Quercus* L., *Rhamnus* L., *Salix* L., *Populus* L., *Ulmus* L., *Viburnum* L. – включають по 2 види (від 2,14 % до 2,63 %). Види дерев і чагарників характеризуються вкрай нерівномірним розподілом в межах дослідних ділянок історичного центру Кривого Рогу. На території дендропарків центральної частини Криворіжжя були виявлені: в'яз європейський (*Ulmus laevis* Pall.), гледичія чорна (*Gleditsia triacanthos* L.), дуб звичайний (*Quercus robur* L.), ялина європейська (*Picea pungens* Engelm.), каштан європейський (*Aesculus hippocastanum* L.), клен польовий (*Acer campestre* L.), клен гостролистий (*Acer neegunes* L.), липа крупнолиста (*Tilia platyphyllos* Scop.), горіх (*Juglans regia* L.), акація чорна (*Robinia pseudoacacia* L.), клен явір (*Acer pseudoplatanus* L.) та ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.). До групи рідкісних і рідкісних особин, в межах території дослідження, слід віднести: березу чорну (*Betula obscura* A. Kotula), бундук (*Gymnocladus dioicus* (L.) C. Koch), гінкго дволопатеве (*Ginkgo biloba* L.), каркас західний (*Celtis occidentalis* L.), модрина європейська (*Larix decidua* Mill.), осику (*Populus tremula* L.), акацію (*Robinia viscosa* Vent.). На території історичного центру Кривого Рогу виявлено види, занесені до Червоної книги України. Це такі види, як тис європейський, тис ягідний (*Taxus baccata* L.). Зразки цих видів, а також багатовікові екземпляри звичайного дуба потребують впровадження заходів охорони та збереження, а також поглибленого дослідження фізіологічних особливостей адаптації до урбанізованого середовища. Також такі рослини можуть становити насінневий банк деревних видів.

Таксономічний склад деревостану дендропарку історико-краєзнавчого призначення «Веселі Терни», що знаходиться у заплаві р. Саксагань, Тернівського р-ну, м. Кривого Рогу, Дніпропетровської обл.. Деревні угруповання на територіях дендрологічного парку в межах

м. Кривого Рогу характеризуються високим рівнем видового різноманіття та складаються з 65 видів, що належать до 25 родин та 50 родів. Відділ Голонасінних рослин (*Pinophyta*) представлений 5 видами, тоді як відділ Покритонасінних (*Magnoliophyta*) налічує 62 види. Слід зазначити, що провідними родинами дерев та чагарників у цих насадженнях є *Rosaceae* – 16 видів (24,62 % від видового різноманіття), *Aceraceae* – 7 видів (10,77 %). Трохи меншу кількість складають представники родини *Fabaceae* – (9,23 %). Невелику частку мають представники родини *Cupressaceae*, *Fagaceae*, *Oleaceae*, – по 3 види (4,61 %), та родини *Berberidaceae*, *Caprifoliaceae*, *Corylaceae*, *Juglandaceae*, *Pinaceae*, *Rhamnaceae*, *Salicaceae*, *Ulmaceae* – по 2 види (від 3,01 % до 3,07%). По 1 виду представлені родини *Asteraceae*, *Betulaceae*, *Boraginaceae*, *Elaeagnaceae*, *Hippocastanaceae*, *Hydrangaceae*, *Moraceae*, *Platanaceae*, *Rutaceae*, *Tamarikaceae*, *Tiliaceae* (від 1,02 % до 1,53 %). Високим різноманіттям відзначаються клени (*Acer* sp., – 10,77 %), сливові (*Prunus* sp. - 4,61 %), карагана, ялівець, дуб, в'язи та інш., (*Caragana* sp., *Juglans* sp., *Juniperus* sp., *Malus* sp., *Quercus* sp., *Rhamnus* sp., *Ulmus* sp. – від 3,01 до 3,71 %). Меншу частку складають представники родів *Aesculus*, *Amelanchier*, *Berberis*, *Betula*, *Chaenomeles*, *Colutea*, *Cornus*, *Cotoneaster*, *Crataegus*, *Cydonia*, *Elaeagnus*, *Fagus*, *Forsythia*, *Fraxinus*, *Laburnum*, *Larix*, *Ligustrum*, *Lonicera*, *Mahonia*, *Mespilus*, *Morus*, *Philadelphus*, *Physocarpus*, *Pinus*, *Platanus*, *Populus*, *Ptelea*, *Pyrus*, *Rosa*, *Salix*, *Solidago*, *Sorbus*, *Spiraea*, *Styphnolobium*, *Swida*, *Symphoricarpus*, *Tamarix*, *Thuja*, *Tilia*, *Viburnum*, *Wisteria* (від 1,08 % до 1,53 % від видового різноманіття). Угруповання деревної рослинності представлені такими родинами: *Aceraceae*, включаючи види *Acer campestre* L., *Acer monspessulanum* L., *Acer negundo* L., *Acer platanoides* L., *Acer pseudoplatanus* L., *Acer saccharinum* L., *Acer tataricum* L. Родина *Berberidaceae* – *Berberis vulgaris* L., *Mahonia aquifolium* Nutt. Родина *Cornaceae* – *Cornus mas* L., *Swida sanguinea* (L.) Opiz. Родина *Fabaceae* – *Caragana arborescens* Lam., *Caragana frutex* (L.) C. Koch., *Colutea arborescens* L. *Laburnum anagyroides* Medik., *Styphnolobium japonicum* (L.) Schott., *Wisteria*

sinensis (Sims) Sweet. Родина *Fagaceae* – *Fagus orientalis* Lipsky., *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl., *Quercus robur* L. *Quercus rubra* L. Родина *Juglandaceae* – *Juglans nigra* L., *Juglans regia* L. Родина *Oleaceae* – *Forsythia europaea* Degen et Bald., *Fraxinus excelsior* L., *Ligustrum vulgare* L. Родина *Rhamnaceae* – *Rhamnus cathartica* L., *Rhamnus imeretina* Booth. Родина *Rosaceae* – *Amelanchier spicata* (Lam.) C. Koch., *Chaenomeles speciosa* (Sweet) Nakai., *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt., *Crataegus subrotunda* Klok., *Cydonia oblonga* Mill., *Malus domestica* Borkh., *Malus praecox* (Pall.) Borkh., *Mespilus germanica* L., *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim., *Prunus divaricata* Ledeb., *Prunus domestica* L., *Pyrus ussuriensis* Maxim., *Rosa canina* L., *Sorbus aucuparia* L., *Spiraea japonica* L. Родина *Salicaceae* – *Populus tremula* L., *Salix purpurea* L. Родина *Ulmaceae* – *Ulmus carpinifolia* Rupp. ex G. Suckow., *Ulmus laevis* Pall. Є також види угруповань з хвойних дерев, а саме: родина *Cupressaceae* – *Juniperus sabina* L., *Juniperus virginiana* L. *Thuja occidentalis* L. Родина *Pinaceae* – *Larix decidua* Mill., *Pinus sylvestris* L. По одній таксономічній одиниці відзанчаються такі види з родини *Asteraceae* – *Solidago canadensis* L., *Betulaceae* – *Betula pendula* Roth., *Boraginaceae* – *Symphoricarpus rivularis* Suksdorf., *Elaeagnaceae* – *Elaeagnus angustifolia* L., *Hippocastanaceae* (2,31 %) – *Aesculus hippocastanum* L., *Hydrangaceae* – *Philadelphus coronarius* L., *Moraceae* – *Morus nigra* L., *Platanaceae* – *Platanus digitifolia* Palib., *Rutaceae* – *Ptelea trifoliata* L., *Tamarikaceae* – *Tamarix ramosissima* Ledeb., *Tiliaceae* – *Tilia cordata* Mill.

Таксономічний склад деревостану ключових ділянок арборетуму дослідницького призначення «Довгинцівський» на території що знаходяться у Довгинцівському районі м. Кривого Рогу. Арборетум представлений деревними угрупованнями з найвищим видовим різноманіттям із всіх опрацьованих ключових територій та складюється з 72 видів, що належать до 28 родин та 54 родів. Відділ Голонасінних рослин (*Pinophyta*) представлений також найбільшим різноманіттям видів (5 видів), і з найбільшою чисельністю видів є відділ Покритонасінних (*Magnoliophyta*) який налічує 672 таксонів.

Слід зазначити, що провідними родиними дерев та чагарників у цих насадженнях є *Rosaceae* – 18 видів (25,01 % від видового різноманіття), *Fabaceae* – 7 видів (9,72 %), *Aceraceae* – 5 видів (6,94 %), *Caprifoliaceae* – 4 види (5,55 %). Меншу кількість складають представники родини *Berberidaceae*, *Cupressaceae*, *Oleaceae*, *Salicaceae* – по 3 види (від 4,09 % до 4,16 %). Невелику частку мають представники родини *Elaeagnaceae*, *Fagaceae*, *Juglandaceae*, *Pinaceae*, *Rhamnaceae*, *Ulmaceae* – по 2 види (від 2,64 % до 2,77 %). По 1 виду представлені родини *Asteraceae*, *Betulaceae*, *Boraginaceae*, *Cornaceae*, *Hippocastanaceae*, *Hydrangaceae*, *Moraceae*, *Platanaceae*, *Poaceae*, *Rutaceae*, *Ranunculaceae*, *Rutaceae*, *Tamarikaceae*, *Tiliaceae* (від 1,24 % до 1,38 %). Найбільшим різноманіттям відзначаються клени (*Acer* sp., – 6,94 %), сливові (*Prunus* sp. - 5,56 %), барбарисові, карагана, маслинкові, ялівці, дуб, в'язи та інш., (*Berberis* sp., *Caragana* sp., *Elaeagnus* sp., *Juglans* sp., *Juniperus* sp., *Malus* sp., *Quercus* sp., *Rhamnus* sp., *Salix* sp., *Ulmus* sp., *Viburnum* sp. – від 2,71 до 3,77 %). Меншу частку складають представники родів *Aesculus*, *Amelanchier*, *Betula*, *Chaenomeles*, *Clematis*, *Colutea*, *Cornus*, *Cotinus*, *Cotoneaster*, *Crataegus*, *Cydonia*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Gleditsia*, *Laburnum*, *Larix*, *Ligustrum*, *Lonicera*, *Mahonia*, *Mespilus*, *Morus*, *Philadelphus*, *Physocarpus*, *Pinus*, *Platanus*, *Populus*, *Ptelea*, *Pyrus*, *Rosa*, *Rubus*, *Sambucus*, *Solidago*, *Sorbus*, *Spiraea*, *Styphnolobium*, *Symphoricarpus*, *Syringa*, *Tamarix*, *Thuja*, *Tilia*, *Wisteria* (від 1,33 % до 1,39 % від видового різноманіття). Угруповання деревної рослинності представлені такими родиними: *Aceraceae*, зокрема видами *Acer campestre* L., *Acer monspessulanum* L., *Acer negundo* L., *Acer platanoides* L., *Acer tataricum* L. Родина *Berberidaceae* – *Berberis orientalis* Schneid., *Berberis vulgaris* L., *Mahonia aquifolium* Nutt. Родина *Caprifoliaceae* – *Lonicera tatarica* L., *Sambucus nigra* L. Родина *Viburnaceae* – *Viburnum lantana* L., *Viburnum opulus* L. Родина *Elaeagnaceae* – *Elaeagnus angustifolia* L., *Elaeagnus argentea* Pursch. Родина *Fabaceae* – *Caragana arborescens* Lam., *Caragana frutex* (L.) C. Koch., *Colutea arborescens* L., *Gleditsia triacanthos* L., *Laburnum anagyroides* Medik.,

Styphnolobium japonicum (L.) Schott., *Wisteria sinensis* (Sims) Sweet. Родина *Fagaceae* – *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl., *Quercus robur* L. Родина *Juglandaceae* – *Juglans nigra* L., *Juglans regia* L. Родина *Oleaceae* – *Forsythia europaea* Degen et Bald., *Fraxinus excelsior* L., *Ligustrum vulgare* L., Родина *Rhamnaceae* – *Rhamnus cathartica* L., *Rhamnus imeretina* Booth. Родина *Rosaceae* – *Amelanchier spicata* (Lam.) C. Koch., *Chaenomeles speciosa* (Sweet) Nakai., *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt., *Crataegus subrotunda* Klok., *Cydonia oblonga* Mill., *Malus domestica* Borkh., *Malus praecox* (Pall.) Borkh., *Mespilus germanica* L., *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim., *Prunus divaricata* Ledeb., *Prunus domestica* L., *Prunus divaricata* Ledeb., *Prunus domestica* L., *Pyrus communis* L., *Rosa canina* L., *Rubus caesius* L., *Sorbus aucuparia* L., *Spiraea japonica* L. Родина *Salicaceae* – *Populus tremula* L., *Salix purpurea* L. Родина *Ulmaceae* – *Ulmus carpinifolia* Rupp. ex G. Suckow., *Ulmus laevis* Pall. Угруповання з хвойних дерев представлені родинами: *Cupressaceae* – *Juniperus sabina* L., *Juniperus virginiana* L. *Thuja occidentalis* L. Родина *Pinaceae* – *Larix decidua* Mill., *Pinus sylvestris* L. По одному виду відзначаються у таких родин як *Anacardiaceae* – *Cotinus coggygria* Scop., *Asteraceae* – *Solidago canadensis* L., *Betulaceae* – *Betula pendula* Roth., *Boraginaceae* – *Symphoricarpos rivularis* Suksdorf., *Cornaceae* – *Cornus mas* L., *Hippocastanaceae* – *Aesculus hippocastanum* L., *Hydrangaceae* – *Philadelphus coronarius* L., *Moraceae* – *Morus nigra* L., *Platanaceae* – *Platanus digitifolia* Palib., *Poaceae* – *Syringa vulgaris* L., *Ranunculaceae* – *Clematis orientalis* L., *Rutaceae* – *Ptelea trifoliata* L., *Tamarikaceae* – *Tamarix ramosissima* Ledeb., *Tiliaceae* – *Tilia cordata* Mill.

Видовий склад угруповань деревно-чагарникової рослинності ключових ділянок Карачунівського водосховища. Проведені дослідження визначили, що флористичний склад дерев та чагарників на території вздовж узбережжя Карачунівського водосховища та р.Інгулець включає 39 видів, що належать до 14 родин та 28 родів. На території дослідження було встановлено, що відділ Голонасінних рослин (*Pinophyta*) представлений лише

декількома видами *Pinus sp.*, але вони висадженні групою і утворюють окремий квартал. Відділ Покритонасінних (*Magnoliophyta*) налічує 39 видів. Слід зазначити, що провідними родинами дерев та чагарників у цих насадженнях є *Rosaceae* – 11 видів (28,21 % від видового різноманіття), *Caprifoliaceae*, *Fabaceae*, та *Ulmaceae* – по 4 види (від 10,26 % до 10,82 %). Трохи меншу кількість видів складають представники родини *Aceraceae*, *Oleaceae* – по 3 види (7,69 %), та родини *Elaeagnaceae*, *Salicaceae* – по 2 види (від 5,12 % до 5,84 %). По 1 виду представлені родини *Anacardiaceae*, *Cornaceae*, *Fagaceae*, *Juglandaceae*, *Moraceae*, *Rhamnaceae* (від 2,44 % до 2,59 %). Значним видовим різноманіттям відзначаються клени (*Acer sp.*, – 7,69 %), сливові (*Prunus sp.*, - 10,26 %), та в'яз (*Ulmus* – 7,18 %). Меншу частку складають представники родів *Elaeagnus*, *Fraxinus*, *Salix*, *Viburnum* (з 5,12 % до 5,47%), а також представники роду *Amorpha*, *Caragana*, *Celtis*, *Cornus*, *Cotinus*, *Cotoneaster*, *Crataegus*, *Gleditsia*, *Juglans*, *Ligustrum*, *Lonicera*, *Malus*, *Morus*, *Pyrus*, *Quercus*, *Rhamnus*, *Robinia*, *Rosa*, *Rubus*, *Sambucus*, *Syringa*, (від 2,19 % до 2,54 % від видового різноманіття). Угрупування деревної рослинності представлені такими родинами: *Aceraceae*, а саме видами *Acer negundo* L., *Acer platanoides* L., *Acer tataricum* L. Родина *Caprifoliaceae* – *Lonicera tatarica* L., *Sambucus nigra* L. Родина *Elaeagnaceae* – *Elaeagnus angustifolia* L., *Elaeagnus argentea* Pursch. Родина *Fabaceae* – *Amorpha fruticosa* L., *Caragana arborescens* Lam., *Gleditsia triacanthos* L., *Robinia pseudoacacia* L. Родина *Oleaceae* – *Fraxinus excelsior* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marsh., *Ligustrum vulgare* L. Родина *Rosaceae* – *Crataegus pentagyna* Waldst. et Kit., *Malus domestica* Borkh., *Prunus divaricata* Ledeb., *Prunus domestica* L., *Pyrus communis* L., *Rosa canina* L., *Rubus caesius* L., *Sorbus aucuparia* L. Родина *Salicaceae* – *Salix pentandra* L., *Salix purpurea* L. Родина *Ulmaceae* – *Celtis occidentalis* L., *Ulmus carpinifolia* Rupp. ex G. Suckow., *Ulmus laevis* Pall., *Ulmus pumila* L. Родина *Viburnaceae* - *Viburnum lantana* L. *Viburnum opulus* L. По одному аиду представлені такі родини *Anacardiaceae* – *Cotinus coggygria* Scop., *Simaroubaceae* – *Ailanthus altissima*

(Mill.) Swingle., *Cornaceae* – *Cornus mas* L., *Fagaceae* – *Quercus robur* L., *Juglandaceae* – *Juglans regia* L., *Moraceae* – *Morus nigra* L., *Rhamnaceae* – *Rhamnus cathartica* L.

Видовий склад угруповань деревно-чагарникової рослинності ключових ділянок водозахисних насаджень шахтоуправління «Артем-1».

Флористичний склад угруповань деревно-чагарникової рослинності включає 27 видів, що належать до 22 родів та 14 родин. Відділ Голонасінних (*Pinophyta*) не представлений. До відділу Покритонасінні (*Magnoliophyta*) входять всі визначені таксономічні групи. Найбільш різноманітними родинами дерев та чагарників у цих насадженнях є *Rosaceae* – 7 видів (25,93 % від видового різноманіття), *Aceraceae* та *Ulmaceae* – по 3 види (11,11 % та 11,56 %), *Caprifoliaceae*, *Fabaceae*, *Oleaceae* – по 2 види (від 7,40% до 7,86 %). По 1 виду представлені родини *Anacardiaceae*, *Fagaceae*, *Juglandaceae*, *Moraceae*, *Poaceae*, *Rhamnaceae*, *Salicaceae*, *Tiliaceae* (від 2,44 % до 2,59 %). Набільшим видовим різноманіттям на території відзначаються клен (*Acer* sp. – 11,11 %), тополя, ясени, в'язи (*Populus* sp., *Fraxinus* sp., *Ulmus* sp. – по 7,41 % від видового різноманіття). Угруповання деревної рослинності представлені такими родинами: *Aceraceae*, включає види *Acer negundo* L., *Acer platanoides* L., *Acer tataricum* L. Родина *Fabaceae* – *Amorpha fruticosa* L., *Robinia pseudoacacia* L. Родина *Oleaceae* – *Fraxinus excelsior* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marsh. Родина *Rosaceae* – *Crataegus pentagyna* Waldst. et Kit., *Malus domestica* Borkh., *Prunus divaricata* Ledeb., *Prunus domestica* L., *Pyrus communis* L., *Rosa canina* L., *Rubus caesius* L., *Sorbus aucuparia* L. Родина *Ulmaceae* – *Celtis occidentalis* L., *Ulmus carpinifolia* Rupr. ex G. Suckow., *Ulmus laevis* Pall., *Ulmus pumila* L. По одному виду представлені такі родини *Anacardiaceae* – *Cotinus coggygria* Scop., *Simaroubaceae* – *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle., *Viburnaceae* – *Viburnum lantana* L., *Fagaceae* – *Quercus robur* L., *Juglandaceae* – *Juglans regia* L., *Moraceae* – *Morus nigra* L., *Poaceae* – *Syringa vulgaris* L., *Rhamnaceae* – *Rhamnus cathartica* L., *Salicaceae* – *Salix pentandra* L., *Tiliaceae* – *Tilia cordata* Mill.

Видовий склад угруповань деревно-чагарникової рослинності ключових ділянок пилозахисного та шумопоглинаючого призначення зеленого поясу уздовж Дніпропетровського шосе. Флористичний склад угруповань деревно-чагарникової рослинності включає 20 видів, що належать до 15 родів та 12 родин. Відділ Голонасінних (*Pinophyta*) не представлений. До відділу Покритонасінні (*Magnoliophyta*) входять всі визначені таксономічні групи. Найбільш різноманітними родинами дерев та чагарників у цих насадженнях є *Aceraceae* та *Ulmaceae* – 4 видів (від 20,38 % до 20,85 % від видового різноманіття), *Oleaceae* та *Rosaceae* – по 2 види (від 10,49 % до 10,74 %), По 1 виду представлені родини *Anacardiaceae*, *Caprifoliaceae*, *Cornaceae*, *Fabaceae*, *Fagaceae*, *Moraceae*, *Rhamnaceae*, *Salicaceae* (від 5,04 % до 5,88 %). Найбільшим видовим різноманіттям на території відзначаються клени (*Acer* sp., - 20,06 %), в'язи (*Ulmus* sp. – по 15,18 % від видового різноманіття). Угруповань деревної рослинності представлені такими родинами: *Aceraceae*, які включають види *Acer campestre* L., *Acer negundo* L., *Acer platanoides* L., *Acer tataricum* L. Родина *Oleaceae* – *Fraxinus excelsior* L., *Ligustrum vulgare* L. Родина *Rosaceae* – *Prunus domestica* L., *Rosa canina* L. Родина *Ulmaceae* – *Celtis occidentalis* L., *Ulmus carpinifolia* Rupp. ex G. Suckow., *Ulmus laevis* Pall., *Ulmus pumila* L. По одному виду представлені такі родини *Anacardiaceae* – *Cotinus coggygria* Scop., *Simaroubaceae* – *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle., *Caprifoliaceae* – *Sambucus nigra* L. *Cornaceae* – *Cornus mas* L., *Fabaceae* – *Robinia pseudoacacia* L. *Fagaceae* – *Quercus robur* L., *Moraceae* – *Morus nigra* L., *Rhamnaceae* – *Rhamnus cathartica* L., *Salicaceae* – *Populus nigra* L.

Видовий склад угруповань деревно-чагарникової рослинності ключових ділянок пилозахисного та шумопоглинаючого призначення зеленого поясу «Урочище Кільце Соборності». Видовий склад угруповань деревно-чагарникової рослинності території дослідження включає 19 видів, що належать до 15 родів та 11 родин. Відділ Голонасінних (*Pinophyta*) не представлений. До відділу Покритонасінні (*Magnoliophyta*) входять всі

визначені таксономічні групи. Найбільш різноманітними родинami дерев та чагарників у цих насадженнях є *Aceraceae* – 5 видів (26,32 % від видового різноманіття), *Rosaceae* – по 3 види (15,79 %), *Oleaceae* та *Ulmaceae* – по 2 види (від 10,51 % до 10,54 %). По 1 виду представлені родини *Anacardiaceae*, *Caprifoliaceae*, *Fabaceae*, *Fagaceae*, *Moraceae*, *Rhamnaceae*, *Salicaceae* (від 5,12 % до 5,26 %). Набільшим видовим різноманіттям на території відзначаються клени (*Acer* sp. - 26,32 від видового різноманіття). Угруповання деревної рослинності представлені такими родинami: *Aceraceae*, що включають види *Acer campestre* L., *Acer negundo* L., *Acer platanoides* L., *Acer tataricum* L. Родина *Anacardiaceae* – *Cotinus coggygria* Scop., *Cornus mas* L. Родина *Oleaceae* – *Fraxinus excelsior* L., *Ligustrum vulgare* L. Родина *Rosaceae* – *Crataegus pentagyna* Waldst. et Kit., *Prunus domestica* L., *Pyrus ussuriensis* Maxim. Родина *Ulmaceae* – *Celtis occidentalis* L., *Ulmus laevis* Pall. По одному виду представлені такі родини як *Simaroubaceae* – *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle., *Fabaceae* – *Robinia pseudoacacia* L. *Fagaceae* – *Quercus robur* L., *Moraceae* - *Morus nigra* L., *Rhamnaceae* – *Rhamnus cathartica* L., *Salicaceae* – *Populus nigra* L.

Видовий склад угруповань деревно-чагарникової рослинності ключових ділянок пилозахисного призначення ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Видовий склад угруповань деревно-чагарникової рослинності території дослідження включає 12 видів, що належать до 9 родів та 7 родин. Відділ Голонасінних (*Pinophyta*) також не представлений. До відділу Покритонасінні (*Magnoliophyta*) входять всі визначені таксономічні групи. Найбільш різноманітними родинami дерев та чагарників у цих насадженнях є *Aceraceae* та *Ulmaceae* – по 3 види (від 25,02 % до 25,67 % від видового різноманіття), *Oleaceae* – 2 види (16,67 %). По 1 виду представлені родини *Fabaceae*, *Moraceae*, *Rosaceae*, *Salicaceae* (від 8,02 % до 8,33 %). Набільшим видовим різноманіттям на території відзначаються клени (*Acer* sp. - 25,28 %), в'язи (*Ulmus* sp. – по 16,67 % від видового різноманіття). Угруповання деревної рослинності представлені такими родинami: *Aceraceae*, що

включають види *Acer campestre* L., *Acer negundo* L., *Acer tataricum* L. Родина *Oleaceae* – *Fraxinus excelsior* L., *Ligustrum vulgare* L. Родина *Ulmaceae* – *Celtis occidentalis* L., *Ulmus laevis* Pall., *Ulmus carpinifolia* Rupp. ex G. Suckow. По одному виду представлені такі родини як *Simaroubaceae* – *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle., *Fabaceae* – *Robinia pseudoacacia* L. *Moraceae* – *Morus nigra* L., *Rosaceae* – *Prunus domestica* L., *Salicaceae* – *Populus nigra* L.

До поодиноких таксонів, які зустрічаються тільки в окремих локальних біотопах 10 ключових ділянок відносяться наступні види: *Abies alba* Mill., *Acer monspessulanu* L. - Північноамериканське походження, *Acer saccharinum* L., - Палеарктичний, *Alnus glutinosa* (L.) Gaerth., - Центральноєвроазіатський, *Alnus glutinosa* (L.) Gaerth., *Alnus incana* (L.) Moench, *Amelanchier spicata* (Lam.) K.Koch., *Amórpha fruticósa* L., *Berberis vulgaris* L., *Carpinus betulus* L., *Chaenoméles japónica* (Thunb.) Lindl. ex Spach., *Clematis orientalis* L., *Colutea arborescens* L., *Cornus mas* L., *Corylus avellana* L., *Crataegus submollis* Sarg., *Cydonia oblonga* Mill., *Fagus orientalis* Lipsky, *Fragaria vesca* L., *Juglans nigra* L., *Juniperus sabina* L., *Juniperus virginiana* L., *Laburnum anagyroides* Medik., *Larix decidua* Mill., *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt., *Malus niedzwetzkyana* Dieck ex Koehne, *Mespilus germanica* L., *Philadelphus coronarius* L., *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim., *Picea abies* (L.) H.Karst., *Platanus* sp., *Populus alba* L., *Prunus cerasifera* Ehrh., *Pyrus communis* L., *Quércus castaneifolia* C.A.Mey., *Salix babylonica* L., *Salix caprea* L., *Solidago canadensis* L., *Spiraea japonica* L.f., *Styphnolobium japonicum* (L.) Schott, *Swida sanguinea* L., *Symphoricarpos albus* (L.) S.F.Blake, *Symphoricarpos chenaultii* (L.) S.F.Blake, *Tamarix ramosissima* Ledeb., *Úlmus glábra* Huds., *Wisteria sinensis* (Sims) DC.

На території дослідження були встановлені наступні види, які знаходяться під охороною різного рівня: *Crataegus monogyna* Jacq., *Carpinus betulus* L., *Fragaria vesca* L., *Viburnum lantana* L., *Viburnum opulus* L. Созологічний аналіз дендрофлори спеціалізованого призначення хоча і не встановив види рослин занесених до Червоної книги України, однак виявлені

види, що занесені до Офіційного переліку регіонально рідкісних рослин адміністративних територій України: *Crataegus pentagyna* Waldst. et Kit. (Червоний список Дніпропетровської області).

4.2. Біоморфічна структура деревної рослинності території дослідження

Біоморфологічний спектр життєвих форм флори відображає характер адаптації рослин до всього різноманіття умов зростання в певному фізико-географічному середовищі. За О. А. Бельгардом адаптації рослин до певних структурних елементів екотопу називають екоморфами [91, 92, 117, 118]. Такий аналіз служить надійним інструментом пізнання екологічних особливостей формування деревостану на території земель спеціального призначення. В теоретичному аналізі як штучного заліснення та і самозаростання, а також дослідження структури деревної рослинності, нами проаналізовані основні екоморфи: клімаморфа, термоморфа, геліоморфа, ценоморфа, трофоморфа та гігроморфа. Основні напрямки у змінах абіотичного оточуючого середовища через кліматичні і геохімічні фактори, як природно-географічних умов так і урбанізованих впливів для рослинних угруповань центрального Криворіжжя відображаються у змінах чисельності і видового різноманіття дослідних територій. Загальні показники біоморфічного спектру рослинності спеціального призначення центрального Криворіжжя представлені в додатках В (Додаток рис. В - 6, 7, 8).

Біоморфічний спектр рослинних угруповань ділянок, що знаходяться поза міськими територіями в межах центральної частини Криворізького регіону характеризується наступним чином. На ділянках ландшафтного заказника «Гурівський ліс» за загальним габітусом та тривалістю життєвого циклу деревні види складають 70,58 %, кущі – 23,52 %. З них – фанерофіти складають 76,47 %, низькі дерева, високі кущі – 17,64 %, хамефіти та гемікриптофіти – по 2,94 %. За типом кореневої системи стрижнекореневі види складають 97,05 %, і 2,94 % відносяться до пучкокореневих. За

структурою пагонових надземних та підземних органів переважають види рослин без утворень (88,23 %), але присутні види з каудексовими (5,88 % видів), довгокореневищними (2,94 %), і повзучими (2,94 %) органами.

За темпами вегетативного розмноження переважають вегетативнонерухливі види (82,35 %), але з вагомою часткою вегетативнорухливих (14,71 %) і відносно невеликою часткою вегетативномалорухливих (2,94 %) видів. За типом запилення видовий склад деревної рослинності включає в себе 26,47 % анемофільних видів, 73,52 % ентомофілів, за типом розселення більшість видів є анемохорами (51,51 %), едзоохори складають 24,24 %, анемохорів - 9,07 %, балісти і синзоохори – 6,08 %, барохори – 3,03 %.

Характеризуючи біоморфічну деревно-чагарникових угруповань на ділянках водозахисного типу вздовж узбережжя р. Бокова, с. Софіївка можна визначити наступне. За загальним габітусом та тривалістю життєвого циклу деревні види складають 75,01 %, кущі – 20,02 %, низькі дерева або кущові форми дерев – 5,08 %. З них фанерофіти складають 80,05 %, низькі дерева, високі кущі – 15,04 %, хамефіти – 5,04 %. За типом кореневої системи присутні тільки стрижнекореневі види. За структурою пагонових надземних та підземних органів присутні тільки види рослин без утворень. За темпами вегетативного розмноження переважають вегетативнонерухливі види (90,05 %), але є і вегетативнорухливі види (10,01 %). За типом запилення видовий склад деревної рослинності включає в себе 30,07 % анемофільних видів, та 70,02 % ентомофілів, за типом розселення діаспор більшість видів є анемохорами (45,01 %), едзоохори складають 35,07 %, синзоохори – 10,07 %, автохори і балісти складають 5,02 %.

Характеризуючи біоморфічну структуру деревно-чагарникових угруповань на ділянках біля с. Тарасівка, що складаються із деревостану полезахисного та ґрунтозахисного типу, можна визначити наступне. За загальним габітусом та тривалістю життєвого циклу деревні види складають 70,03 %, кущі – 30,05 %. З них фанерофіти складають також 80,01 %, низькі

дерева, високі кущі вже складають 20,05 %, хамефіти відсутні. За типом кореневої системи присутні тільки стрижнекореневі види. За структурою пагонових надземних та підземних органів присутні види рослин без утворень (95,04 %) та довгокореневищні види (5,2 %). За темпами вегетативного розмноження переважають вегетативнонерухливі види (75,03 %), є вегетативнорухливі види (20,08 %) та вегетативномалорухливі види (5,07 %). За типом запилення видовий склад деревної рослинності включає в себе 20,01 % анемофільних видів, та 80,04 % ентомофілів, за типом розселення діаспор більшість видів є анемохорами та ендозоохорами (по 42,11 %), синзоохори складають 10,52 %, балісти складають 5,26 %.

Біоморфічна характеристика деревно-чагарникових угруповань на ділянках дендропарку історико-краєзнавчого значення «Веселі Терни», що знаходяться в урбанізованих умовах м.Кривого Рогу відрізняються високим видовим різноманіттям і характеризуються наступним чином. За загальним габітусом та тривалістю життєвого циклу загальна частка деревних видів складає 97,72 %, з яких суто деревні види складають 56,81 %, суто кущові види – 36,35 %, деревно-кущові види і кущові-деревні види складають по 2,27 %. На території присутній вид *Solidago canadensis* L., з родини *Asteraceae*, який складає 2,28 % і відноситься до багаторічників. З усіх представлених видів деревно-чагарникової рослинності фанерофіти складають також 90,91 %, з них низькі дерева і високі кущі складають 22,72 %, а решту 68,18 % суто види з бруньками і кінцевими пагонами на кінчиках гілок високо над землею. Хамефіти складають 6,18 %, гемікриптофіти – 2,27 %. За типом кореневої системи присутні тільки стрижнекореневі види. За структурою пагонових надземних та підземних органів в більшості присутні види рослин без утворень (93,18 %), а також каудексові 4,54 %, довгокореневищні види (2,27 %). За темпами вегетативного розмноження переважають вегетативнонерухливі види (72,72 %), є вегетативнорухливі види (18,18 %) та вегетативномалорухливі види (9,09 %). За типом запилення видовий склад деревної рослинності включає в себе 15,09 %

анемофільних видів, та 84,09 % ентомофілів, але присутні ще і ентомофільні автогамні види 2,27 %. За типом розселення діаспор більшість видів є анемохорами (36,36 %), ендозоохори складають 31,81 %, види балісти складають 13,63 %. Незначну частку складають види синзоохори 9,09 %, автохори – 6,18 % та барохори – 2,27 %.

Біоморфічна характеристика деревно-чагарникових угруповань ділянок, арборетуму «Довгинцівський», що знаходяться в урбанізованих умовах м.Кривого Рогу відзначається найвищим видовим різноманіттям з усіх дослідних ділянок. На цих територіях за загальним габітусом та тривалістю життєвого циклу загальна частка деревних видів складає 98,07 %, з яких суто деревні види складають 48,07 %, суто кущові види – 42,31 %, деревно-кущові види і кущові-деревні види складають по 3,84 %. Також присутній вид *Solidago canadensis* L., але складає 1,92 %, і відноситься до багаторічників. З усіх представлених видів деревно-чагарникової рослинності фанерофіти сумарно складають також 90,38 %, з них – низькі дерева і високі кущі складають 28,84 %, і 61,53 % суто види-фанерофіти. Хамефіти складають 7,69 %, гемікриптофіти – 1,92 %. За типом кореневої системи присутні тільки стрижнекореневі види. За структурою пагонових надземних та підземних органів, види рослин без утворень складають найбільшу частку (90,38 %), але кількість довгокореневищних видів збільшується (5,76 %) а каудексові види складають 3,84 %. За темпами вегетативного розмноження переважають вегетативнорухливі види (71,15 %), є вегетативнорухливі види (21,15 %) та вегетативномалорухливі види (7,69 %). За типом запилення видовий склад деревної рослинності включає в себе 13,46 % анемофільних видів, та 86,53 % ентомофілів, присутні ентомофільно-автогамні види 1,92 %. За типом розселення діаспор більшість видів є ендозоохори (37,25 %), а анемохори займають друге місце (33,33 %), види балісти складають 13,72 %. Незначну частку складають також види синзоохори 7,84 %, автохори – 5,88 % та барохори – 1,96 %.

Біоморфічна характеристика деревно-чагарникових угруповань ділянок водозахисного призначення Карачунівського водосховища узбережжя р. Інгулець, що знаходяться в м. Кривому Розі показує наступне. На цих територіях за загальним габітусом та тривалістю життєвого циклу переважають деревні рослини, і складають абсолютну чисельність, з яких суто деревних видів - 48,48 %, кущових видів – 42,42 %, деревно-чагарникові види складають 6,06 %, та чагарниково-деревні види рослинності складають 3,03 %. Фанерофіти складають 63,63 %, низькі дерева, високі кущі складають 24,25 %, хамефіти складають 12,12 %. За типом кореневої системи присутні тільки стрижнекореневі види. За структурою пагонових надземних та підземних органів присутні види рослин без утворень (90,91 %), довгокореневищні види (6,06 %) та каудексові (3,03 %). За темпами вегетативного розмноження переважають вегетативнонерухливі види (75,75 %), і вегетативнорухливі види (24,25 %). За типом запилення видовий склад деревної рослинності включає в себе 15,15 % анемофільних видів, та 84,84 % ентомофілів, за типом розселення діаспор більшість видів є ендозоохори (53,12 %), анемохори складають 31,25 %, балісти та синзоохори складають 6,25 %, автохори складають 3,12 %.

Біоморфічна характеристика деревно-чагарникових угруповань ділянок водозахисного призначення, узбережжя р. Саксагань, шахтоуправління «Артем-1», що знаходяться в м. Кривому Розі відзначається наступними показниками. На територіях за загальним габітусом та тривалістю життєвого циклу визначені деревні види, які складають абсолютну чисельність. Суто деревних видів - 56,52 %, кущових видів – 34,78 %, деревно-чагарникових та чагарниково-деревних видів рослинності визначено по 4,34 %. Фанерофіти складають 69,56 %, низькі дерева, високі кущі складають 21,73 %, хамефіти складають 8,69 %. За типом кореневої системи присутні тільки стрижнекореневі види. За структурою пагонових надземних та підземних органів присутні тільки види рослин без утворень. За темпами вегетативного розмноження переважають вегетативнонерухливі види (86,95 %),

вегетативнорухливі види (8,69 %) та вегетативномалорухливі види (4,34 %). За типом запилення видовий склад деревної рослинності включає в себе 17,39 % анемофільних видів, та 82,06 % ентомофілів. За типом розселення діаспор більшість видів є ендозоохорами та анемохорами (по 39,13 %), види балісти складають 13,04 %, синзоохори складають 8,69 %.

Біоморфічна характеристика деревно-чагарникових угруповань ділянок шумозахисного і пилозахисного призначення уздовж Дніпропетровського шосе, м. Кривого Рогу має наступні показники. На територіях за загальним габітусом та тривалістю життєвого циклу визначені деревні види, які складають абсолютну чисельність. Суто деревних видів - 64,71 %, кущових видів – 29,41 %, деревно-чагарникових види 5,88 %. Фанерофіти складають 82,35 %, низькі дерева, високі кущі складають 17,64 %. За типом кореневої системи присутні тільки стрижнекореневі види. За структурою пагонових надземних та підземних органів присутні тільки види рослин без утворень. За темпами вегетативного розмноження переважають вегетативнонерухливі види (76,47 %), вегетативнорухливі види (23,52 %). За типом запилення видовий склад деревної рослинності включає в себе 29,41 % анемофільних видів, та 70,58 % ентомофілів. За типом розселення діаспор більшість видів є анемохорами (58,82 %), а також ендозоохорами (29,41 %), види балісти та синзоохори складають 5,88 %.

Біоморфічна характеристика деревно-чагарникових угруповань ділянок шумозахисного і пилозахисного призначення санітарно-захисної зони «Кільце Соборності» має наступні показники. За загальним габітусом та тривалістю життєвого циклу визначені суто деревні види – 73,33 %, кущових видів – 20,01 %, чагарниково-деревних видів – 6,67 %. Фанерофіти складають 93,32 %, низькі дерева, високі кущі складають 6,64 %. За типом кореневої системи присутні тільки стрижнекореневі види. За структурою пагонових надземних та підземних органів присутні тільки види рослин без утворень. За темпами вегетативного розмноження переважають вегетативнонерухливі види складають 93,33 %, вегетативнорухливі види –

6,67 %. За типом запилення видовий склад деревної рослинності включає в себе 20,01 % анемофільних видів, та 79,99 % ентомофілів. За типом розселення діаспор більшість видів є анемохорами (60,02 %), а також ендозоохорами (26,66 %), види балісти та синзоохори складають по 6,65 %.

Біоморфічна характеристика деревно-чагарникових угруповань ділянок шумозахисного і пилозахисного призначення санітарно-захисної зони «АрселорМіттал Кривий Ріг» відзначається наступними показниками. За загальним габітусом та тривалістю життєвого циклу визначені суто деревні види – 80,03 %, кущових видів – 19,97 %, чагарниково-деревні види відсутні. За системою біологічних типів Раункієра присутні тільки види фанерофіти. За типом кореневої системи присутні тільки стрижнекореневі види. За структурою пагонових надземних та підземних органів присутні тільки види рослин без утворень. За темпами вегетативного розмноження переважають вегетативнонерухливі види складають 80,07 %, вегетативнорухливі види – 19,03 %. За типом запилення видовий склад деревної рослинності включає в себе 39,01 % анемофільних видів, та 60,09 % ентомофілів. За типом розселення діаспор більшість видів є анемохорами (70,04 %), а також ендозоохорами (20,05 %), види балісти складають 10,01 %.

4.3. Екоморфічна структура деревної рослинності території дослідження

Еколого-біоморфічні характеристики видового складу дають оцінку рівня стійкості структури деревних та чагарникових угруповань дослідницьких ділянок по відношенню видів до світла, до живлення, за адаптацією до біогеоценозу вцілому. Загальні показники екоморфічного спектру рослинності спеціального призначення центрального Криворіжжя показано в додатках В (Додаток рис. В – 9).

Екоморфічний та екологічний спектр деревно-чагарникових угруповань ділянок ландшафтного заказника «Гурівський ліс», що

знаходяться поза міськими територіями в межах центральної частини Криворізького регіону характеризуються наступним чином. В залежності від адаптацій до біогеоценозу в цілому, на ділянках ландшафтного заказника «Гурівський ліс» виділяються такі основні типи ценоморф деревних і чагарникових видів: переважають сільванти (83,33 %) з яких 3,33 % становлять сільванти культуранти, степанти-сільванти становлять 10,01 %, рудеранти-сільванти і пратанти-сільванти становлять 3,33 %. За адаптацією рослин до світла переважають сціогеліофіти (64,71 %), іншу частину видів складають геліофіти (35,29 %). За адаптацією рослин до живлення переважають мезотрофи (52,94 %), меншою чисельністю є мегатрофи (17,64 %), також присутні оліготрофи та олігомезотрофи (по 8,82 %), олігомегатрофи (5,88 %), олігомезотрофи, альготрофи, мегатрофи (2,94 %). За водним режимом в деревно-чагарникових угрупованнях переважають мезоксерофіти (38,23 %) і мезофіти (32,35 %), меншу частку складають ксеромезофіти (17,64 %), ксерофіти (5,88 %), також присутні гігромезофіти і гігрофіти (по 2,94 %).

Екоморфічний та екологічний спектр деревно-чагарникових угруповань ділянок заплави р. Бокова біля с. Софіївка, що знаходяться поза міськими територіями в межах центральної частини Криворізького регіону відзначається наступними показниками. В залежності від адаптацій до біогеоценозу в цілому, на ділянках вздовж узбережжя р. Бокова біля с. Софіївка виділяються такі основні типи ценоморф деревних і чагарникових видів: переважають також сільванти (78,94 %) з яких сільванти-культуранти і сільванти-степанти складають по 5,26 %, присутні також степанти-сільванти становлять 10,52 %, пратанти-сільванти становлять 5,26 %, культуранти – 5,26 %. За адаптацією рослин до світла переважають сціогеліофіти (70,01 %), іншу частину видів складають геліофіти (25,04 %), присутні також геліосціофіти (5,01 %). За адаптацією рослин до живлення переважають мезотрофи (55,09 %), меншою чисельністю є мегатрофів (25,06 %), також присутні оліготрофи та

олігомезотрофи (по 8,82 %), олігомегатрофи (10,08 %), олігомезотрофи, альготрофи, мегатрофи (5,09 %). За водним режимом в деревно-чагарникових угрупованнях переважають мезоксерофіти (50,02 %) і мезофіти (30,03 %), трохи меншу частку складають ксеромезофіти (20,06 %).

Екоморфічний та екологічний спектр деревно-чагарникових угруповань ділянок біля с. Тарасівка полезахисного та ґрунтозахисного типу, що знаходяться в умовах поза міських територій в межах центральної частини Криворізького регіону характеризуються наступним чином. В залежності від адаптацій до біогеоценозу в цілому, на ділянках полезахисного і ґрунтозахисного типу деревних угруповань виділяються такі основні типи ценоморф деревних і чагарникових видів: переважають також сільванти (83,33 %) з яких сільванти-культуранти і сільванти-степанти складають по 5,56 %, також присутні степанти-сільванти і становлять 5,52 %, рудеранти і культуранти становлять по 5,52 %, пратанти - відсутні. За адаптацією рослин до світла переважають сціогеліофіти, але з меншою часткою, всього 55,02 %, іншу частину видів складають геліофіти, кількість яких зростає (40,01 %), геліосціофіти присутні також (5,04 %). За адаптацією рослин до живлення переважають мезотрофи, чисельність яких зменшується (50,04 %), мегатрофи також зменшують свою чисельність (20,01 %), види олігомезотрофи збільшують свою вагу і разом із олігомегатрофами мають рівні частини (по 10,08 %), частка альготрофів та мегатрофів не змінюється (5,01 %). За водним режимом в деревно-чагарникових угрупованнях переважають мезоксерофіти (50,02 %), як і в інших типах угруповань в умовах поза міських територій, і частка ксеромезофітів збільшується (25,01 %), а також частка мезофітів (15,02 %), з'являються види ксерофіти та гігрофіти (по 5,04 %).

Екоморфічний та екологічний спектр деревно-чагарникових угруповань ділянок дендропарку історико-краєзнавчого значення «Веселі Терни», що знаходяться в урбанізованих умовах м. Кривого Рогу

відзначається наступними показниками. На території виділяються такі основні типи ценоморф деревних і чагарникових видів: переважають сільванти (69,04 %) з яких суто сільванти складають 57,14 %, сільванти-культуранти становлять 9,52 %, сивальнти-степанти – 2,38 %. Види степанти становлять 9,52 %, степанти-сільванти становлять 7,14 %, степанти-петрофіти становлять 2,38 %, культуранти становлять 14,28 %, рудеранти-сільванти пратанти-псамофіти і пратанти-сільванти становлять 2,38 %. За адаптацією рослин до світла переважають сціогеліофіти (56,81 %), іншу частину видів складають геліофіти (36,36 %), зовсім незначну частину становлять геліосціофіти (6,81 %). За адаптацією рослин до живлення переважають мезотрофи (72,72 %), з них суто мезотрофи складають 70,45 %, а 2,27 % становлять мезотрофи-кальцефіли. Мегатофи складають 13,63 % і займають друге місце. Також, присутні оліготрофи і складають 6,81 %, та олігомезотрофи (4,54 %), альготрофи, мегатрофи займають найнижчу позицію (2,27 %). За водним режимом в деревно-чагарникових угрупованнях переважають, на відміну від інших територій, ксеромезофіти (36,36 %), мезоксерофіти (34,09 %) і мезофіти (20,45 %), мінімальну частку складають ксерофіти (6,81 %), також присутні гігромезофіти (2,27 %).

Екоморфічний та екологічний спектр деревно-чагарникових угруповань ділянок арборетуму «Довгинцівський», що знаходяться в урбанізованих умовах м. Кривого Рогу виявив наступне. На території виділяються такі основні типи ценоморф деревних і чагарникових видів: переважають сільванти (70,01 %) з яких суто сільванти складають 60,04 %, культуранти становлять 12,02 %, сільванти-культуранти становлять 8,05 %, сивальнти-степанти – 2,03 %. Види степанти становлять 8,05 %, степанти-сільванти становлять 6,01 %, степанти-петрофіти становлять 2,08 %, рудеранти-сільванти складають 4,02 %, галофіти-псамофіти – 2,07 %, пратанти-сільванти становлять 2,03 %, суто псамофіти – 2,05 %. За адаптацією рослин до світла переважають сціогеліофіти (59,61 %), доволі

вагому частину становлять геліофіти (36,53 %), дуже незначну частку видів складають геліосціофіти (3,84 %). За адаптацією рослин до живлення переважають мезотрофи (69,23 %), з них суто мезотрофи складають 67,30 %, а 1,92 % становлять мезотрофи-кальцефіли. Мегатрофи складають 11,53 % і займають друге місце. Також, присутні оліготрофи і складають 7,69 %, та олігомезотрофи (5,76 %). Незначну частку складають мезомегатрофи, олігомегатрофи, альготрофи, мегатрофи (по 1,92 %). За водним режимом в деревно-чагарникових угрупованнях переважають, як і на більшості попередніх територій дослідження, мезоксерофіти (40,31 %), ксеромезофіти займають другу позицію (30,76 %), і мезофіти (17,31 %), ксерофіти становлять 5,76 %, мінімальну частку складають також гігромезофіти (3,84 %).

Екоморфічний та екологічний спектр деревно-чагарникових угруповань ділянок водозахисного призначення Карачунівського водосховища узбережжя р. Інгулець, що знаходяться в м.Кривому Розі характеризується наступним чином. В залежності від адаптацій до біогеоценозу вцілому, на ділянках водозахисного типу деревних угруповань виділяються такі основні типи ценоморф: переважають сільванти (74,19 %) з яких сільванти-культуранти і сільванти-степанти (по 3,22 %). Також присутні рудеранти-степанти та степанти-культуранти, кількість яких становить по 9,67 %, а також степанти-петрофіти, культуранти та пратанти-степанти (по 3,22 %). За адаптацією рослин до світла переважають сціогеліофіти (60,61 %), а також геліофіти (36,36 %) і геліосціофіти присутні також (3,03 %). За адаптацією рослин до живлення переважають мезотрофи (69,68 %), мегатрофи (12,11 %), олігомезотрофи (9,09 %), а також частка мезомегатрофів, олігомезотрофів, алькотрофів та мегатрофів (по 3,03 %). За водним режимом переважають мезоксерофіти (54,54 %), є частка ксеромезофітів (18,18 %), і також мезофітів (15,11 %) і частка ксерофітів (9,09 %), гігромезофіти (3,04 %).

Екоморфічний та екологічний спектр деревно-чагарникових угруповань ділянок водозахисного призначення, узбережжя р.Саксагань, шахтоуправління «Артем-1», що знаходяться в м. Кривому Розі. В залежності від адаптацій до біогеоценозу в цілому, на ділянках виділяються такі основні типи ценоморф: переважають сільванти (78,26 %), з яких сільванти-культуранти і сільванти-степанти складають по 4,34 %, також рудеранти-степанти кількість яких становить 8,96 %, присутні степанти-культуранти та степанти-петрофіти які становлять по 4,34 %, культуранти становлять 4,52 %. За адаптацією рослин до світла переважають сціогеліофіти (60,86 %), іншу частину видів складають геліофіти (34,78 %), геліосціофіти присутні також (4,34 %). За адаптацією рослин до живлення переважають мезотрофи (65,21 %), мегатрофи (21,73 %), олігомезотрофи (8,69 %), а також частка алькотрофів та мегатрофів (по 4,34 %). За водним режимом в деревно-чагарникових угрупованнях переважають мезоксерофіти (52,17 %), є частка ксеромезофітів (26,08 %), і також частка мезофітів і ксерофітів (по 8,69 %), присутні види гігромезофіти (4,34 %).

Екоморфічний та екологічний спектр деревно-чагарникових угруповань ділянок шумозахисного і пилозахисного призначення уздовж Дніпропетровського шосе, м. Кривого Рогу характеризується наступним чином. В залежності від адаптацій до біогеоценозу в цілому, на ділянках виділяються такі основні типи ценоморф: переважають сільванти (75,04 %), з яких сільванти-культуранти і сільванти-степанти складають по 6,25 %, також присутні степанти-сільванти та рудеранти-степанти кількість яких становить по 6,25 %. За адаптацією рослин до світла переважають сціогеліофіти (64,71 %), та геліофіти (35,29 %). За адаптацією рослин до живлення переважають мезотрофи (70,58 %), меншу частку складають мегатрофи та олігомегатрофи (по 11,76 %), а також частка алькотрофів та мегатрофів (по 5,88 %). За водним режимом в деревно-чагарникових угрупованнях переважають мезоксерофіти (47,05 %), є частка ксеромезофітів та мезофітів (23,52 %), і також частка ксерофітів (5,88 %).

Екоморфічний та екологічний спектр деревно-чагарникових угруповань ділянок шумозахисного і пилозахисного призначення санітарно-захисної зони «Кільце Соборності» характеризується наступними показниками. На ділянках виділяються такі основні типи ценоморф: переважають сільванти (76,92 %) з яких сільванти-культуранти складають 7,69 %, також присутні степанти-сільванти (15,38 %) та рудеранти-степанти (7,65 %). За адаптацією рослин до світла переважають сціогеліофіти (73,33 %), та геліофіти (26,66 %). За адаптацією рослин до живлення переважають мезотрофи (66,68 %), меншу частку складають мегатрофи (20,04 %), а також є частка олігомегатрофів, алькотрофів та мегатрофів (по 6,66 %). За водним режимом переважають мезоксерофіти (46,66 %), є частка ксеромезофітів та мезофітів (по 26,66 %).

Екоморфічний та екологічний спектр деревно-чагарникових угруповань ділянок шумозахисного і пилозахисного призначення санітарно-захисної зони «АрселорМіттал Кривий Ріг» відзначається наступними показниками. На ділянках виділяються такі основні типи ценоморф: переважають сільванти (88,87 %) з яких сільванти-культуранти складають 11,13 %, також присутні рудеранти-сільванти (11,11 %). За адаптацією рослин до світла переважають сціогеліофіти (60,03 %), та геліофіти (39,98 %). За адаптацією рослин до живлення переважають мезотрофи (80,08 %), меншу частку складають мегатрофи (09,02 %), а також є частка олігомегатрофів-алькотрофів (10,01 %). За водним режимом переважають мезоксерофіти та ксеромезофіти (по 40,03 %), є частка мезофітів (19,07 %).

4.4. Географічна та ареалогічна структура деревної рослинності території дослідження

Ідентифікацію ареалогічної структури видів, що визначені на території дослідження здійснено за допомогою визначників і довідників місцевої флори [140, 169, 171]. За ареалогічною структурою дендрофлора визначених ділянок містить 17 географічних елементів (Таблиця 4.4.1).

Найрізноманітніше представлені види рослини групи перехідних ареалів (38,02 %), наступна група видів за походженням пов'язана з територіями Центральноєвразійського регіону (15,49 %). Цій групі трохи поступаються види групи Середньоєвропейського типу (14,08 %). Менш значну частку складають групи видів деревних і чагарникових рослин середньоєвропейсько-центральноазіатського походження, які займають 9,85 %, палеарктичного походження - 8,45 % та середньоєвропейсько-палеарктичного походження - 7,04 %. Зовсім незначну частку складають види рослин середньоєвропейсько-малоазійського, середньоєвропейсько-середземноморського походження (по 5,69 %), Середземноморського, Центральноазійського, Східноазійського, середньоєвропейсько-середземноморсько-малоазійського, середньоєвропейсько-середземноморсько-центральноазійського походження (по 4,22 %). Поодинокими видами представлені ареали Голарктичного (2,81 %), Причорноморського, Середземноморсько-центральноєвразійського (по 1,41 %) походження.

Північна Америка є переважним ареалом природного походження більшості адвентивної флори на території дослідження в природних умовах та інтродукованих рослин на території арборетумів. Їх відсоток складає 7,04 %. Це відбувається саме за рахунок таких видів як *Acer saccharinum* L., який має вагомий внесок у насадженнях, а також *Robinia pseudoacacia* L., *Acer negundo* L. та деяких інших рослин. Батьківщиною *Morus nigra* L., є Китай. Азія є природним ареалом розповсюдження *Prúnus armeniáca* L. та *Juglans regia* L.

Батьківщина найбільш поширених деревних порід, що зростають на території всіх дослідних ділянок: *Acer negundo* L. – Північноамериканське походження, *Acer platanoides* L., *Quercus robur* L. – Середньоєвропейське походження, *Rosa canina* L. – Центральноєвразійське походження. Інші види мають походження з перехідних ареалів: *Acer tataricum* L., *Ligustrum vulgare* L. - Середньоєвропейсько-малоазіатське походження, *Crataegus*

monogyna Jacq., *Sambucus nigra* L. - Середньоєвропейсько-середземноморське походження, *Fraxinus excelsior* L., *Rhamnus cathartica* L. - Середньоєвропейсько-середземноморсько-центральноазійське походження, *Cotinus coggygia* Scop., *Morus nigra* L. - Середньоєвропейсько-центральноазійське походження, *Ulmus laevis* Pall., *Ulmus minor* Mill. - Середньоєвропейсько-середземноморсько-малоазійське походження.

Таблиця 4.4.1. Ареал походження видового складу та екоморфічні характеристики видового складу деревних насаджень спеціального призначення

№ з/п	Ареал походження	Види рослин %	Групи екоморф			
			Геліо-морфи	Трофо-морфи	Гігро-Морфи	Цено-морфи
1.	Голарктичний	2,81	He	MsTr	MsXe	Sil
2.	Палеарктичний	8,45	ScHe, He	MsTr	XeMs, MsXe, Ms	Sil, Cu-Sil, Cu
3.	Середньоєвропейський	14,08	ScHe, He, HeSc	MsTr, OgTr	MsXe, Xe, XeMs, Ms	Sil, Si-ICu, St-Sil
4.	Середземноморський	4,22	ScHe	MsTr	XeMs	Sil, Cu
5.	Центральноєвроазійський	15,49	He, ScHe	MsTr, OgTr	MsXe, XeMs, Ms, Xe	Sil, Sil-St, St-Pt, Hel-Sil, Ps, Ru-Sil, Pr-Sil, Hal-Ps
6.	Центральноазійський	4,22	He, HeSc	MsTr	Ms	Cu, Sil
7.	Східноазійський	4,22	ScHe	MsTr, OgMTr	XeMs, Ms	Cu, Sil
8.	Причорноморський	1,41	He	MsTr	MsXe	St-Sil
9.	Група рослин перехідних ареалів	38,02				
9.1.	середземноморсько-центральноєвроазійський	1,41	He	OgMsTr	Ms	Sil
9.2.	середньоєвропейсько-малоазійський	5,63	He, ScHe	OgTr, MsTr	Ms, Xe	Sil, Si-ICu, Pt-Sil
9.3.	середньоєвропейсько-палеарктичний	7,04	ScHe	MsMTr, OgMsTr	MsXe, HgMs	Sil, St-Sil
9.4.	середньоєвропейсько-середземноморський	5,63	ScHe	MsTr, MsMTr	MsXe	Sil, St-Sil
9.5.	середньоєвропейсько-середземноморсько-малоазійський	4,22	ScHe	MsTrCaF	XeMs	Sil
9.6.	середньоєвропейсько-середземноморсько-центральноазійський	4,22	ScHe	MsTr, AlTr, MTr	MsXe	Sil, St-Sil
9.7.	середньоєвропейсько	9,85	ScHe, He	MsTr,	Ms, MsXe,	Sil, Si-ICu

	-центральнаазійський			OgMsTr, OgMTTr AlTr	HgMs	
10.	Адвентивний	7,04	He, ScHe	MsTr	MsXe, XeMs, Xe	Ru- Sil, Sil, Cu, Sil

Примітки: Геліоморфи: He (Heliophiton) – геліофіти; Sc (Sciophiton) – сціофіти; HeSc і ScHe – види, частково вимогливі до світла. Трофоморфи: OgTr (Oligotroph) – оліготрофи; MsTr (Mesotroph) – мезотрофи; MTr (Megatroph) – мегатрофи; OgMTTr (Oligomegatroph) – олігомегатрофи; OgMsTr (Oligomesotroph) – олігомезотрофи; MsMTTr (Mesomegatroph) – мезомегатрофи; MsTrCaF (Mesotroph calceophile) – мезотрофи кальцефіли; AlTr (Algotroph) – альготрофи. Гіроморфи: Ms (Mesophiton) – мезофіти; Xe (Xerophiton) – ксерофіти; XeMs (Xeromesophiton) – ксеромезофіти; MsXe (Mesoxerophiton) – мезоксерофіти; HgMs (Hygromesophiton) – гіромезофіти. Ценоморфи: Sil (Silvaticus) – сільвант (лісовий); Cu (Cultus) – культурант (вид, який культивується); St (Stepposus) – степант (степовий); St-Sil (Stepposus-Silvaticus) – степант-сільвант; St-Pt (Stepposus-Petrophyton) – степанти-петрофіти; Hel-Sil (Helophyton-Silvaticus) – гелофіти-сільванти; Ps (Psammophyton) – псамофант (вид піщаних ґрунтів); Ru (Ruderatus) – рудерант (бур'янистий); Ru-Sil (Ruderatus-Silvaticus) – рудерант-сільвант; Pr (Pratensis) – пратант (лучний); Pr-Sil (Pratensis-Silvaticus) – рудерант-сільвант; Hal-Ps (Halophyton-Psammophyton) – галофіт-псамофант (вид піщаних ґрунтів).

Висновки до дрозділу 4.

1. Загальна біоморфічна характеристика деревно-чагарникові угруповань території дослідження характеризується наступним чином. За загальним габітусом та тривалістю життєвого циклу суто деревні види складають 55,07 %, кущові види – 36,23 %, чагарниково-деревних види складають 5,79. За системою біологічних типів Раункієра види фанерофіти складають 66,67 %, низькі дерева, високі кущі – 21,73 %, хамефіти – 8,69 %, гемікриптофіти – 2,89 %. За типом кореневої системи присутні стрижнекореневі види – 98,55 %, інші види складають 1,44 %. За структурою пагонових надземних та підземних органів присутні види рослин без утворень у більшості – 91,31 %, довгокореневищні види – 4,34 %, каудексові – 2,89 %, повзучі – 1,44 %. За темпами вегетативного розмноження переважають вегетативнонерухливі види - 73,91 %, вегетативнорухливі види - 20,28 %, вегетативномалорухливі – 5,79 %. За типом запилення видовий склад деревної рослинності включає в себе 18,84 % анемофільних видів, та 79,73 % ентомофілів, Ентомофілів з автогамією – 1,44 %. За типом розселення діаспор більшість видів є анемохорами (39,71 %), а також ендозоохорами (33,82 %), види балісти складають 13,23 %, синзоохори та автохори – по 5,88 %, барохори – 1,47 %.

2. Загальна екоморфічна характеристика деревно-чагарникових угруповань території дослідження характеризується наступним чином. Переважають сільванти (63,07 %) з яких сільванти-культуранти складають 6,15 %, сільванти-степанти – 3,07 %, також присутні культуранти - 10,76 %, степанти-сільванти – 6,15 %, степанти-петрофіти – 1,53 %, рудеранти – 4,61 %, а також види псамофіти, пратанти-сільванти, галофіти-псамофіти – по 1,53 %. За адаптацією рослин до світла переважають сціогеліофіти - 59,42 %, геліофіти - 36,23 %, геліосціофіти – 4,34 %. За адаптацією рослин до живлення переважають мезотрофи 63,76 %, а також мезотрофи-кальцієфіли – 1,44 %, значно меншу частку складають мегатрофи - 11,59 %, оліготрофи та олігомезотрофи – по 7,24 %, олігомегатрофи – 4,34 %, мезомегатрофи – 2,89 %, альготрофи і мегатрофи – по 1,44 %. За водним режимом переважають мезоксерофіти – 39,13 %, трохи менша частка ксеромезофітів – 26,08 % та мезофітів – 24,63 %, є також частка ксерофітів - 5,79 %, гігромезофітів – 2,89 %, гігрофітів – 1,44 %.

3. За ареалогічною структурою деревної рослинності території дослідження значну перевагу має група рослин перехідних ареалів – 38,02 %, Центральноевразійських ареалів – 15,49 %, Середньоевропейських ареалів - 14,08 %. Адвентивних видів - 7,04 %. Види інших ареалів складають досить незначні частки – від 8,45 % до 1,41 %.

РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ ЖИТТЄВОГО СТАНУ ТА ДЕНДРОМЕТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОМІНУЮЧИХ ПОРІД ДЕРЕВНИХ УГРУПУВАНЬ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ КРИВОРІЗЬКОГО РАЙОНУ

У Криворізькому районі деревні угруповання штучного походження та природного самозаростання характеризуються відмінностями у своїй структурній та функціональній організації. Слід також зазначити, що ці деревні та чагарникові угруповання розташовані в районах з контрастним екологічним станом довкілля.

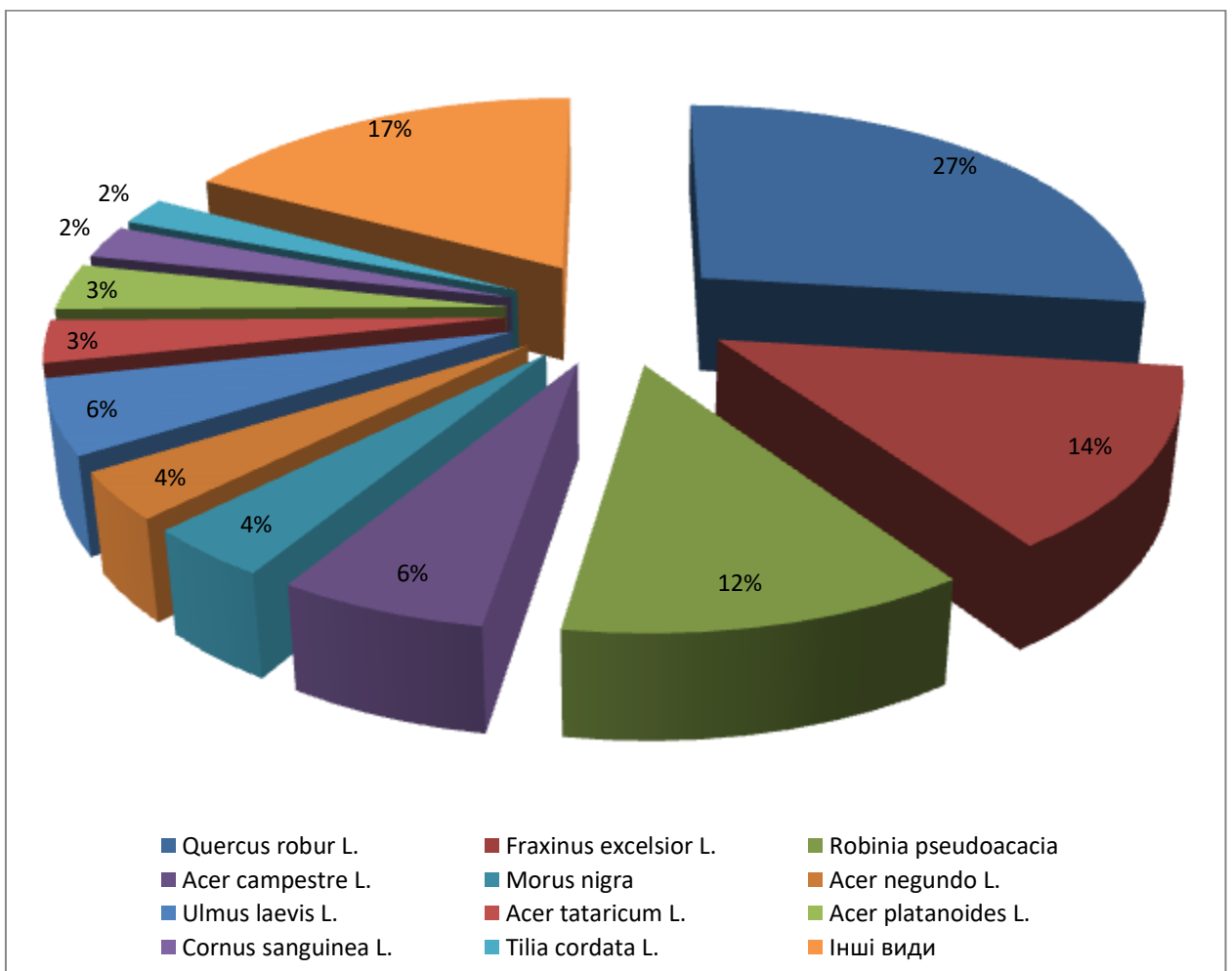


Рис. 5.1. Загальні показники спектра домінуючих видів деревних угруповань спеціального призначення на території дослідження

5.1. Структурна організація та біометрична характеристика домінуючих порід деревної рослинності території дослідження

Стан деревно-чагарникових угруповань території дослідження Центральної частини Криворіжжя в різних екологічних умовах характеризується стійкістю домінуючих порід, різним ступенем реакції на техногенне навантаження, що виражається показниками біомаси, кількості деревини, висоти деревини та рівнем пошкодження листя, гілок, крони.

Визначення структури угруповань ключових ділянок деревно-чагарникової рослинності спеціального призначення ландшафтного заказника «Гурівський ліс». Деревні насадження лісового масиву представлені різними екологічними структурами і типами деревостанів – освітленими з домінуванням гледічії триколючкової (*Gleditsia triacanthos* L.), напівосвітленими – з домінуванням *Robinia pseudoacacia* L., та *Fraxinus excelsior* L., напівосвітленими – змішаних посадок з домінуванням *Quercus* L. та *Fraxinus excelsior* L., тіньового – з домінуванням *Quercus* L. та родини *Ulmaceae* Mirb. Вказані типи угруповань виступають в різних варіаціях в залежності від наявності або відсутності чагарникового підліску, ступеня освітленості і положення у рельєфі, вікового стану насінневого або паросткового походження. Угруповання деревної рослинності дослідних ділянок мали штучне та природне походження із ознаками самозаростання з домінуванням *Quercus robur* L. (35,01 % за кількістю стовбурів на ділянках), із субдомінантом *Ulmus laevis* L. (30,04 %), *Fraxinus excelsior* L. (17,5 %), у II та III ярусах *Acer negundo* L. (10,03 %), *Acer tataricum* L. (7,5 %). Іншими угрупованнями ключових ділянок є *Acer campestre* L. (43,75 %), із субдомінантами *Quercus robur* L. (18,35 %), та II ярусом *Fraxinus excelsior* L. (18,75 %). А також угруповання *Acer campestre* L. (50,91 %), із субдомінантами *Quercus robur* L. (36,36 %), і III ярусом *Robinia pseudoacacia* L. (9,08 %), *Acer platanoides* L. (3,63 %), підлісок *Acer tataricum* L. (4,22 %). Орієнтовний вік насаджень – від 175 р., до 90 років (на ділянках із залишками природної байрачної рослинності) та є молодші висадки, віком до 70 років.

Домінантні дерева основних угруповань (*Quercus robur* L. + *Ulmus laevis* L. та *Quercus robur* L. + *Fraxinus excelsior* L.) на дослідницьких ділянках мають здорове листя, гілки та крону, листя *Quercus robur* L. ослаблене через пошкодження зоошкідниками та вигоранням особливо в аномально жаркий період літа (2023 р.). Угруповання з домінуванням *Acer campestre* L. мають ослаблений загальний стан крони та листя, але гілки, за винятком представників виду *Acer negundo* L. мають здоровий стан. Насадження стиглі та мають напівтіньову тв. тіньову структуру крони. В насадженнях сформовані I –II –III яруси, кущовий і рослинний покрив. Територію Гурівського лісового масиву із оптимальною адаптацією видів деревних рослин до природних регіональних кліматичних умов можна об'єктивно вважати як умовно контрольною ділянкою.

Визначення структури угруповань ключових ділянок деревно-чагарникової рослинності спеціалізованого водозахисного призначення заплави р. Бокова (с.Софіївка). Угруповання деревної рослинності дослідницьких ділянок також має штучне та природне походження. Сформовані з домінуванням *Quercus robur* L. (40,01 % за кількістю на ділянках) і субдомінуванням *Ulmus laevis* Pall. (23,31 %), *Acer negundo* L. (23,32 %), *Acer campestre* L. (3,31 %). Іншими деревними породами в угрупованнях ключових ділянок є *Fraxinus excelsior* L. (32,43 %), із субдомінуванням *Ulmus laevis* L. (27,02 %), *Quercus robur* L. (24,32 %), *Acer campestre* L. (10,08 %), *Acer tataricum* L. (5,41 %). Ділянка з частковим домінуванням *Fraxinus excelsior* L. (29,78 %), та *Ulmus laevis* L. (27,66 %), і субдомінантами III ярусу *Acer platanoides* L. (2,12 %), а також підліском *Acer tataricum* L. (2,27 %). Орієнтовний вік насаджень ділянок складає від 120 р. (більш старі насадження із ознаками природного походження) до відносно молодих ділянок із самозаростанням, та ділянками із штучним походженням з віком 80-70 років. Деревна рослинність має ослаблений стан гілок, листя та крони. Насадження стиглі та старі, мають різну світлову характеристику від напівосвітленої, напівтіньової до тіньової структури. Мається потужний I-II

ярус. Натомість III ярус та кущова рослинність виокремленні слабо, але трав'яний ярус також присутній.

Визначення структури угруповань ключових ділянок деревно-чагарникової рослинності спеціалізованого вітро-грунтозахисного призначення с. Тарасівка. Ділянки цієї території відзначаються домінуванням *Quercus robur* L. (12,23 % за кількістю на ділянках), із субдомінуванням *Acer negundo* L. (14,09 %), *Robinia pseudoacacia* L. (13,51 %), *Populus tremula* L. (9,84 %), *Sambucus nigra* L. (2,39 %), *Rosa canina* L. (1,32 %). Також на ділянках присутні наступні домінуючі угруповання: *Robinia pseudoacacia* L. (40,38 %), субдомінують *Fraxinus excelsior* L. (27,16 %), *Acer negundo* L. (13,46), *Acer tataricum* L. (4,72 %), *Ulmus laevis* Pall. (10,63 %), *Rosa cinnamomea* L. (1,33 %), *Rhamnus cathartica* L. (1,32 %) та інші. Угруповання *Ulmus laevis* Pall. (31,46 %), *Populus tremula* L. (32,09 %) із субдомінуючими породами *Robinia pseudoacacia* L. (23,45 %), *Fraxinus excelsior* L. (10,11 %), *Acer negundo* L. (25,27 %), *Acer platanoides* L. (1,04 %), Орієнтовний вік насадження складає від 90 до 60 років. Деревна рослинність має здоровий (*Quercus robur* L. + *Robinia pseudoacacia* L. + *Acer negundo* L.) та ослаблений (*Fraxinus excelsior* L. + *Populus tremula* L. та *Ulmus laevis* Pall. + *Acer platanoides* L.) стан гілок та листя. Але в цілому, стан крони для угруповань, можна охарактеризувати як відносно здоровий. Насадження стиглі, мають різну світлову характеристику від напівосвітленої, напівтіньової до тіньової структури. Мається потужний I-II ярус, відносно потужний III ярус та кущова рослинність в зоні підліску, трав'яний ярус також присутній але не відрізняється багатством видів.

Визначення структури угруповань ключових ділянок деревно-чагарникової рослинності території Дендрологічного парку «Веселі Терни» демонструє наступне. Дослідні ділянки сформовані угрупованнями деревної рослинності з домінуванням *Fraxinus excelsior* L. (від 75,01 % до 40 % за кількістю на ділянках), *Ulmus laevis* Pall. (від 15,38 % до 10,01 %), *Quercus robur* L. (3,39 %), *Acer campestre* L. (від 16,67 % до 13,63 %), *Acer negundo* L.

(від 66,67 % до 9,09 %). Субдомінують *Acer platanoides* L. (2,81 %), *Acer tataricum* L. (2,98 %), *Ulmus laevis* Pall. (4,44 %), *Salix babylonica* L. (2,23 %), *Populus alba* L. (2,22 %), *Morus nigra* L. (2,22 %), *Ligustrum vulgare* L. (1,02 %), *Ulmus glabra* Huds. (0,2%). Орієнтовний вік насадження складає від 145 до 90 років. Деревна рослинність має загальний стан угруповань як здоровий, за виключенням угруповань *Fraxinus excelsior* L. та *Populus alba* L. чи стан оцінюється як ослаблений. В угрупованнях ділянок із самозаростанням *Fraxinus excelsior* L., *Ulmus laevis* Pall. стан гілок та листя оцінюється як ослаблений, з ознаками пошкодження (як наслідок аномальної спеки 2023 р. та зоонозними спалахами шкідників). Відносний вік насаджень - стиглі та старі, мають характеристику сформованості крони від напівтіньової до тіньової структури. Мається потужний I-II ярус, ярус III та кущова рослинність відрізняється різним рівнем сформованості, але трав'яний ярус присутній і досить різноманітний.

Визначення структури угруповань ключових ділянок деревно-чагарникової рослинності Дендрологічного парку «Довгицевський» показують наступні результати. Угруповання сформовані з домінуванням *Quercus robur* L. (36,15 % за кількістю на ділянках), *Quercus rubra* L. (5,76 %), *Tilia cordata* L. (40,38 %), *Pinus sylvestris* L. (4,07 %). Субдомінують *Acer pseudoplatanus* L. (22,72 %), *Acer negundo* L. (6,97 %), *Acer tataricum* L. (10,36 %), *Ulmus laevis* Pall. (12,82 %), *Robinia pseudoacacia* L. (14,28 %), також присутні залишки колекційних насаджень *Malus* sp., *Prunus* sp., *Juglans* sp., *Morus nigra* L., *Pyrus* sp., та інш. Орієнтовний вік утворення насадження складає від 90 до 70 років. Деревна рослинність арборетуму має різний загальний стан домінуючих порід, який визначається від здорового та ослабленого (в угрупованнях з домінуванням *Quercus robur* L., *Pinus sylvestris* L.) до ослабленого і сильно ослабленого (в угрупованнях з домінуванням (*Quercus rubra* L., *Tilia cordata* L.)). Стан гілок, листя та крони в таких угрупованнях коливається від відносно здорового і ослабленого (*Tilia cordata* L.) до сильно ослабленого (*Quercus rubra* L.). В угрупованнях з

домінуванням *Betula pendula* L. та *Pyrus pyraeaster* L. стан визначається як відмираючий та мертвий. Відносний вік насаджень: є молоді та стиглі, мають різну світлову характеристику від напівосвітленої, напівтіньової до тіньової структури. Мається потужний I-II ярус. Натомість III ярус та кущова рослинність виокремлені дуже сильно, трав'яний ярус присутній і відрізняється відносною різноманітністю.

Визначення структури угруповань ключових ділянок деревно-чагарникової рослинності Карачунівського водосховища. Угруповання знаходяться по різних рівнях водозахисних валів і гідрологічних водовідводних каналів для зменшення рівня затоплення. Домінуючі угруповання дослідних ділянок складають *Quercus robur* L. (21,36 % за кількістю на ділянках), та субдомінуванням *Fraxinus excelsior* L. (12,87 %), *Robinia pseudoacacia* L. (15,21 %), *Juglans regia* L. (6,31 %), *Acer tataricum* L. (3,28 %). Інша група ділянок з домінуванням *Robinia pseudoacacia* L. (40,82 %), і субдомінантами *Fraxinus excelsior* L. (25,39 %), *Morus nigra* L. (9,52 %), *Acer negundo* L. (4,76 %). Орієнтовний вік насадження складає від 100 до 80 років. Деревна рослинність має в більшості угруповань здоровий та ослаблений стан як гілок, крони так і вцілому деревини, листя також відзначається здоровим станом але є ослаблені випадки (ділянка №5 *Quercus robur* L., *Morus nigra* L., *Acer negundo* L.). Насадження стиглі та старі, мають різну світлову характеристику від напівосвітленої, напівтіньової до тіньової структури. Мається потужний I-II-III ярус. Трав'яний ярус також присутній. Багато гілок та дерев постраждало внаслідок підриву дамби 2023 р. та оледеніння в січні 2024 року.

Визначення структури угруповань ключових ділянок деревно-чагарникової рослинності водозахисних насаджень шахтоуправління «Артем-1». Насадження виключно штучного походження і з ознаками самозаростання. Сформовані з домінуванням *Quercus robur* L. (78,63 % за кількістю на ділянках), та субдомінуванням *Fraxinus excelsior* L. (9,47 %), *Robinia pseudoacacia* L. (12,58 %), Інша група ділянок з домінуванням

Fraxinus excelsior L. (81,21 %), субдомінантами *Acer tataricum* L. (3,59 %), *Acer negundo* L. (11,82 %). Орієнтовний вік насадження складає від 90 до 60 років. Загальний стан крони домінуючих та субдомінуючих порід деревної рослинності має здоровий та ослаблений характер. Листя має здоровий стан. Гілки в більшості мають ослаблений та подекуди сильно ослаблений стан (*Quercus robur* L.). Насадження стиглі, мають напівосвітлену світлову структуру. Мається потужний I-II ярус. Натомість III ярус та кущова рослинність виокремлені слабо, але трав'яний ярус слабо виражений і присутній тільки на ділянці пологого узбережжя з монодомінуванням *Quercus robur* L..

Визначення структури угруповань ключових ділянок деревно-чагарникової рослинності пилозахисного та шумопоглинаючого призначення зеленого поясу уздовж Дніпропетровського шосе. Ділянки сформовані *Quercus robur* L. (67,79 % за кількістю на ділянках), та субдомінуванням *Acer platanoides* L. (32,21 %), *Fraxinus excelsior* L. (27,41 %), *Ulmus laevis* L. (17,23 %), *Acer negundo* L. (14,07 %), *Acer tataricum* L. (9,54 %). Орієнтовний вік насадження складає від 100 до 80 років. Дерев домінуючих та субдомінуючих видів рослинності має ослаблений та сильно ослаблений стан (*Quercus robur* L., *Acer platanoides* L.), але є і угруповання із здоровим загальним станом (*Fraxinus excelsior* L., *Ulmus laevis* L., *Acer negundo* L.). Стан крони та листя коливається від здорового до ослабленого, стан гілок характеризується як ослаблений та сильно ослаблений. Відносний вік насадження оцінюється як стиглі, мають різну світлову характеристику від напівосвітленої, напівтіньової до тіньової структури. Мається потужний I-II ярус. Натомість III ярус та кущова рослинність виокремлені слабо, але трав'яний ярус також присутній.

Визначення структури угруповань ключових ділянок деревно-чагарникової рослинності пилозахисного та шумопоглинаючого призначення зеленого поясу «Урочище Кільце Соборності». Ділянки сформовані *Quercus robur* L. (55,66 % за кількістю на ділянках), та

субдомінуванням *Robinia pseudoacacia* L. (19,81 %), *Cotinus coggygria* Scop. (28,23 %), *Sambucus nigra* L. (0,98 %), *Ligustrum vulgare* L. (1,96 %), *Ailanthus altissima* L. (8,72 %). Інша група ділянок з домінуванням *Fraxinus excelsior* L. (34,37 %), субдомінантами *Quercus robur* L. (15,62 %), *Robinia pseudoacacia* L. (31,25 %), *Cornus sanguinea* L. (39,21 %), *Acer negundo* L. (7,84 %), *Sambucus nigra* L. (3,12 %), *Morus nigra* L. (0,98 %), *Acer tataricum* L. (4,68 %). Орієнтовний вік насадження складає від 90 до 65 років. Деревна рослинність домінуючих та субдомінуючих порід має здоровий - ослаблений (*Fraxinus excelsior* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Acer negundo* L.) та ослаблений - сильноослаблений стан крони (*Quercus robur* L.) Стан гілок та крони визначається як ослаблений та сильно ослаблений, стан листя визначається як здоровий та ослаблений. Насадження стиглі. Крона основних деревних порід вже сформована і має напівосвітлену та тапівтіньову структуру. Мається потужний I-II ярус. Натомість III ярус та кущова рослинність виокремленні слабо, але трав'яний ярус також присутній

Визначення структури угруповань ключових ділянок деревно-чагарникової рослинності пилозахисного призначення ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Сформувалися насадження з домінуванням дуба звичайного *Fraxinus excelsior* L. (34,11 % за кількістю на ділянках), *Acer campestre* L. (37,64 %), субдомінуванням клена польового *Acer negundo* L. (16,47 %), *Robinia pseudoacacia* L. (12,94 %), *Ailanthus altissima* L. (11,25 %), *Populus nigra* L. (6,47 %), *Quercus robur* L. (2,58 %), *Rhamnus cathartica* L. (0,58 %), *Sambucus nigra* L. (1,17 %). Орієнтовний вік насаджень домінуючих та субдомінуючих порід – 90-70 років. Деревна домінуючих та субдомінуючих порід мають ослаблені та дуже ослаблені гілки та крону, листя характеризуються як здорові та ослаблені, Насадження стиглі та мають напівосвітлену та напівтіньову структуру крони. В насадженнях сформовані I –II яруси, кущовий і рослинний покрив. Територію пилозахисних санітарних деревних насаджень ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» із найбільш несприятливими екологічними умовами можна об'єктивно вважати

екстримальною із усіх ключових ділянок для стійкості домінуючих деревних порід.

Визначення показників біомаси. Показники біомаси деревостану суттєво переважають на території ділянок домінуючих деревних видів водозахисного призначення м.Кривий Ріг в зоні відносно несприятливих екологічних факторів і дорівнюють від $\min.= 556$ до $\max.= 2600$ шт./га (в середньому $1578 \pm 0,52$ шт./га). Такі показники можуть бути обумовлені як наслідок перебування деревних насаджень в стресових умовах, але з наявністю резервів для адаптації до помірних техногенних та антропогенних навантажень. Зміна чисельності деревостану на цих територіях відбувається дуже активно. Древа, які пошкоджені, постраждали від абіотичних зоогенних або антропотехногенних факторів або загинули через надмірні рівні стресових умов можуть швидко замінитися порослю активною в II та III ярусах. Кількість деревини та показників біомаси на території ділянок домінуючих деревних видів, що знаходяться в природних ґрунтово-кліматичних умовах в околицях Кривбасу та ділянках дендрологічних парків м.Кривий Ріг в урбанізованих зонах відносно незначного впливу об'єктів промисловості майже однакові. Показники чисельності стовбурної деревини не перевищують показників від $\min.= 228-250$ шт./га до $\max.= 1174-1240$ шт./га (в середньому $723 \pm 0,81$ шт./га), що може свідчити про адаптивне нівелювання домінуючими видами урбосередовища та стабільність територіальних алелопатичних впливів між домінуючими видами в середині угруповань. Показники біомаси деревостану на території ділянок домінуючих деревних видів пилозахисного та шумозахисного призначення в санітарній зеленій зоні між промисловими територіями та селитебними районами м. Кривий Ріг, що знаходяться під максимальним впливом несприятливих екологічних умов, відмічаються зменшенням кількості біомаси, порівняно з відносно несприятливими умовами домінуючих порід ділянок водозахисного призначення і дорівнюють від $\min.= 560$ до $\max.= 1630$

шт./га (всередньому $1095 \pm 0,27$ шт./га). Показники деревної біомаси лісових фітоценозів показані на Рис. 5.1.1.

Визначення діаметру деревостану (D, см). За показниками Рис. 5.1.2 найбільший діаметр стовбурів лісових насаджень відмічається на ділянках дендрологічних парків м. Кривий Ріг які знаходяться в урбанізованих зонах відносно незначного впливу промислових об'єктів. Він дорівнює 51 см, при тому, що вік таких насаджень складає від 120 до 50 років, а вікова структура складається із стиглих та старих дерев з напівосвітленою та напівтіньовою структурою крони. Показник діаметру стовбурів деревних угруповань домінуючих порід на території ландшафтного заказника «Гурівський ліс» із сприятливими екологічними умовами, яку можна вважати контрольною ділянкою, менший в 2,5 рази. Вік таких насаджень складає 160 років а деревостан складається із стиглої деревини з тіньовою структурою крони (Рис. 5.1.2). Деревні угруповання домінуючих деревних видів на території ділянок водозахисного призначення м. Кривий ріг в зоні відносно несприятливих екологічних факторів є меншими від максимальних показників в 2,2 рази і дорівнюють усереднено 23 см. Вік таких насаджень складає 80-40 років, вони включають в себе як молоді так і стиглі особини з усіма видами крони: освітленою, напівосвітленою, напівтіньовою, тіньовою. Показники діаметру стовбурів в несприятливих екологічних умовах на території ділянок домінуючих деревних видів пилозахисного та шумозахисного призначення в 1,7 рази нижче ніж максимальні показники угруповань деревних порід території дендрологічних парків і складають в середньому 29 см з віком насаджень від 80 до 50 років, де переважають стиглі і старі деревини з напівтіньовою структурою крони.

Визначення висоти деревини та загальна висота деревостану (H, м). Найвищі показники висоти деревостану домінуючих деревних угруповань спостерігаються на території ландшафтного заказника «Гурівський ліс», домінуючих угруповань р. Бокова (с. Софіївка), що віднесені до зони з зональними ґрунтово-кліматичними екологічними умовами, а також

дендропарку «Веселі Терни» та ділянок водозахисних насаджень ш. «Артем-1» і, ті що відносяться до зони з відносно сприятливими екологічними умовами. Максимальна висота на перелічених ділянках, де переважають у видовому складі *Quercus robur* L., та *Acer campestre* L., *Fraxinus excelsior* L., *Ulmus laevis* Pall., дорівнює 20-19 м. Ділянки з менш сприятливими екологічними умовами із переважанням в I ярусі таких порід, як *Quercus robur* L., *Robinia pseudoacacia* L. *Fraxinus excelsior* L., *Acer campestre* L. дорівнює 16 м. Натомість, на ділянці з найбільшим рівнем техногенного та побутового забруднення в урбанізованих умовах, деревні угруповання мають висоту 18 м хоча і представлені такими ж домінуючими породами переважно з *Fraxinus excelsior* L. *Acer campestre* L. *Quercus robur* L. (Рис.. 5.1.3)

Виходячи з вище визначених показників було розраховано значення запасу деревини в різних умовах перебування деревних угруповань. Найбільший запас деревини був встановлений на ділянках, що знаходяться в умовах поза міських територій, а саме на території ландшафтного заказника «Гурівський ліс» і становить $530 \pm 0,71$ м³/га. Трохи меншу кількість складає запас деревини на території ділянок домінуючих деревних видів дендропарків «Веселі Терни» та Довгицівського дендропарку м.Кривий Ріг, що розташовані в урбанізованих територіях м. Кривого Рогу, який зменшується в 1,1 раз і становить $460 \pm 0,63$ м³/га. На території ділянок домінуючих деревних видів Карачунівського водосховища та ш. «Артем-1» м. Кривого Рогу водозахисного та ґрунтозахисного призначення встановлені найменші показники запасу деревини в лісових фітоценозах, які дорівнюють $265 \pm 0,56$ м³/га, що в 2 рази менше за максимальні показники домінантів попередніх ділянок. Встановлений запас деревини домінантних порід ділянок АКР «Металстіл Кривий Ріг» та «Кільце Соборності» територій в межах санітарно-захисного поясу озеленення, що дорівнює $370 \pm 0,35$ м³/га, і менший від показників умовно контрольної ділянки на 1,4 рази (Рис. 5.1.4).

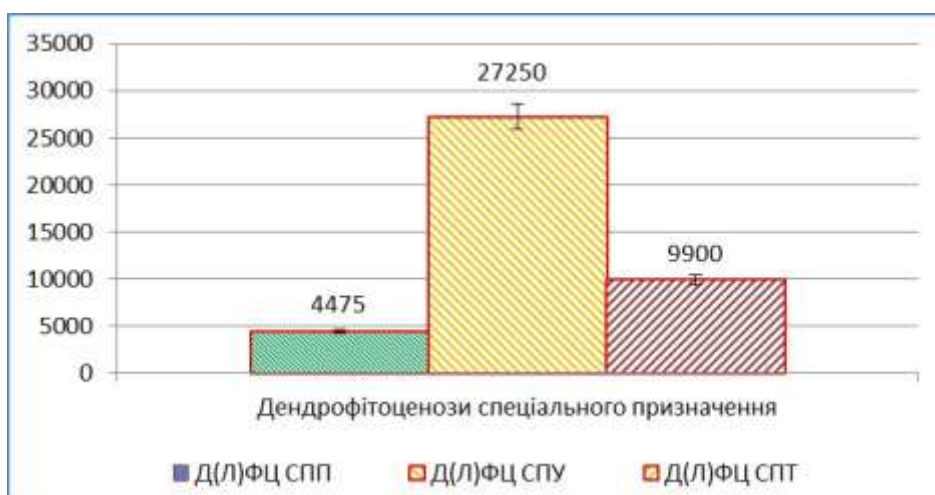


Рис. 5.1.1. Усередненні показники біомаси деревостану домінантних видів території дослідження в залежності від екологічного навантаження (шт./га)

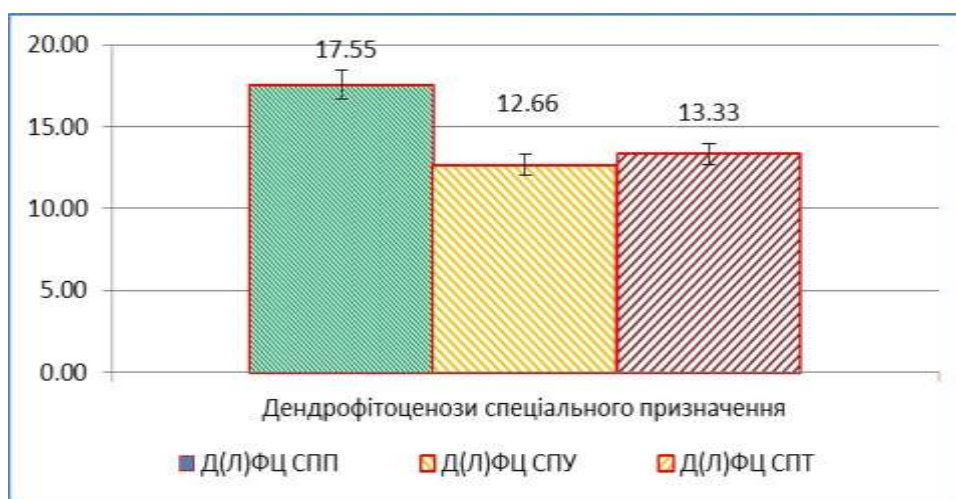


Рис. 5.1.2. Усередненні показники діаметру стовбурів деревних порід домінантних видів дослідних ділянок на території дослідження в залежності від екологічного навантаження (см)

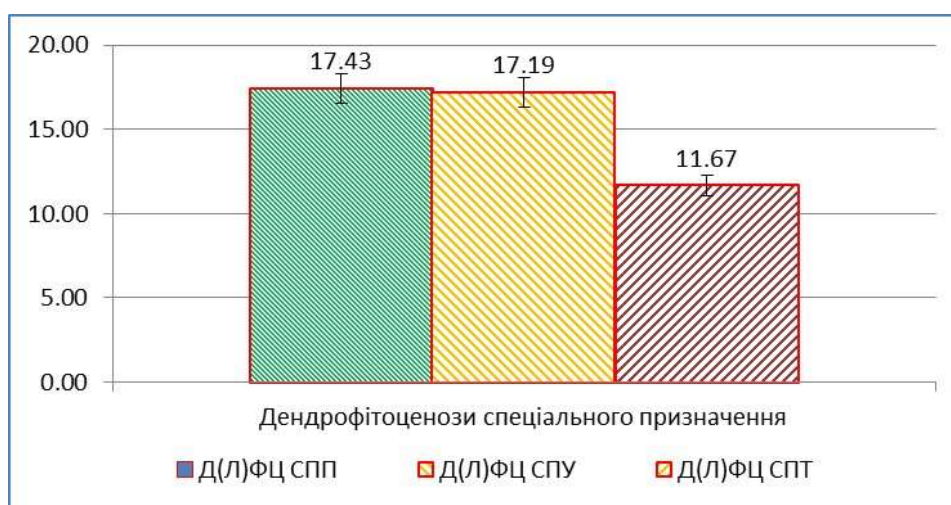


Рис. 5.1.3. Висота стовбура деревних порід домінантних видів дослідних ділянок на території дослідження в залежності від екологічного навантаження (м)

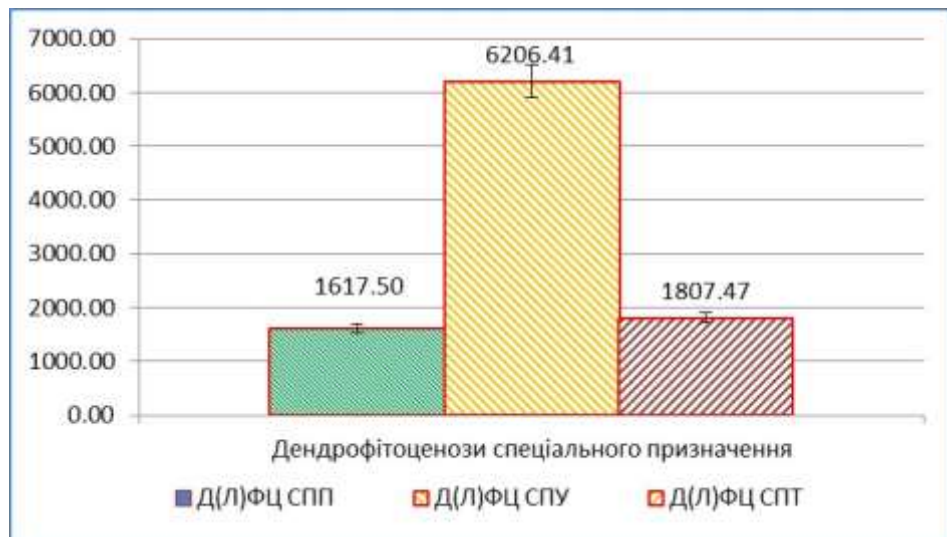


Рис. 5.1.4. Значення запасу деревни у порід домінантних видів деревної рослинності дослідних ділянок на території дослідження в залежності від екологічного навантаження (м³/га)

5.2. Загальна характеристика біометричних показників домінуючих порід ключових ділянок деревної і чагарникової рослинності спеціалізованого призначення центральної частини Криворіжжя

За класичним підходом аналізу видового складу домінуючих порід дендрофітоценози спеціального призначення (надалі ДФЦ СП) характеризуються наступним чином. На ділянках, що знаходяться в природніх зонально-кліматичних умовах, більшість деревних видів природних насаджень відносяться до сціогеліофітів (62,54 %), мезоксерофітів (42,51 %), мезотрофів (60,01 %), в середньому 30 видів із 51 представлених, з них суто мезотрофи складають 57,51 %, а 2,54 % становлять мезотрофи-кальцефіли, тому екоморфічний і особливо трофоморфічний спектр достатньо різноманітний. В межах урбанізованих територій на ділянках дендропарків та водозахисних насаджень м. Кривого рогу встановлене домінування сціогеліофітів (58,18 %), мезоксерофітів (40,04%), мезотрофів – (69,09 %), в середньому 52 видів із 76 представлених. З яких суто мезотрофи складають 67,27 %, а мезотрофи-кальцефіли 1,81 %. У межах урбанізованої території

м. Кривого Рогу на ділянках водозахисного та ґрунтозахисного призначення трофоморфічний спектр за видовим різноманіттям характеризувався домінуванням видів сціогеліофітів (60,64 %), мезоксерофітів (54,58 %), мезотрофів, які складають 69,23 %, і включають 27 видів в середньому із 39 представлених. З них суто мезотрофи складають 67,30 %, а 1,92 % становлять мезотрофи-калцефіли. В межах санітарно-захисного поясу озеленення на ділянках з деревними насадженнями шумозахисного та пилозахисного призначення встановлені такі значення: сціогеліофіти (66,23 %), мезоксерофіти (50,07 %), мезотрофи – (72,22 %), 16 видів в середньому із 23 представлених. Мезотрофи-калцефіли відсутні. В деревних угруповання видове багатство, екоморфічний і особливо трофоморфічний спектр найбільш одноманітні.

Застосування підходів з використанням аналізу показників домінуючих порід ключових ділянок за густиною насаджень, за показниками запасів стовбурної деревини, показниками сум площ поперечних перерізів було виявило збільшення домінування мегатрофів та олігомезотрофів (разом від 75,05 до 76,08 %). Особливості цього спектру домінуючих порід ключових ділянок в межах санітарно-захисного поясу озеленення на ділянках з деревними насадженнями шумозахисного та пилозахисного призначення аналогічні тим, що були виявлені серед домінуючих порід ключових ділянок в урбанізованих територіях у межах дослідних ділянок дендропарків та водозахисних насаджень в межах м. Кривого Рогу. За всіма методами розрахунків домінують мегатрофи та олігомезотрофи, також виявлено збільшення контрастності домінування від 91,04 % (за класичним методом) до 92,01 % (за інноваційним методом).

В посушливих умовах Криворіжжя відношення деревних видів рослин до рівня зволоження є найбільш важливим показником, що визначає майбутній стан цих природних та штучних насаджень [91, 91, 93, 95, 255, 256]. Тому проведення аналізу гігроморффічного спектру цих видів рослин в домінуючих деревних породах ключових ділянок території дослідження є

вкрай доцільним. На ділянках, що знаходяться в умовах поза міських територій, в гігроморфічному спектрі переважають мезофіти та мезогігрофіти. За класичним підходом на основі видового аналізу, питома вага мезофітів становила 67,04 %, мезогігрофітів – 33,06 %. Розрахунки за підходом за допомогою лісотаксаційних показників виявили збільшення питомої ваги мезофітів від 94,01 до 95,08 %, та одночасне зменшення питомої ваги мезогігрофітів від 4,05 до 5,01 %. На ділянках, що розташовані в урбанізованих територіях у межах дослідних ділянок дендропарків та водозахисних насаджень в межах м. Кривого Рогу, на території дендропарку «Веселі Терни» та ділянок заплави р. Саксагань шахтоуправління «Артем-1» урочища «Дубки» також виявлено домінування мезофітів та мезогігрофітів. Одночасно з'ясовані певні відмінності в рангах цих домінантів. Так, використання методу видового аналізу довело переважання мезофітів (37,59 %) та мезогігрофітів (35,41 %). В той час, як застосування методів з використанням лісотаксаційних показників виявило зменшення питомої ваги мезофітів (від 32,52 % до 33,88 %), та одночасне збільшення мезогігрофітів (від 40,73 % до 42,24 %). На ділянках арборетуму «Довгинцівський» та ділянок узбережжя Карачунівського водосховища переважають мезофіти та ксеромезофіти, що підтверджується всіма методами розрахунків. Проте змінюється контрастність домінування. Так, питома вага мезофітів зменшується від 58,14 % (за видовим різноманіттям) до 83,72 або 84,21 % (за лісотаксаційними показниками). Одночасно питома вага ксеромезофітів зменшується від 38,11 % (за видовим різноманіттям) до 12,55 % або 13,84 % (за лісотаксаційними показниками). На ключових ділянках в межах санітарно-захисного поясу озеленення на ділянках з деревними насадженнями шумозахисного та пилозахисного призначення за підходом аналізу видів виявлено домінування мезофітів (62,57 %) та ксеромезофітів (22,44 %). Використання підходів лісотаксаційних показників показало наявність зменшення питомої ваги ксеромезофітів до 12,46 %, та наявність

збільшення кількості мезогігрофітів від 20, 75 % до 21,86 %. У зв'язку з цим виявлено зміну домінантів у гігроморфічному спектрі.

Значна кількість сонячної радіації на Криворіжжі зумовлює важливість адаптації деревних видів рослин до цього екологічного фактору [9, 116, 179, 180, 181, 182, 184, 249, 2025] та актуалізує аналіз їх геліоморфічного спектру. В межах ключових ділянок в умовах поза міських територій, застосування методу аналізу видового складу з'ясувало, що в спектрі рівномірно (по 33,33 %) представлені сціогеліофіти, геліосціофіти та геліофіти. Використання лісотаксаційних показників кількості екземплярів дерев виявило домінування геліосціофітів (44,07 %) та геліофітів (38,24 %). Це можна пояснити переважанням в вертикальній структурі природного лісу третього ярусу [19, 158, 162, 214, 236, 241. 242]. Розрахунки за показниками запасів стовбурної деревини та суми площ поперечних перерізів довели тотальне переважання геліофітів – від 89,07 % до 86,82 % відповідно.

В урбанізованих територіях у межах дослідних ділянок дендропарків та водозахисних насаджень м. Кривого Рогу за методом аналізу видового складу домінують геліофіти (57,88 %) та геліосціофіти (22,07 %). За підходами лісотаксаційних показників, питома вага геліофітів не змінюється, однак кількість геліосціофітів зменшується від 8,81% до 9,12 %, а сціогеліофітів, навпаки, збільшується від 33,42 % до 34,92 %. У зв'язку з цим виявлена зміна домінантів в спектрі. У межах урбанізованої території м. Кривого Рогу на ділянках водозахисного та ґрунтозахисного призначення та ключових ділянок в межах санітарно-захисного поясу озеленення з деревними насадженнями шумозахисного та пилозахисного призначення виявлені аналогічні закономірності: домінують геліофіти та сціогеліофіти. Застосування підходів з використанням лісотаксаційних показників виявило незначне збільшення контрастності домінування, але уточнює важливі фактори стресостійкості деревних угруповань враховуючи місце розташування ключових дослідницьких ділянок.

Загальний стан лісових культурфітоценозів Криворіжжя як природного так і штучного походження характеризується в додатку Г (Додаток таблиці Г – 1, 2). Максимальні показники біомаси на клчових ділянках становили 2600 шт./га. Максимальний діаметр стовбурів домінуючих деревних порід I ярусу на визначених ділянках складав 51 см. Максимальна висота стовбурів домінуючих деревних порід сягає 20 м. Максимальне значення запасу деревини складає 530 м³/га. Визначення кількості деревини по ярусам розраховувалась виходячи із показників 5 найбільших стовбурів на ділянці, які були взяті за I ярус. Визначення II та III ярусу визначалося за відсотковими коефіцієнтами, які виводились із середнього значення основних 5 стовбурів.

Аналіз наукових публікацій [31, 91, 170, 245, 256, 260, 261, 262] доводить, що штучні деревні насадження на Криворіжжі створювали в основному в два періоди починаючи з 30-х років, другий етап починається з 50-60-х років минулого століття. В деревних угрупованнях переважають породи першого покоління, що планово висаджувались під час впровадження програми озеленення міста. На ділянках штучних насаджень спеціального призначення де відсутні роботи по догляду інвазійні види активно розвиваються пригнічуючи корінні деревні породи [17, 31, 157, 167, 168. 246, 247, 248].

Деревно-чагарникові угруповання території дослідження характеризуються гетерогенністю сформованості вертикальної структури. Деревні угруповання ландшафтного заказника «Гурівській Ліс», угруповання околиць с. Софіївка та с. Тарасівка мають повністю сформовану вертикальну структуру, що зумовлено оптимальною адаптацією угруповань до природних зональних факторами. Але в останій час відмічається аридизація північно-західної частини Степового Придніпров'я, що в подальшому може відобразитися на стані лісових екосистем. В угрупованнях деревно-чагарникової рослинності, які зростають в урбанізованих і відносно сприятливих екологічних умовах з низьким рівнем техногенного впливу,

вертикальна структура сформована частково, подекуди відсутній III ярус або є незначна кількість підросту. Вертикальна структура деревно-чагарникових угруповань штучного походження на урбанізованих територіях з несприятливими екологічними умовами є несформованою, з малорозвиненим II та III ярусом, який активно займають інвазійні види. Також, в таких угрупованнях практично відсутній чагарниковий ярус. Трав'янистий ярус на всіх моніторингових ділянках також недостатньо виражений. Вертикальна структура деревних угруповань, що розташовані у зоні техногенного впливу промислових металургійних об'єктів, визначається добре сформованим I та II ярусами та малорозвиненим III ярусом, а також практично відсутнім чагарниковим ярусом.

Відносний життєвий стан деревних угруповань за показниками чисельності відображений в додатку Г (Додаток таблиця Г – 3, 4).

Як відомо, дерева першого та другого ярусу формують ценотичну основу природних та штучних фітоценозів, а також зумовлює фітомеліоративну ефективність. Стан третього ярусу, на думку дослідників є дуже важливим для розуміння здатності лісового фітоценозу до самовідновлювання [17, 31, 181, 249, 250, 251, 252]. Трав'янистий ярус на ділянках практично відсутній.

Якщо порівняти показники життєвого стану деревної рослинності з урахуванням показників об'єму сировини по всім ярусам, то можна відмітити збереження загальних тенденцій. Найвищими за показниками біомаси на всіх основних ярусах, окрім III ярусу, виокремлюються дерево-чагарникові угруповання урбанізованих територій з відносно незначними техногенними впливами та екологічно сприятливими умовами довкілля. Відомо, що бонітет деревостану залежить від ґрунтово-гідрологічних та кліматичних характеристик біотопу, що відображається різницею в рості і накопиченню біомаси, то відповідно, бонітет вважається показником природної продуктивності біомаси деревостану [253, 254, 255, 256]. Отже показники ділянок Дендропарку «Веселі Терни» та деревних угруповань уздовж р.

Бокова, біля с. Софіївка, деревні насадження штучного походження шахтоуправління «Артем-1» (урочище «Дубки») та деякі ділянки території водозахисних насаджень Карачунівського водосховища, за загальним показниками біомаси є найвищими і становлять 87,01 у.б. що відповідає категорії «здоровим». Показники біомаси крони (88,41 у.б.), листя (87,72 у.б.) і гілок (80,91 у.б.) відповідають критеріям «здорові».

Натомість на другому місті за показниками знаходяться ділянки деревних угруповань ландшафтного заказника «Гурівське лісництво», значення яких дорівнює 81,05 у.б. що знаходяться на межі між «здоровим» та «ослабленим» станом. Показники біомаси крони (81,41 у.б.) і гілок (82,01 у.б.) відповідають критеріям «здорові». Листя на цих ділянках відповідають критеріям «ослаблені». Їх показники дорівнюють 87,72 у.б.

Але інші ділянки за показниками біомаси набагато нижчі і дорівнюють від 68,51 у.б. до 64,32 у.б. для ділянок санітарно-захисної зони озеленення, і відповідають категорії «ослаблені» (ділянки території дендрологічного парку «Довгинцівський», ділянки кільця Соборності, санітарно-захисної зони «АМКр», ділянки уздовж Дніпровського шосе та ділянки водозахисного призначення Карачунівського водосховища). Показники біомаси крони (від 68,91 у.б. до 64,52 у.б.), листя (від 74, 01 у.б. до 65,70 у.б.) і гілок (від 66,72 у.б. до 60,74 у.б.) відповідають критеріям «ослаблені».

Усереднені показники життєвості за станом біомаси на територіях ключових ділянок, що знаходяться в прородих кліматичних умовах характеризуються наступним чином: крона (81,43 у.б.) і гілки (82,01 у.б.) відповідають критеріям «здорові». Листя на цих ділянках відповідають критеріям «ослаблені». Їх показники дорівнюють 87,72 у.б.

Усереднені показники життєвості за станом біомаси на територіях ключових ділянок, арборетумів та водозахисних насаджень, що знаходяться в урбанізованих умовах м. Кривого Рогу характеризуються наступним чином: крона (88,41 у.б.), листя (87,74 у.б.) і гілки (80,92 у.б.) відповідають критеріям «здорові».

Усереднені показники життєвості за станом біомаси на територіях ключових ділянок, санітарно-захисної зони озеленення м. Кривого Рогу характеризуються наступним чином: крона (від 68,90 у.б. до 64,51 у.б.), листя (від 74,01 у.б. до 65,74 у.б.) і гілок (від 66,72 у.б. до 60,75 у.б.) відповідають критеріям «ослаблені».

Окремо треба приділити увагу III ярусу. Показники ярусу жердяка (підросту) відрізняються на ділянках, що знаходяться в умовах найбільш несприятливого техногенного впливу. Такі ділянки, які знаходяться на території захисної зони біля кільця Соборності, санітарно-захисної зони «АМКр» та ділянки уздовж Дніпровського шосе, мають порівняно високі показники біомаси незважаючи на найгірші екологічні показники впливу оточуючого середовища. Показники цих ділянок становлять 81,06 у.б., з коефіцієнтом довіри $m = 2,4$; і варіацією $V = 9,1\%$, що є трохи нижчими за показники на ділянках ландшафтного заказника «Гурівський ліс» та с. Тарасівка, які становлять 91,43 у.б. з коефіцієнтом довіри $m = 7,7$; і варіацією $V = 27,01\%$. Показники підросту III ярусу, які розташовані на ділянках, як в межах природно-кліматичної зони так і в урбанізованих умовах з несприятливими екологічними умовами антропогенного зовнішнього впливу, можна оцінити за шкалою В.А. Алексєєва як «здорові». Яруси підросту на таких ділянках формують наступні види: *Quercus robur* L., *Acer campestre* L. та *Fraxinus excelsior* L., *Acer platanoides* L., *Populus nigra* L. Такі види схожі для ділянок обох територій дослідження.

Оцінка стану деревної рослинності ключових ділянок території дослідження природного та штучного походження в залежності від зони атмосферного забруднення відображена в додатку Г (Додаток таблиця Г – 5).

Висновки до розділу 5

1. Більшість деревних екосистем підтримують гомеостаз популяції домінантних деревних видів, тобто зберігають середню кількість (щільність

дорівнює $4070,50 \pm 0,04$ дерев на гектар) штучних насаджень Криворізького району. Коливання кількості деревних та чагарникових рослин залежать від низки факторів навколишнього середовища – швидкості відновлення дерев, їх всихання та видалення, вторгнення агресивних видів, наприклад, таких як *Acer negundo* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Acer campestre* L., Найвища щільність штучних деревних насаджень відзначена на території Довгицівського дендропарку ($13050,00 \pm 0,06$ дерев/га) та Карачунівських протиерозійних деревних насаджень ($10025,00$ дерев/га), що зумовлено комплексом таких факторів, як вдале розташування на місцевості та достатній рівень зволоження. Але середні показники висоти ($14,83 \pm 0,24$ м) не відзначаються перевагою порівняно з природними умовно-контрольними ділянками.

2. На кожній з дослідних ділянок можна виділити ключові фактори впливу, такі як тип ґрунту, інсоляція, вологість, температура, стійкість видів до шкідників, відстань від джерел промислових викидів тощо. Також необхідно звернути увагу на відносно високі показники щільності штучних лісових насаджень ділянок "Arcelor Mittal KR" яка становить $4250,00 \pm 0,08$ дерев/га та ділянок "Кільце Соборності" $4150,00 \pm 0,05$ дерев/га через заселення III-го ярусу. Цей деревний ярус складається з агресивних інвазивних видів. Однак, ці насадження характеризуються найменшою висотою ($13,51 \pm 0,02$ м).

3. Загальний стан деревних угруповань в межах центральної частини Криворіжжя як природного так і штучного походження характеризується наступним чином: середні значення максимальних показників біомаси складають $2600 \pm 0,004$ шт./га. Середні значення максимальних показників діаметра стовбурів домінуючих деревних порід I ярусу на визначених ділянках становить $51 \pm 0,006$ см. середні значення максимальних показників висоти стовбурів домінуючих деревних порід складають $20 \pm 0,057$ м. Середнє значення запасу деревини складає $530 \pm 0,071$ м³/га.

4. Виконаний аналіз за показниками видового різноманіття (тобто за врахуванням кількості видів) та аналіз за показниками лісотаксаційних параметрів (з використанням дендрометричних даних густини насаджень, запасів стовбурної деревини, а також розрахунків сум площ поперечних перерізів деревних рослин домінуючих порід) екоморфічної структури ключових ділянок в межах території дослідження свідчить про наступне: по перше - серед трофоморф домінують багатовибагливі дерева (мегатрофи) та відносно середньовибагливі дерева (олігомезотрофи), серед гігроморф переважають – середньовибагливі (мезофіти) та відносно багатовибагливі (мезогігрофіти), а серед геліоморф домінують – світлолюбні (геліофіти) та відносно сонцелюбні (сціогеліофіти); по друге - в більшості випадків екоморфічні спектри, отримані за показниками видового різноманіття та лісотаксаційними показниками, співпадають за упорядкуванням рангів питомої ваги екоморф. Проте збільшується контрастність між провідними екоморфами. В окремих випадках виявлена зміна домінантних екоморф та їх ранжування; по-третє - отримані результати можуть бути використані при моделюванні майбутніх лісових насаджень з більш ефективним підбором деревних рослин. В подальших дослідженнях доцільно провести порівняльний аналіз екоморфічної структури за різними способами розрахунків з показниками їх успішності (відносно життєвого стан та відносно дендрометричних характеристик).

РОЗДІЛ 6. ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ АДАПТАЦІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ДОМІНУЮЧИХ ПОРІД ДЕРЕВНИХ УГРУПОВАНЬ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ КРИВОРІЗЖЯ

Компактне просторове угруповання міських і приміських територій, які об'єднані інтенсивними господарськими, трудовими, соціальними, культурними та транспортними зв'язками навколо великого міста Кривий Ріг формує не тільки місцевий клімат, але й суттєво впливає на клімат навколишньої території, причому зона цього впливу може бути в кілька разів більшою за площу самого міста [19, 171, 214, 257, 258]. Крім того, в кожному районі міста Кривий Ріг існують мікрокліматичні відмінності, які характеризуються своїми мезокліматичними особливостями.

Серед антропогенних екологічних факторів атмосферні політанти – є найкритичнішими для росту і розвитку деревних видів рослин. В той час, як серед природних екологічних факторів найбільш вагомими є едафічні умови, зокрема, родючість (трофність) та вологість (гідрологічність) ґрунтів [243, 263, 266, 267, 268].

Аналіз показників ґрунтового покриття показав, що зелені насадження ростуть за умов переважно слабокислої та нейтральної реакції ґрунту ($\text{pH} = 5,81\text{--}7,46 \pm 0,53$) та низького вмісту гумусу (від 0,98 % до 2,87 %). Загалом міський ґрунт переущільнений (об'ємна вага дорівнює від 0,41 до 0,51 г/см³). Ґрунти на територіях за дії техногенних впливів різного характеру відзначаються домішкою пилового субстрату, а також ще більшою щільністю (об'ємна вага – 1,68–1,89 г/см³) (Додаток рис. А – 5, 6, 7). Через потужні газопилові концентрації хімічних сполук у міському рельєфі спостерігається порушення накопичення, розподілу, мікробного синтезу, гуміфікації та мінералізації первинної органічної речовини. Однак, як свідчать дослідження, для деревних видів якість ґрунтового покриття відіграє важливу роль лише в молодому віці [264, 265, 266, 267].

Зрілі форми ґрунтового покриву характеризуються добре розвинутою потужною кореневою системою, тому показники якості ґрунту відіграють менш значну роль. Показники якості повітря більш суттєві для деревних порід середнього та зрілого віку [93, 141, 146, 157].

6.1. Аналіз показників екологічної обумовленості та адаптації угруповань деревної і чагарникової рослинності спеціалізованого призначення в умовах Криворіжжя

Оцінка стійкості листового покриву домінуючих порід різних видів деревних угруповань спеціалізованого призначення до техногенних впливів. Оцінка стану деревних насаджень спеціалізованого призначення та різного походження в залежності від ґрунтово-гідрологічних умов, наявності пилового, газового забруднення, а також екологічного стану крони, листя та гілок наведена в таблиці 6.1.8. Наявність SO_2 та пилового забруднення в повітрі на фоні хронічного аеротехногенного навантаження комплексом забруднюючих речовин ($\text{NH}_3 + \text{NO}_x + \text{SO}_2$, та інш.) на території робочих ділянок встановлювалася за картами аеродинамічних характеристик і напрямку повітряних потоків з території виробничих об'єктів промислової зони м. Кривого Рогу. На кожній ділянці було відібрано 5 модельних дерев певної вікової категорії кожного виду. Листя, необхідне для визначення вмісту сірки, було взято з південно-східного боку крони на відстані 2 м над поверхнею ґрунту за однакових умов освітлення [267, 270, 271, 272].

Контролем слугували найвіддаленіші від промислової зони узлісся та лісові насадження із закладенням екологічних контрольних профілів. Також для визначення техногенного навантаження використовувалась фітоіндикація забруднення території, згідно з якою територію було поділено на зону стабільно сильного забруднення (до 2 км від джерела викидів); зону періодичного порівняно сильного забруднення (до 5 км від джерел викидів); зону забруднення середньої потужності (до 10 км); зона незначного забруднення (6 – 10 км від джерела забруднення); зону періодично слабкого

забруднення (до 20 км від джерела викиду) [7, 91, 92, 93, 179, 250, 266, 267, 270]. Аналіз стану деревних порід за їх газостійкістю проведений за М.І. Калініним. Розподіл деревних порід за їх реагуванням на вологість ґрунту за А.А. Бельгардом, розподіл деревних порід за вибагливістю до родючості ґрунту за П. С. Погребняком, В. А. Горбанем [92, 93, 96, 202, 241].

Нами встановлено, що накопичення сірки в листках деревних рослин, які ростуть в умовах забруднення зовнішнього повітря діоксидом сірки (SO_2), відбувається протягом усього вегетаційного періоду, причому найбільше страждають молоді листки, які щойно завершили відростання. Максимальна кількість сірки спостерігається в кінці вегетаційного періоду. Більша концентрація сірки в листках деревних рослин у зонах санітарно-захисних зон промислових підприємств пов'язана з вищим рівнем викидів газоподібних забруднювачів в атмосферу даного підприємства, але ступінь збільшення вмісту забруднювача в листках рослин різних захисних насаджень не пропорційний кількісним показникам рівня діоксиду сірки (SO_2) в повітрі. Найбільш поширені деревні види домінуючих та субдомінуючих порід рослин ключових ділянок були розділені на групи за рівнем стійкості до накопичення сірки у листових пластинах: I група стійкості – *Acer negundo* L., *Acer tataricum* L., (від 32,45 % до 64,21 % від сухої маси листа); II група стійкості – *Acer platanoides* L., *Ulmus laevis* L., *Chaenoméles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach.,; III група стійкості - *Quercus robur* L., *Berberis vulgaris* L., (від 20,25 % до 37,21 % від сухої маси листа) (Таблиця 6.1.2; 6.1.3).

Домінуючі та субдомінуючі види найбільш поширених деревних порід ключових ділянок також були розділені на групи за ступенем пилоутримання на поверхні листових пластин, за найбільшим усередненим значенням на ключових ділянках: найбільшу частину пилу на листках утримують *Quercus robur* L. – $6,81 \pm 0,03$ г/см², *Ulmus laevis* L. – $4,03 \pm 0,08$ г/см², *Acer negundo* L. – $3,12 \pm 0,01$ г/см², *Acer tataricum* L., – $3,15 \pm 0,07$ г/см², *Acer platanoides* L. - $1,87 \pm 0,03$ г/см² (Таблиця 6.1.2). Використовуючи наступні результати можна

зпрогнозувати показники пилоутримання окремих угруповань в перерахунку на 1 м² та площу насадження використовуючи модельні насадження.

Оцінка адаптивності домінуючих порід різних видів деревних угруповань спеціалізованого призначення до техногенних впливів. В результаті досліджень було виявлено, що збільшення техногенного навантаження призвело до зменшення розмірів листя, збільшення їх некротизації та загальної зольності тканин цих органів [112, 182, 243, 263, 264, 271].

Вміст загальної води складав у листках *Ulmus laevis* L., від 52,48±2,52 % на ділянках поза міських територій до 61,65±0,08 % – на ділянках з аеротехногенним забрудненням. Значною мірою варіював показник водного дефіциту у *Acer platanoides* L., на різних ділянках коефіцієнт дорівнював від 43,31±2,52 % до 69,27±0,08 % від загальної маси листків. У цих видів показники в несприятливих умовах збільшували своє значення. Найбільший дефіцит води спостерігався у *Quercus robur* L., (від 54,72±2,52 % до 48,77±0,09 %), *Acer negundo* L. (від 54,82±2,52 % до 39,56±0,08 %) і *Acer tataricum* L., (від 65,79±2,52 % до 48,99±0,01 %). У цих видів показники в несприятливих умовах зменшувалися. Отже, аналіз водного режиму листків найбільш поширених домінуючих порід I-II ярусу та підліску за показниками загального вмісту води, водного дефіциту і відносної тургоресцентності, а також інтенсивності втрати вологості дає підстави зробити висновок про різний рівень і стратегії адаптації досліджених рослин до посушливих періодів в умовах Північно-західного району правобережного Степового Придніпров'я України [225, 226, 227, 288, 229, 235] (Таблиця 6.1.1).

Зменшення концентрації фотосинтетичних пігментів (Chl a, Chl b) відмічається в листових пластинах *Acer platanoides* L. (Chl a - від 7,30±0,009 до 4,74±0,006 мг Хл/г сухої маси; Chl b – від 3,09±0,005 до 1,78±0,008 мг Хл/г сухої маси) та *Ulmus laevis* L. (Chl a - від 7,12±0,007 до 4,09±0,003 мг Хл/г

сухої маси; Chl b – від $2,56 \pm 0,006$ до $1,49 \pm 0,001$ мг Хл/г сухої маси) зі збільшенням відносної частки каротиноїдів (Car), що найбільш суттєво виявлено в листі *Ulmus laevis* L і змінюється від $6,25 \pm 0,001$ мг Хл/г сухої маси в природних умовах до $3,67 \pm 0,001$ мг Хл/г сухої маси у рослин шумо-пилозахисного поясу. Водночас, збільшення відносної частки каротиноїдів у фотосинтетичних органах рослин *Acer tataricum* L. (від $6,10 \pm 0,007$ мг Хл/г сухої маси в природних умовах до $7,52 \pm 0,009$ мг Хл/г сухої маси у рослин шумо-пилозахисного поясу) за умов постійного сильного забруднення свідчить про посилення захисної ролі жовтого пігменту. Крім того, у листі представників цього виду дерев встановлено зменшення співвідношення показників хлорофілу a/b (Chl a/b – від $2,53 \pm 0,009$ мг Хл/г сухої маси в природних умовах до $1,92 \pm 0,001$ мг Хл/г сухої маси у рослин шумо-пилозахисного поясу), характерне для відносності рівня стійкості цього виду, і є ознакою потенційної фотохімічної активності листя та швидкості фотосинтезу. Всі інші досліджувані види відзначаються відносним зростанням показників співвідношення, наприклад *Quercus robur* L. (Chl a/b – від $1,53 \pm 0,002$ мг Хл/г сухої маси в природних умовах до $2,27 \pm 0,002$ мг Хл/г сухої маси у рослин шумо-пилозахисного поясу) та *Acer platanoides* L. (Chl a/b – від $2,39 \pm 0,004$ мг Хл/г сухої маси в природних умовах до $2,64 \pm 0,005$ мг Хл/г сухої маси у рослин шумо-пилозахисного поясу), або стабільністю показників у видів *Ulmus laevis* L. (Chl a/b – від $2,77 \pm 0,001$ мг Хл/г сухої маси в природних умовах до $2,74 \pm 0,007$ мг Хл/г сухої маси у рослин шумо-пилозахисного поясу) (Таблиця 6.1.4; Додаток таблиця Г - 4).

Механізми адаптивності у деревних рослин домінуючих порід, для існування за умов осмотичних стресів сформувались як низка компенсаторних реакцій, серед яких провідну роль відіграє пролін. Внаслідок інактивації гідроксильних радикалів ця амінокислота бере участь у захисті рослинних організмів на фізіологічному рівні, захищає від пошкодження білки та мембрани [273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281]. У процесі адаптації рослин як до короткочасної, так і до тривалої дії несприятливих

умов середовища вміст проліну багаторазово зростає, зокрема в умовах засолення [282, 283, 284]. Накопичення вільного проліну є показником інтенсивності стресу і чинником, який визначає можливості відновлення організму рослини [285, 286, 287, 288, 289]. Встановлено, що за дії промислових підприємств на ділянках санітарно-захисного поясу озеленення вміст аскорбатпероксидази (АПО) у листових пластинах *Acer tataricum* L. був найбільшим ($732,38 \pm 0,006$ мкМоль/мг•хв), що перевищує кількісні показники представників інших видів в тих же умовах. Кількість АПО у листках дослідних рослин *Acer negundo* L. – $574,97 \pm 0,006$ мкМоль/мг•хв, приблизно однакові показники мають *Quercus robur* L. ($436,73 \pm 0,005$ мкМоль/мг•хв), та *Chaenoméles japónica* (Thunb.) Lindl. ex Spach. ($480,52 \pm 0,008$ мкМоль/мг•хв), інші види містять найнижчу кількість: *Acer platanoides* L. ($361,01 \pm 0,002$ мкМоль/мг•хв), *Ulmus laevis* L. ($328,12 \pm 0,003$ мкМоль/мг•хв), *Berberis vulgaris* L. ($335,89 \pm 0,005$ мкМоль/мг•хв). Порівняно з рослинами умовно контрольних ділянок в природно-кліматичній зоні північних степів вміст проліну в листових пластинах складав найвищі показники у *Chaenoméles japónica* (Thunb.) Lindl. ex Spach. ($395,02 \pm 0,005$ мкМоль/мг•хв) та *Acer tataricum* L. ($312,65 \pm 0,005$ мкМоль/мг•хв). Такі показники на думку фахівців можуть бути обумовлені комплексним впливом факторів температурно-радіаційного, хімічного, світлового та електромагнітного, механічного шумо-вібраційного характеру, що можуть підсилюватися зневодненням стресом, спричиненим впливом засолення, внаслідок чого посилюється накопичення проліну. Рівень проліну за однакових стресових умов може відрізнятися у різних видів, а також у сортів одного виду. Автори праць [290, 291, 292] повідомили, що пролін у листках рослин накопичувався в основному через зростання деревостану на засолених ґрунтах (Таблиця 6.1.5).

Супероксиддисмутаза (СОД) – це життєво важливий антиоксидантний фермент у листі дерев, який захищає від активних форм кисню (АФК), що утворюються під час стресу, а його активність служить індикатором рівня стресу рослини. Такі фактори, як посуха, засоленість, патогени та важкі

метали, викликають підвищену активність СОД для захисту клітинних компонентів та підвищення стійкості рослини до стресу. Цей фермент також має різні форми (Mn-СОД, Cu/Zn-СОД, Fe-СОД), які локалізовані в різних клітинних компартментах, включаючи хлоропласти та мітохондрії. Реакція СОД на абіотичний стрес, такий як спека, холод, посуха, засоленість та хімічні забруднювачі, є основними факторами, що обмежують продуктивність деревних видів (Таблиця 6.1.6). Як наслідок, розуміння реакцій рослин на ці абіотичні стреси стало необхідною умовою для розробки комплексу заходів по оптимізації техногенних ландшафтів з домінуванням деревної чагарникової рослинності, здатних протистояти цим негативним умовам [274, 275, 293, 294, 295, 296]. Результати досліджень показали, що в умовно чистому середовищі (ділянках контрольної території) активність каталази в листках домінуючих видів деревних порід суттєво нижча, а саме від $379,24 \pm 0,006$ умовних одиниць у.о./мг•хв у *Ulmus laevis* L., до $566,12 \pm 0,006$ у.о./мг•хв у *Acer negundo* L.. У експериментальних інтродукованих видів показники дорівнюють $494,29 \pm 0,002$ у.о./мг•хв у *Berberis vulgaris* L., та $660,67 \pm 0,004$ у.о./мг•хв у *Chaenoméles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach.. На найбільш забруднених ділянках показники суттєво зростають від $591,52 \pm 0,005$ у.о./мг•хв у *Ulmus laevis* L., до $1038,95 \pm 0,006$ у.о./мг•хв у *Acer tataricum* L.). У експериментальних інтродукованих видів показники дорівнюють $601,74 \pm 0,008$ у.о./мг•хв у *Berberis vulgaris* L., та $885,33 \pm 0,002$ у.о./мг•хв у *Chaenoméles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach.. Мінімальним рівнем зростання активності каталази протягом усього вегетаційного періоду на всіх ділянках характеризується *Acer platanoides* L. (від $483,27 \pm 0,001$ до $653,06 \pm 0,003$ у.о./мг•хв) та *Berberis vulgaris* L. (від $494,29 \pm 0,002$ до $601,74 \pm 0,008$ у.о./мг•хв). Активність каталази для більшості досліджуваних видів незалежно від умов зростання в червні і липні перебуває на стабільному рівні – у природних умовах *Quercus robur* L. від $433,68 \pm 0,02$ до $500,75 \pm 0,07$ у.о./мг•хв., *Ulmus laevis* L. від $291,01 \pm 0,05$ до

Таблиця 6.1.1. Водний режим листків рослин домінуючих порід ключових ділянок (усереднені показники)

Вид, назва домінуючих порід	Макс. вага водо-насичення, мг	Дефіцит води (ВД), %	Рівень обводненості (ОВ), %	Водопоглинаюча здатність, %
<i>Quercus robur</i> L.	1,01±0,008	54,58	51.99	0,77
<i>Acer platanoides</i> L.	1,32±0,002	69,53	55.10	1,06
<i>Acer negundo</i> L.	1,22±0,007	69,76	53.57	1,02
<i>Acer tataricum</i> L.	1,18±0,001	62,12	56.40	0,92
<i>Ulmus laevis</i> L.	0,8±0,006	65,98	55.24	0,63
<i>Berberis vulgaris</i> L.	0,33±0,008	71,73	49.78	0,27
<i>Chaenoméles japonica</i> (Thunb.) Lindl. ex Spach.	0,61±0,004	80,45	55.61	0,52

Примітка: Середньостатистичні розрахунки ($\bar{x} \pm SE$, $n = 9$), проведені на основі результатів використання тесту Т'юкі ($P < 0,05$).

502,81±0,01 у.о./мг•хв., *Acer platanoides* L. від 451,01±0,02 до 511,57±0,07 у.о./мг•хв. В умовах аеротехногенного забруднення показники також зростають, але деякі рослини мають знижені показники, у *Quercus robur* L. від 366,91±0,08 до 511,39±0,01 у.о./мг•хв., *Ulmus laevis* L. – від 270,66±0,04 до 374,01±0,03 у.о./мг•хв., *Acer platanoides* L. – від 308,52±0,06 до 401,91±0,04 у.о./мг•хв.[225, 226, 231, 232, 233, 234, 235].

Оцінка складу листового опаду домінуючих видів деревної рослинності під дією техногенних впливів проводилася за аналізом різних фракцій листового опаду, в комплексі із оцінкою стану крони та гілок домінуючих деревних порід. Питання вивчення накопичення окремих

Таблиця 6.1.2. Середнє значення показників ($\bar{x} \pm SE$, $n = 3$) пилоутримання на поверхні листової пластини деревних рослин деяких домінуючих порід ключових ділянок території дослідження (г/см^2 від абсолютної сухої маси)

Назва домінуючих порід деревних угруповань рослинності ключових ділянок	Угруповання поза міськими територіями	Угруповання в урбанізованих умовах м.Кривого Рогу					
	Умовний контроль (100%)	Ділянки дендропарків та арборетумів дослідницького призначення		Ділянки водозахисного та грунтозахисного призначення		Ділянки шумозахисного пилозахисного призначення	
	г/см^2	г/см^2	+% до контр.діл.	г/см^2	+% до контр.діл.	г/см^2	+% до контр.діл.
<i>Quercus robur</i> L.,	4,05±0,004	4,89±0,007	20,1	6,12±0,011	51,1	6,81±0,003	68,1
<i>Acer platanoides</i> L.,	1,09±0,006	1,51±0,005	38,5	1,64±0,002	50,4	1,87±0,003	71,5
<i>Acer negundo</i> L.	1,62±0,006	2,07±0,007	27,7	3,04±0,006	87,6	3,12±0,011	92,6
<i>Acer tataricum</i> L.,	2,15±0,001	2,56±0,009	19,1	2,81±0,009	30,7	3,15±0,007	46,5
<i>Ulmus laevis</i> L.	2,51±0,009	2,84±0,008	13,1	3,05±0,007	21,5	4,03±0,008	60,5
<i>Berberis vulgaris</i> L.,	–	0,97±0,008	0	–	–	1,77±0,002	82,4
<i>Chaenoméles japonica</i> (Thunb.) Lindl. ex Spach.,	–	1,21±0,011	0	–	–	1,98±0,002	63,6

Примітка. «Умовний контроль ділянки (100%)» – кількість пилового забруднення на листях домінуючих деревних порід в межах ділянок умовного контролю; «+% до контр.діл.» – перевищення показників ділянок умовного контролю.

Середньостатистичні розрахунки проведені на основі результатів використання тесту Т'юкі ($P < 0,05$).

Таблиця 6.1.3. Вміст сірки в листках деревних рослин домінуючих порід ключових ділянок території дослідження (% від абсолютної сухої маси)

Назва домінуючих порід деревних угруповань рослинності ключових ділянок	Угруповання поза міськими територіями	Угруповання в урбанізованих умовах м.Кривого Рогу					
	Умовний контроль $\bar{x} \pm SE$	Ділянки дендропарків та арборетумів досліницького призначення		Ділянки водозахисного та грунтозахисного призначення		Ділянки шумозахисного пилізахисного призначення	
		$\bar{x} \pm SE$	+% до контр.діл	$\bar{x} \pm SE$	+% до контр.діл	$\bar{x} \pm SE$	+% до контр.діл
<i>Quercus robur</i> L.,	0,19±0,004	0,22±0,014	15,7	0,24±0,007	26,3	0,30±0,004	57,8
<i>Acer platanoides</i> L.,	0,12±0,002	0,15±0,005	25,3	0,14±0,015	16,6	0,22±0,001	83,3
<i>Acer negundo</i> L.	0,16±0,015	0,20±0,025	25,1	0,22±0,002	37,5	0,31±0,035	93,7
<i>Acer tataricum</i> L.,	0,14±0,004	0,18±0,005	28,5	0,20±0,008	42,8	0,29±0,004	107,1
<i>Ulmus laevis</i> L.	0,18±0,005	0,22±0,002	22,2	0,24±0,008	33,4	0,30±0,002	66,7
<i>Berberis vulgaris</i> L.,	–	0,11±0,007	0	–	–	0,18±0,007	63,6
<i>Chaenoméles japonica</i> (Thunb.) Lindl. ex Spach.,	–	0,09±0,001	0	–	–	0,15±0,002	66,7

Примітка: «Умовний контроль ділянки (100%)» – кількісні показники вмісту сірки в листях домінуючих деревних порід на ділянках умовного контролю; «+% до контр.діл.» – перевищення показників ділянок умовного контролю.

Середньостатистичні розрахунки ($\bar{x} \pm SE$, $n = 3$) проведені на основі результатів використання тесту Т'юкі ($P < 0,05$).

Таблиця 6.1.4. Показники вмісту фотосинтетичних пігментів (мг/г сухої маси), їх співвідношення та активність хлази (мг Хл/г сухої маси) та стан активності хлорофілу листових пластин основних домінуючих деревних порід ($\bar{x} \pm SE$, $n = 3$).

Домінуючі породи деревних угруповань ключових ділянок	Види біотопів	Показники вмісту фотосинтетичних пігментів (мг/г сухої маси)					
		Chl a	Chl b	C Chl a+b	Car	Chl a/b	Car/Chl
<i>Quercus robur</i> L.	Діл. в природних умовах	5,72±0,005	3,78±0,001	9,50±0,006	7,44±0,007	1,53±0,002	0,15±0,006
	Діл. водо-грунтозахисні	5,72±0,001	4,95±0,006	10,67±0,008	7,14±0,006	1,16±0,005	0,13±0,004
	Діл. шумо- пилозахисні	5,62±0,006	2,64±0,007	8,27±0,003	5,73±0,001	2,27±0,002	0,14±0,001
<i>Acer platanoides</i> L.	Діл. в природних умовах	7,30±0,009	3,09±0,005	10,40±0,005	6,04±0,005	2,39±0,004	0,11±0,006
	Діл. водо-грунтозахисні	5,00±0,001	2,08±0,008	7,09±0,001	4,38±0,007	2,39±0,005	0,12±0,005
	Діл. шумо- пилозахисні	4,74±0,006	1,78±0,008	6,53±0,005	4,48±0,008	2,64±0,005	0,13±0,009
<i>Acer tataricum</i> L.	Діл. в природних умовах	6,93±0,001	2,69±0,005	9,62±0,006	6,10±0,007	2,53±0,009	0,12±0,004
	Діл. водо-грунтозахисні	6,77±0,004	3,97±0,002	7,29±0,009	6,91±0,004	2,57±0,006	0,15±0,001
	Діл. шумо- пилозахисні	7,20±0,001	3,97±0,009	11,18±0,001	7,52±0,009	1,92±0,001	0,13±0,004
<i>Ulmus laevis</i> L.	Діл. в природних умовах	7,12±0,007	2,56±0,006	9,69±0,003	6,25±0,001	2,77±0,001	0,12±0,008
	Діл. водо-грунтозахисні	5,79±0,005	2,04±0,005	7,84±0,001	5,50±0,002	2,83±0,003	0,14±0,001
	Діл. шумо- пилозахисні	4,09±0,003	1,49±0,001	5,58±0,004	3,67±0,001	2,74±0,007	0,13±0,001
<i>Berberis vulgaris</i> L.	Діл. в природних умовах	16,30±0,003	5,75±0,008	22,06±0,001	11,40±0,003	2,83±0,001	0,10±0,003
	Діл. водо-грунтозахисні	20,50±0,002	7,83±0,009	28,34±0,001	14,74±0,007	2,61±0,005	0,10±0,004
	Діл. шумо- пилозахисні	12,77±0,007	4,18±0,003	16,96±0,001	8,08±0,003	3,05±0,003	0,09±0,005

Примітка: Chl a, b, Car - хлорофіл а, b, каротин. Середньостатистичні розрахунки проведені на основі результатів використання тесту Т'юкі ($P < 0,05$).

Таблиця 6.1.5. Аналіз вмісту проліну в листових пластинах основних домінуючих деревних порід території дослідження ($\bar{x} \pm SE$, $n = 3$)

Назва домінуючих порід деревних угруповань рослинності ключових ділянок	Біотопи поза міськими територіями	Біотопи в урбанізованих умовах м.Кривого Рогу			
	Умовний контроль (100%)	Ділянки дендропарків арборетумів дослідницького, а також водозахисного та ґрунтозахисного призначення		Ділянки шумозахисного пилозахисного призначення	
	АПО ($\bar{x} \pm SE$) мкМоль/мг•хв	АПО ($\bar{x} \pm SE$) мкМоль/мг•хв	+% до контр.діл.	АПО ($\bar{x} \pm SE$) мкМоль/мг•хв	+% до контр.діл.
<i>Quercus robur</i> L.,	200,16 \pm 0,003	316,04 \pm 0,006	57,89	436,73 \pm 0,005	118,19
<i>Acer platanoides</i> L.,	312,65 \pm 0,005	324,94 \pm 0,004	3,93	361,01 \pm 0,002	1,07
<i>Acer negundo</i> L.	295,96 \pm 0,002	443,96 \pm 0,006	50,01	574,97 \pm 0,006	94,27
<i>Acer tataricum</i> L.,	182,21 \pm 0,006	504,11 \pm 0,002	176,65	732,38 \pm 0,006	301,94
<i>Ulmus laevis</i> L.	205,87 \pm 0,002	357,62 \pm 0,003	73,71	328,12 \pm 0,003	59,38
<i>Berberis vulgaris</i> L.,	210,09 \pm 0,005	226,05 \pm 0,005	7,59	335,89 \pm 0,005	59,87
<i>Chaenoméles japonica</i> (Thunb.) Lindl. ex Spach.,	395,02 \pm 0,005	418,05 \pm 0,005	5,83	480,52 \pm 0,008	21,64

Примітка: АПО - мкМоль/мг•хв (аскорбатпероксидаза), КФ 1.11.1.1. Середньостатистичні розрахунки проведені на основі результатів використання тесту Т'юкі ($P < 0,05$).

Таблиця 6.1.6. Аналіз визначення активності антиоксидантних ферментів в листових пластинах основних домінуючих деревних порід ($\bar{x} \pm SE$, $n = 3$)

Назва домінуючих порід деревних угруповань рослинності ключових ділянок	Біотопи поза міськими територіями	Біотопи в урбанізованих умовах м.Кривого Рогу			
	Умовний контроль (100%)	Ділянки дендропарків арборетумів дослідницького, а також водозахисного та ґрунтозахисного призначення		Ділянки шумозахисного пилозахисного призначення	
	СОД ($\bar{x} \pm SE$) в.о./мг•хв	СОД ($\bar{x} \pm SE$) в.о./мг•хв	+% до контр.діл.	СОД ($\bar{x} \pm SE$) в.о./мг•хв	+% до контр.діл.
<i>Quercus robur</i> L.,	471,48±0,002	530,24±0,006	12,46	675,05±0,003	43,17
<i>Acer platanoides</i> L.,	483,27±0,001	789,91±0,004	63,45	653,06±0,003	35,13
<i>Acer negundo</i> L.	566,12±0,006	811,26±0,003	43,31	937,96±0,001	65,68
<i>Acer tataricum</i> L.,	453,16±0,003	718,62±0,003	58,57	1038,95±0,006	129,26
<i>Ulmus laevis</i> L.	379,24±0,006	788,91±0,006	108,02	591,52±0,005	48,91
<i>Berberis vulgaris</i> L.,	494,29±0,002	522,90±0,005	5,78	601,74±0,008	21,73
<i>Chaenoméles japonica</i> (Thunb.) Lindl. ex Spach.,	660,67±0,004	685,42±0,005	3,74	885,33±0,002	34,01

Примітка: СОД - Відносна одиниця/мг•хв (супероксидисмутаза), КФ 1.15.1.1. Середньостатистичні розрахунки проведені на основі результатів використання тесту Т'юкі ($P < 0,05$).

хімічних сполук елементів і процесів колообігу підсистеми «листовий опад – ґрунт», залишається актуальним, і може бути дуже важливим компонентом у складному ланцюгу взаємозв'язків, виражених у симбіотичних та антагоністичних стосунках всередині екосистеми з домінуванням окремих деревних угруповань. Незважаючи на достатньо тривалу історію вивчення окремих геохімічно важливих елементів, на сьогодні недостатньо інформації наприклад, про концентрації у листовому опаді деревних рослин актиноїдів, рідкісноземельних металів та ряду інших елементів. Як визначається в дослідженнях деяких авторів [95, 112, 182, 243], стійкість деревних порід до наявності атмосферної токсичності речовин і газів є не однаковою – хвойні породи є менш витривалими, ніж листяні. За результатами наших розрахунків, найбільш істотний і статистично достовірний вплив на еколого-біогеохімічні показники листового опаду мають значення щільності насаджень і їхнього відносного життєвого стану. Для основних біометричних характеристик деревних угруповань різного складу і структури встановлена оптимальна кількість ймовірних коефіцієнтів кореляції відповідно до біолого-екологічних функцій – по чотири (з п'яти теоретично можливих). При цьому математичний знак цих коефіцієнтів вказує на наявність зворотного зв'язку для значень щільності насаджень і прямого зв'язку – для показників відносного життєвого стану. Еколого-біогеохімічні показники листового опаду характеризуються своєрідними кореляційними зв'язками з біолого-екологічними характеристиками штучних деревних насаджень Криворіжжя. Так, значення щорічних потоків листового опаду та його кислотності можна використовувати для прогнозування показників діаметра стовбура та запасів деревини штучних насаджень. Одночасно значення вмісту в листовому опаді зольних речовин, кальцію та магнію перспективні для можливого майбутнього передбачення щільності деревних насаджень і їхнього відносного життєвого стану [263, 264, 271].

Узагальнюючи результати досліджень з 2013 по 2025 рр., слід зазначити, що деревна рослинність в умовах центральної частини

Криворізького району на фоні антропогенного забруднення щорічно продукує від $84,10 \pm 0,04$ до $1143,11 \pm 0,08$ г/м² рік⁻¹ листового опаду, при середньому значенні $412,04 \pm 2,8$ г/м² рік⁻¹ (Рис. 6.1.1; Додаток Б). Такі показники залишаються відносно стабільними порівняно з 2015 р., що свідчить про стійкість приросту листового матеріалу. Згідно з отриманими даними об'єму показників листового опаду, всі моніторингові ділянки ми можемо розділити на дві групи. На моніторингових ділянках умовно виділеної першої групи, з моновідомими деревними угрупованнями *Quercus robur* L., *Quercus rubra* L., *Tilia cordata* Mill., *Juglans nigra* L., *Gleditsia triacanthos* L., та інш., в межах ландшафтного заказника «Гурівський ліс», вітрогрунтозахисних насаджень біля с. Тарасівка, арборетуму «Довгинцеве», шахтоуправління «Артем-1», моновідомими насадженнями спеціалізованого водозахисного, шумозахисного та пилозахисного призначення, що знаходяться в санітарно-захисних територіях міської агломерації м. Кривого Рогу, встановлені найменші середні значення надходжень листового опаду: від $84,10 \pm 0,04$ до $164,85 \pm 0,06$ г/м² рік⁻¹ (на ділянці № 3.1.2. або № 37), при середньому значенні – $128,90 \pm 0,092$ г/м² рік⁻¹. На моніторингових ділянках умовно виділеної другої групи, з полідомінуючими конкуруючими за I-II ярус видами, такими як *Acer platanoides* L., *Ulmus laevis* Pall., *Fraxinus excelsior* L., і III ярусом самозаростання *Acer tataricum* L., *Acer negundo* L., *Celtis occidentalis* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, розташованих в межах арборетумів, дендропарків, та насадженнях спеціалізованого водозахисного призначення біля с. Софіївки, Карачунівського водосховища, шумозахисного та пилозахисного призначення «Кільця Соборності» середні значення надходження листового опаду – в середньому від $148,02 \pm 0,31$ г/м² рік⁻¹ до $214,21 \pm 0,08$ г/м² рік⁻¹ є найвищими, порівняно з насадженнями інших масивів. Отримані результати можуть вказувати, що одноманітність домінуючих угруповань в поєднанні з екологічними умовами деревних насаджень зумовлюють відносну вирівняність щорічних потоків листового опаду в

межах центрального Криворіжжя. Найбільші значення мають деревні угруповання в природних умовах ландшафтного заказника «Гурівський ліс» з домінуванням *Quercus robur* L., *Fraxinus excelsior* L., *Acer negundo* L., показники ділянок становлять від $461,95 \pm 0,01$ до $1143,16 \pm 0,38$ г/м² рік⁻¹ із середніми показниками $462,08 \pm 0,31$ г/м² рік⁻¹. А також на ділянці № 1.1.2 (або № 2) – від $712,98 \pm 0,03$ до $1081,11 \pm 0,19$ г/м² рік⁻¹, на ділянці № 1.1.3 (або № 3) із середнім значенням $677,24 \pm 0,65$ г/м² рік⁻¹.

За результатами наших досліджень листовий опад деревних угруповань території дослідження характеризується нейтральною та лужною реакцією водної витяжки. Максимальні значення кислотності листового опаду виявлені в насадженнях ділянок території арборетумів спеціалізованого призначення, що знаходяться в урбанізованих умовах, і становлять від $7,26 \pm 0,07$ до $9,58 \pm 0,04$ рН, із показником середнього значення – $8,49 \pm 0,24$ рН. Рівень кислотності листового опаду на ділянках домінуючих порід деревних насаджень, що знаходяться в умовах зональних природних факторів становить від $7,20 \pm 0,05$ до $7,95 \pm 0,02$ рН, із показником середнього значення – $7,57 \pm 0,24$ рН. В межах моніторингових ділянок спеціалізованого водозахисного призначення, що знаходяться також в урбанізованих умовах міської агломерації м.Кривого Рогу діапазон коливань показників кислотності водної витяжки листового опаду був значно меншим: від $7,80 \pm 0,04$ до $8,37 \pm 0,02$ рН (у середньому – $8,08 \pm 0,03$ рН). У межах арборетуму «Довгинцівський» а також ділянок спеціалізованого шумозахисного та пилозахисного призначення, що знаходяться також в санітарно-захисних територіях міської агломерації м. Кривого Рогу, кислотність листового опаду характеризується нейтральною (діл. № 2.2.1 (або № 17), 2.2.3 (або № 19) та лужною реакцією (діл. № 2.2.2. (або № 18), 2.2.4. (або № 20), 2.2.5. (або № 21). При цьому, середні значення за всіма моніторинговими ділянками цього дендропарку становлять $7,59 \pm 0,03$ (при коливанні від $7,26 \pm 0,08$ до $8,87 \pm 0,01$ рН). При проведенні аналізу досліджень спостерігалася часткова залежність зменшення значень рН листового опаду

вздовж вектора віддаленості ділянок окремих біотопів вцілому від водоймищ (Рис. 6.1.2; Додаток Б).

Аналіз отриманих результатів показав, що в листовому опаді штучних деревних насаджень Криворіжжя міститься від 3,23 до 21,95 % зольних речовин, при середньому значенні $12,18 \pm 0,05$ %. Значення зольних елементів в листовому опаді на ділянках домінуючих порід деревних насаджень, що знаходяться в умовах зональних природних факторів, становить від 9,56 % до 13,71 % із середнім значенням $11,91 \pm 0,04$ %. Максимальне значення зольних елементів у листовому опаді спостерігається в насадженнях ділянок шумозахисного та пилозахисного призначення, що знаходяться в санітарно-захисних територіях міської агломерації м. Кривого Рогу, і дорівнюють від $10,66 \pm 0,09$ до $21,83 \pm 0,05$ % (усереднене значення дорівнює $14,24 \pm 0,06$ %). Також високі значення показників зольних елементів містяться в листовому опаді ділянок домінуючих угруповань території арборетумів спеціалізованого призначення що знаходяться в урбанізованих умовах – від $9,12 \pm 0,08$ до $19,62 \pm 0,03$ % (усереднене значення дорівнює $12,35 \pm 0,05$ %). Особливо відзначається ділянка № 2.2.3 (або № 19) та 2.2.4. (або № 20), в межах арборетуму «Довгинцеве» показники якої становлять 21,08 та 20,02 % відповідно. Показники насаджень спеціалізованого водозахисного призначення м. Кривого Рогу, дорівнюють найменшому рівню і становлять від $3,44 \pm 0,07$ до $12,21 \pm 0,04$ % (усереднене значення дорівнює $8,43 \pm 0,03$ %). Найменші показники спостерігаються на ділянках узбережжя Карачунівського водосховища № 2.4.1. (або № 31) та № 2.4.2. (або № 32) з показниками 3,44 % та 5,04 % відповідно (Рис. 6.1.3; Додаток Б).

За нашими результатами, в листовому опаді штучних деревних насаджень Криворіжжя міститься від $0,07 \pm 0,08$ до $0,91 \pm 0,05$ % кальцію, при середньому значенні $0,35 \pm 0,07$ %. Серед досліджених деревних угруповань максимальний вміст кальцію в листовому опаді був встановлений у насадженнях ділянок спеціалізованого водозахисного призначення, що знаходяться також в урбанізованих умовах міської агломерації м.Кривого

Рогу, і становлять $0,58 \pm 0,07$ % (що коливаються від $0,25 \pm 0,02$ до $0,91 \pm 0,08$ %). Трохи менший вміст кальцію у листовому опаді ділянок території арборетумів – $0,42 \pm 0,05$ % (від $0,17 \pm 0,08$ до $0,68 \pm 0,02$ %). Листовий опад насаджень ділянок спеціалізованого шумозахисного та пилозахисного призначення, що знаходяться також в санітарно-захисних територіях міської агломерації м.Кривого Рогу може бути охарактеризований як такий, що містить мінімальну кількість кальцію: від $0,01 \pm 0,08$ до $0,42 \pm 0,01$ %, при середньому значенні $0,21 \pm 0,05$ %. Ділянки в умовах поза міських територій в листовому опаді містять $0,37 \pm 0,05$ % кальцію (Рис. 6.1.4).

Приведені дані вмісту магнію в отриманих результатах показали, що в листовому опаді деревних угруповань центральної частини Криворіжжя міститься від $0,05 \pm 0,08$ до $0,27 \pm 0,01$ % магнію, при середньому значенні $0,12 \pm 0,06$ %. В угрупованнях домінуючих порід, розташованих в межах ландшафтного заказника «Гурівський ліс», дендропарку «Веселі Терни», а також насаджень спеціалізованого водозахисного призначення біля с. Софіївки, і Карачунівського водосховища, концентрації магнію в листовому опаді перебувають практично на одному рівні, і становлять в середньому, від $0,14 \pm 0,08$ % на ділянці № 2.3.2. (або № 29) до $0,18 \pm 0,01$ % на ділянці № 2.1.3. (або № 14). Водночас, вміст цього елемента в листовому опаді насаджень арборетуму «Довгинцівський» та ділянок спеціалізованого шумозахисного та пилозахисного призначення є мінімальним, від $0,05 \pm 0,07$ % на ділянці № 2.2.3. (або № 19) до $0,10 \pm 0,01$ % на ділянці № 2.2.10. (або № 26), в середньому $0,31 \pm 0,04$ %. Показники магнію на ділянках в умовах поза міських територій становлять $0,15 \pm 0,02$ % (Рис. 6.1.5).

Вміст зольних речовин, вміст кальцію та магнію, а також частково кислотність водної витяжки є показниками процесів седиментації та знешкодження аеропилового впливу оточуючого середовища для листяних лісів, як у зональних, так і в азональних місцезростаннях.

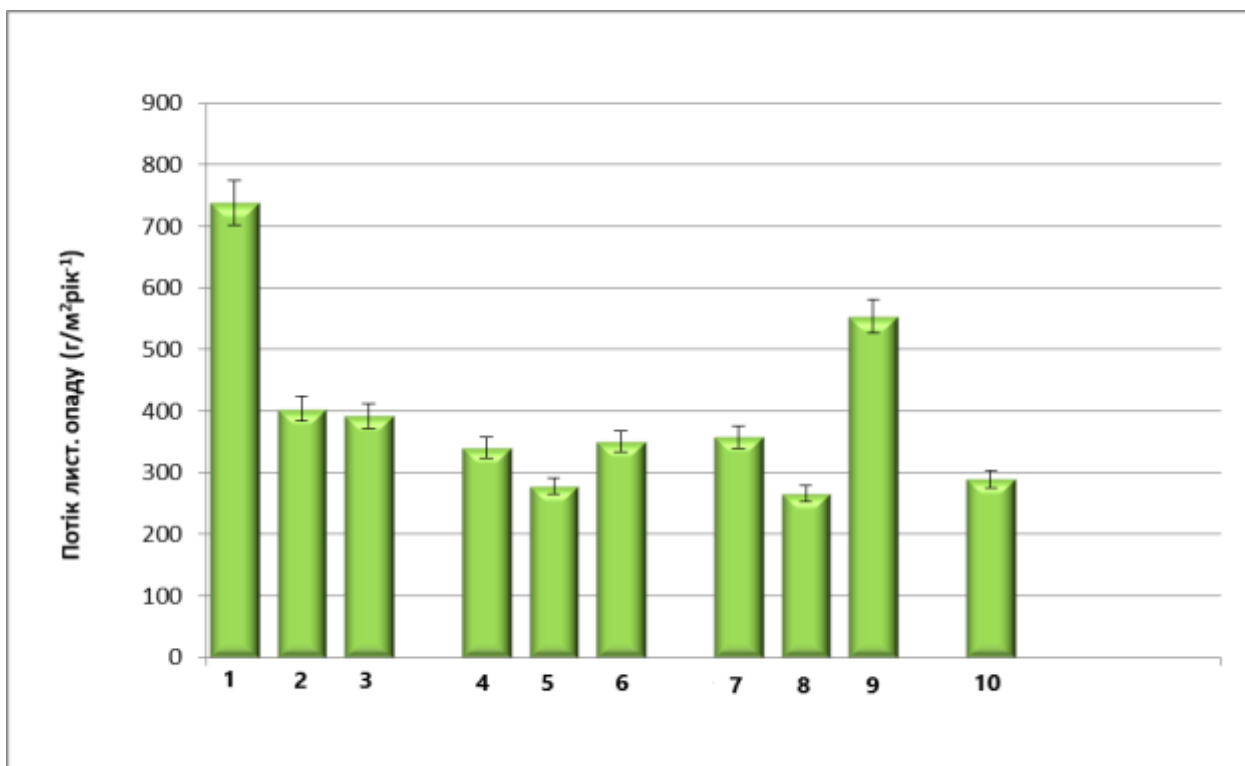


Рис. 6.1.1. Потік листового опаду в штучних деревних насадженнях ключових ділянок спеціального призначення центрального Криворіжжя (номерація моніторингових ділянки див. Додаток Б).

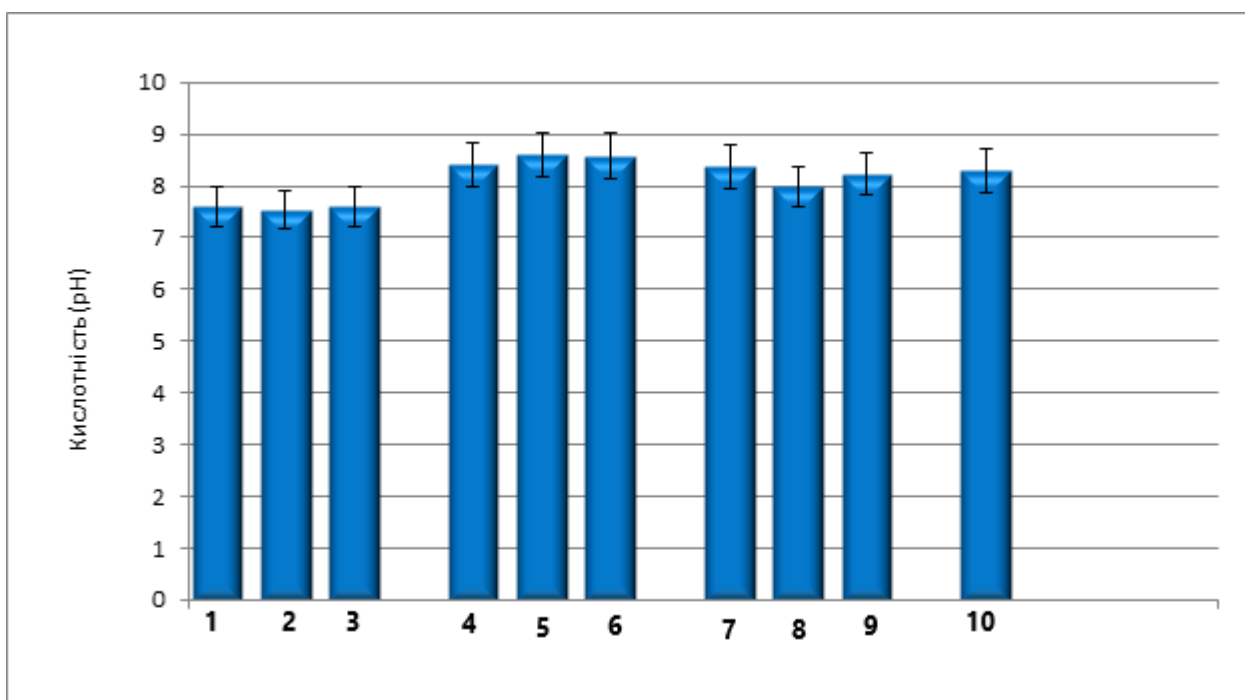


Рис. 6.1.2. Кислотність листового опаду штучних деревних насаджень ключових ділянок спеціального призначення центрального Криворіжжя (номерація моніторингових ділянки див. Додаток Б).

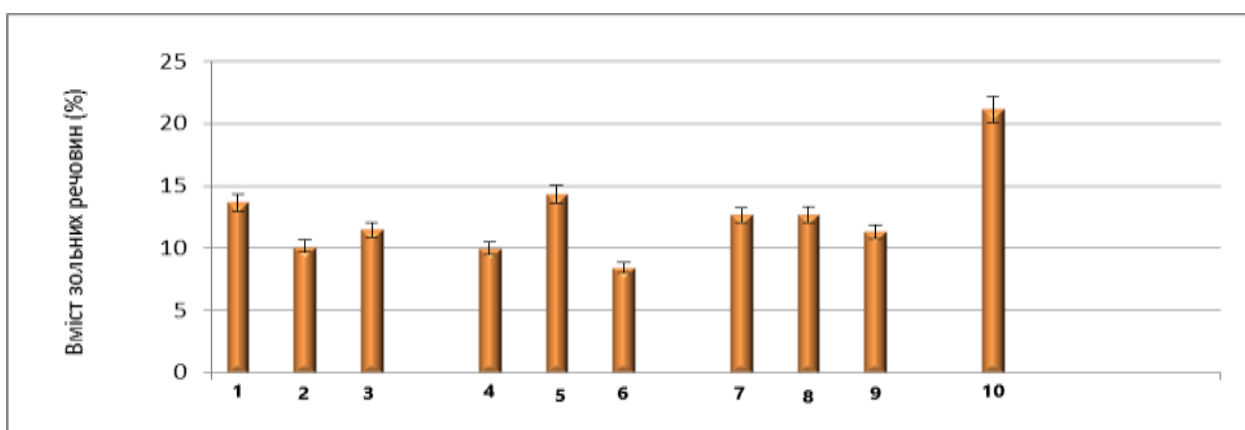


Рис. 6.1.3. Вміст зольних речовин у листовому опаді штучних деревних насаджень ключових ділянок спеціального призначення центрального Криворіжжя (номерація моніторингових ділянки див. Додаток Б).

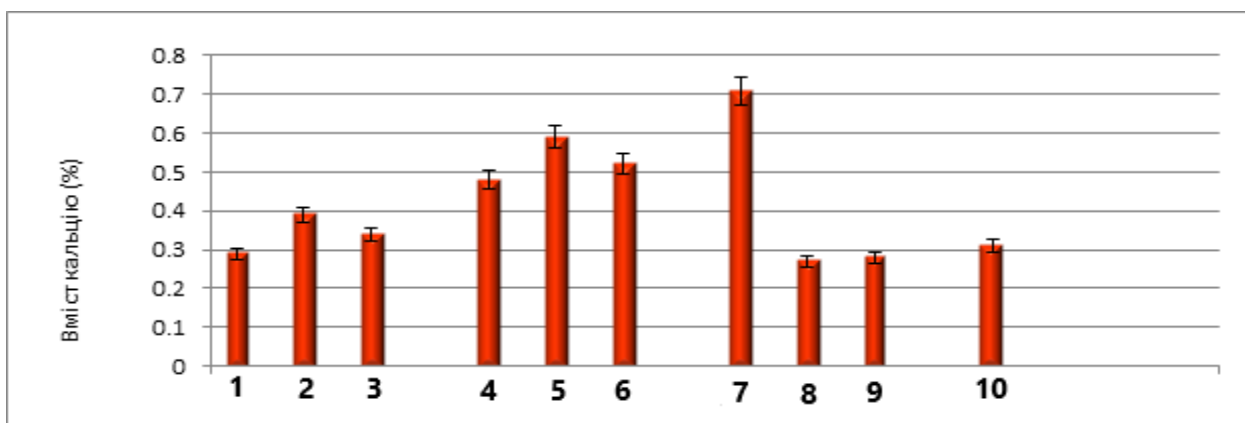


Рис. 6.1.4. Вміст кальцію у листовому опаді штучних деревних насаджень ключових ділянок спеціального призначення центрального Криворіжжя (номерація моніторингових ділянки див. Додаток Б).

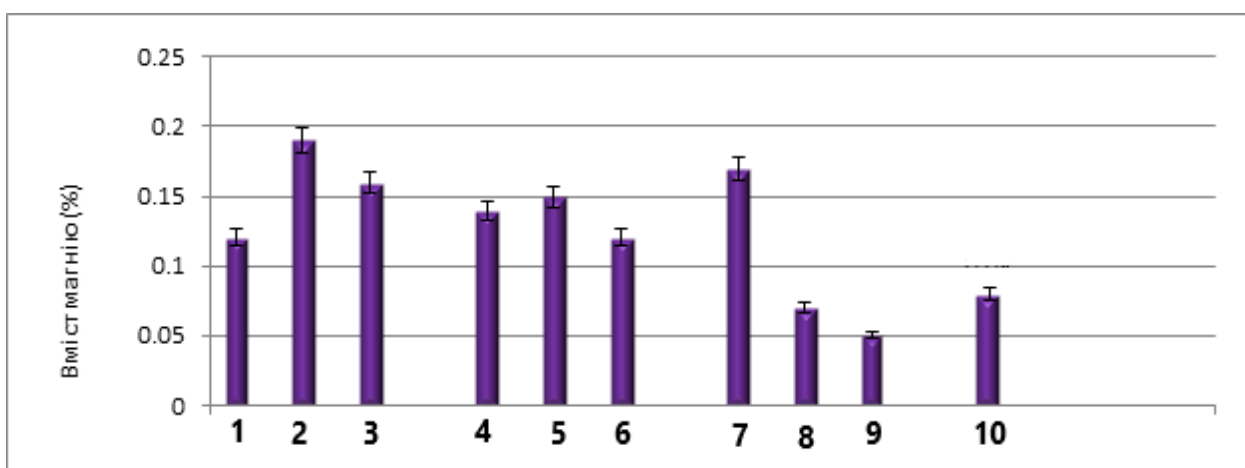


Рис. 6.1.5. Вміст магнію в листовому опаді штучних деревних насаджень ключових ділянок спеціального призначення центрального Криворіжжя (номерація моніторингових ділянки див. Додаток Б).

Оцінка антропогенного (або зоогенного) навантаження також враховувалася в процесі дослідження лісових фітоценозів Криворіжжя різного походження. Як відомо, крім техногенного забруднення, на лісові насадження значною мірою впливає рекреація та селітебне забруднення сміттям. Деревні угруповання створюють винятково сприятливі умови для відпочинку, особливо в урбанізованих районах та регіоні в цілому. Внаслідок розширення території проживання, сітка автомобільних доріг додала негативного впливу. Основну шкоду, яку надає людина або тварина лісовим насадженням – це знищення пагонів деревних рослин та перетворення їх на рослини карлики; утворення ран та загнивань на їх місці; знищення підросту; знищення та заміна цінних порід на малоцінні; ерозія ґрунтів та погіршення їх фізичного стану; зрідження нижнього ярусу лісу; пошкодження кореневих систем, що сприяє витисканню деревної рослинності морозом. Більш вразливіші до навантаження листяні породи на слабо розвиненому ґрунтовому покриві а також кам'янистих схилах, які також є пам'ятками природи Криворіжжя різного рівня. Значної шкоди можуть зазнавати лісові масиви в результаті випасання худоби людиною невідповідного характеру навесні. Однак випасання може також сприяти знищенню рудеральної рослинності та знищенню личинок шкідників. Значної шкоди зазнають лісові ценози від пірогенного фактору за сприяння людини. Аналіз деревних порід за їх пошкодженням враховувався при аналізі стану листя і гілок деревини і проведений за загальноприйнятими методиками.

Поєднуючи можливий вплив природних та антропогенних факторів, нами була запропонована матриця екологічних характеристик умов розташування угруповань спеціального призначення деревної та чагарникової рослинності території дослідження в межах центральної частини Криворіжжя (Таблиця 6.1.7).

Таблиця 6.1.7. Матричний аналіз території розташування деревних угруповань ключових ділянок на території дослідження в залежності від зони атмосферного забруднення, та віддалення від джерела промислових викидів, з урахуванням антропогенного навантаження

Грунтово-гідрологічні умови	Характер антропогенного /зоогенного навантаження	Рівні забруднення атмосфери				
		Зона значного та помірно значного забруднення (від 2 до 10 км)		Зона середнього забруднення (до 20 км)	Зона незначного забруднення (до 30 км)	Зона помірно незначного забруднена (30-50 км)
Сухі сугруди C1	Антропогенний та рекреаційний вплив	—	Урочище «Дніпропетровське шосе»	Довгинцівський дендропарк	Водозахисні насадження Карачунівського водосховища	Водозахисні, ґрунтозахисні насадження с. Тарасівка
Свіжі сугруди C2	Антропогенний та рекреаційний вплив	Насадження СЗЗ ПАО «Арселор Міттал Кривий Ріг»	Урочище «Кільце Соборності»	—		
Вологі груди D3	Рекреаційний та зоогенний вплив	—	—	Урочище «Дубки»	—	Гурівський лісовий масив с. Гурівка
Сирі груди D4	Зоогенний вплив	—	—	—	Дендропарк «Веселі Терни»	Водозахисні насадження р. Бокова

Примітка: визначення зони забруднення проведено за І. Добровольським [202], з уточненнями характеристик ґрунтово-гідрологічних умов та аеропилового забруднення В. Савосько, М. Квітко.

Оцінка абіотичних умов оточуючого середовища деревних угруповань спеціалізованого призначення різного походження в залежності від ґрунтово-гідрологічних умов, наявності пило-газового забруднення, а також екологічного стану крони листя та гілок наведена в таблиці 6.1.8.

Співставляючи ефект дії природних (ґрунтово-гідрологічних умов) та антропогенних факторів (рівень забруднення атмосферного повітря та ступінь антропогенного навантаження), нами були виділені зони екологічних умов росту та розвитку деревних угруповань центральної частини Криворіжжя, а саме: 1) зона сприятливих екологічних умов для деревних угруповань спеціального призначення; 2) зона відносно сприятливих екологічних умов для деревних угруповань; 3) зона відносно несприятливих екологічних умов для деревних угруповань; 4) зона несприятливих екологічних умов для деревних угруповань.

Загалом, враховуючи ефект дії природних та антропогенних факторів, визначені зони екологічних умов розташування, всі ключові ділянки домінуючих деревних угруповань спеціального призначення, а також інших видів лісових культур фітоценозів центральної частини Криворіжжя характеризуються показниками в таблиці ніжче (Таблиця 6.1.8).

6.2. Роль та значення деревних угруповань як частини еколого-біологічної програми сталого розвитку центральної частини Криворізького гірничо-металургійного району

Створення штучних насаджень за допомогою добору видів деревних рослин для культурфітоценозів спеціального призначення залишається провідним заходом оптимізації стану довкілля промислових регіонів [91, 92, 93, 124, 160, 179, 238, 262, 266, 268, 269, 193, 194, 195]. У зв'язку з цим є актуальним обґрунтування та впровадження такої найбільш ефективної моделі насаджень, яка б враховувала їх відповідність екологічним умовам розташування, а також мала найбільш оптимальну їх внутрішню структурно-функціональну організацію [112, 163, 266, 187, 197, 198, 199].

Таблиця 6.1.8. Оцінка екологічних характеристик територій розташування угруповань деревної та чагарникової рослинності території дослідження в межах центральної частини Криворіжжя

№	Зони екологічних умов росту та розвитку деревних культурфітоценозів	Показники стану деревних угруповань			
		Назва ділянки	Домінуючі породи	Тип походження Вік насадження	Життєвий стан
1.	Зона сприятливих екологічних умов	Деревні угруповання ландшафтного заказника «Гурівський ліс»	ДзвКлплЯзв	Природні, штучні, самозаростаючі 160 – 90 р	Стиглі Крона– здоров. Листя – осл. Гілки –здоров..
		Грунтозахисні, поєднані з деревними угрупованнями с. Тарасівка	ДзвАкбЯзв ШчрКляКлт ГгрЖпр	Природні, штучні, самозаростаючі 70 - 60рр.	Стиглі Крона– здоров. Листя – осл. Гілки –здоров.
2	Зона відносно сприятливих екологічних умов	Водозахисні, грунтозахисні деревні угруповання р. Бокова, с. Софіївка	ЯзвВзглДзв КлплКляс КлглКлт	Природні, штучні, самозаростаючі 70 - 50 рр.	Стиглі Крона– здоров. Листя – здоров. Гілки –здоров.
		Деревні угруповання дендропарку «Веселі Терни»	Язв Кляс Вгл Врпл Клпл ТпблБрс Клпл Клшр ВшлШчрДзв	Природні, Штучні 120 - 90 рр.	Стиглі/ старі Крона – здоров. Листя – осл. Гілки –здоров.
		Водозахисні деревні угруповання шахтоуправління «Артем-1» урочище «Дубки»	Дзв Язв Кляс Вгл	Штучне 70 - 50 рр.	Стиглі Крона – осл. Листя – осл. Гілки –осл.
3	Зона відносно несприятливих екологічних умов	Деревні угруповання довгинцівського дендропарку	Дзв Шчр Кляс Грл Дчв Сзв Лсл Рпса	Штучне 80 - 50 рр.	Молоді/стиглі Крона – осл. Листя – здоров. Гілки –осл.
		Водозахисні деревні угруповання Карачунівського водосховища	ДзвРпсаЯзв ШчрКляКлт ГгрЖпр	Штучне 80 - 40 рр.	Молоді/стиглі Крона – осл. Листя – осл. Гілки –осл.

4	Зона несприятливих екологічних умов	Деревні угруповання СЗЗ Дніпропетровське шосе	ДзвКгл ШчрКляКлт ГгрЖпр	Штучне 60 - 50 пр.	Стигли/старі Крона – осл. Листя – осл. Гілки –осл.
		Деревні угруповання СЗЗ Кільце Соборності	ЯзвДрчв Рпса ДзвБрзвКлт Кляс ГрлКлгс БзчрШчр	Штучне 60 – 50 пр.	Стигли/старі Крона – осл. Листя – здор. Гілки –осл.
		Деревні угруповання СЗЗ ПАО «Арселор Міттал Кривий Ріг»	КлплЯсзв Рпса ТчрБзчр Дзв КлясЖспр	Штучне 60 – 50 пр.	Стигли/старі Крона – осл. Листя – осл. Гілки –осл.

Примітка 1. Скорочення назв деревних порід у формулах деревостану: Дбзв – дуб звичайний *Quercus robur* L.; Клпл – клен польовий *Acer campestre* L.; Кляс – клен ясенелистий *Acer negundo* L.; Клт – клен татарський *Acer tataricum* L.; Клгс – клен гостролистий *Acer platanoides* L.; Вzgl – в'яз гладкий *Ulmus laevis* Pall.; Взшр – в'яз шершавий *Ulmus glabra* Huds.; Ясзв – ясен звичайний *Fraxinus excelsior* L.; Рбпс – акація біла *Robinia pseudoacacia* L.; Дбчр – дуб червоний *Quercus rubra* L.; Лпсл – липа серцелиста *Tilia cordata* L.; Сзв – сосна звичайна *Pinus sylvestris* L.; Брпв – береза повисла *Betula pendula* Roth.; Грлс – груша лісова *Pyrus pyraeaster* L.; Грзв – груша звичайна *Pyrus communis* L.; Швчр – шовковиця чорна *Morus nigra* L.; Грг – горіх грецький *Juglans regia* L.; Тпчр – тополя чорна *Populus nigra* L.; Тпбл – тополя біла *Populus alba* L.; Тптр – тополя тремтяча *Populus tremula* L.; Сскж – скумпія кожевненна *Cotinus coggygria* Scop.; Алнв – айлант найвищий *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle;

Примітка 2. Домінуючі породи та формули деревостану у зонах забруднення наведені у тексті.

За таких обставин штучні насадження деревних видів рослин можна використовувати максимально ефективно – як екологічні ресурси території їх розташування, так і створеного ними ценотичного середовища. В подальшому такі насадження могли б поступово трансформуватися у екологічно стійкі, природоохоронно й фітомеліоративно високоефективні лісові фітоценози.

У практиці реалізації концепції сталого розвитку можна виділити два основні напрямки: ресурсоекономічний та соціально-філософський. У першому випадку увага зосереджена на економіці та впорядкуванні споживання природних ресурсів. Другий напрямок передбачає подальший розвиток концепції сталого розвитку, обґрунтування філософської основи цієї ідеї, а також пошук шляхів і методів формування екологічної культури людства. Протягом останніх 20-25 років було розроблено значну кількість рекомендацій щодо впровадження сталого розвитку в регіональні програми

відновлення природних ресурсів і заліснення територій. Не применшуючи значення всіх вищезазначених напрямків впровадження ідей сталого розвитку в сучасних реаліях, слід зазначити, що досі біосферний аспект цієї концепції, з урахуванням біогеоценотичних компонентів не розглядався повною мірою. Хоча загальновизнано, що біосфера, як явище нашої планети, формує унікальні умови для кожного окремого регіону, де можуть збалансовано існувати спеціалізовані соціально-економічні громади гірничо-промислових комплексів для видобутку та збагачення підземних копалин, одним із яких є Криворізький регіон. Водночас, існування штучно збалансованого оточуючого середовища спеціалізованого регіону та його стабільність визначаються природними компонентами, одним із яких є лісові екосистеми та деревні насадження різного призначення.

Динаміку змін продуктивності дослідних ділянок основних домінуючих видів та потоку листового опаду деревних угруповань також можна виразити через відсоткові показники, що засвідчують приріст діаметру стовбурної деревини на територіях дослідження в умовах поза міських територій, які складають $14,36 \pm 0,02$ %. На ключових ділянках дендропарків та водозахисних, ґрунтозахисних насаджень в умовах м. Кривого Рогу, показники продуктивності складають $19,65 \pm 0,01$ %. На ключових ділянках шумо-пилозахисного поясу м. Кривого Рогу відмічається приріст в $8,88 \pm 0,07$ %. Приріст висоти деревостану має найбільше значення на ділянках в природних умовах – $13,93 \pm 0,09$ %. Показники висоти інших ділянок майже не відрізняються і становлять від $5,51 \pm 0,01$ % на ділянках в межах дендропарків та водозахисних насаджень, до $9,02 \pm 0,02$ % на ділянках пило-шумозахисного поясу. В цілому, території ділянок в природних умовах північно-західного Придніпров'я характеризуються приростом щільності деревостану на $1,19 \pm 0,09$ %, запасу деревини – на $4,31 \pm 0,07$ %, суми площ поперекових зрізів – в середньому на $26,6 \pm 0,04$ %. Потік листового опаду збільшився на $1,22 \pm 0,08$ %, кислотність листового опаду суттєво не змінилася – $0,79 \pm 0,05$ %, а вміст зольних речовин збільшився на $1,62 \pm 0,08$ %.

рівень кальцію зменшився на $9,12 \pm 0,01$ %, рівень магнію збільшився на $36,30 \pm 0,05$ %. Території ділянок дендропарків та водозахисних насаджень відмічаються приростом щільності деревостану на $2,94 \pm 0,03$ %, запасу деревини на $3,69 \pm 0,02$ %, суми площ поперекових зрізів – в середньому зростає на $13,01 \pm 0,09$ %. Потік листового опаду у деревостану ділянок суттєво збільшився на $4,95 \pm 0,07$ %, кислотність листового опаду майже не змінилася – $0,47 \pm 0,03$ %, а вміст зольних речовин збільшився на $10,53 \pm 0,06$ %, рівень кальцію зріс на $13,63 \pm 0,03$ %, рівень магнію збільшився на $16,06 \pm 0,07$ %. На територіях ділянок шумо-пилозахисних насаджень захисного поясу відмічається випадіння щільності деревостану на $4,04 \pm 0,02$ %, але запас деревини зростає на $9,29 \pm 0,01$ %, суми площ поперекових зрізів в середньому зростає на $30,49 \pm 0,06$ %. Значення потоку листового опаду у деревостані ділянок зменшився на $6,77 \pm 0,08$ %, кислотність листового опаду зросла на $1,11 \pm 0,02$ %, а вміст зольних речовин зростає на $1,71 \pm 0,04$ %, але рівень кальцію зменшується на $12,50 \pm 0,01$ %, рівень магнію збільшився на $13,54 \pm 0,01$ %. Відносний життєвий стан з часом суттєво не змінився, але на території ділянок в умовах поза міських територій покращився на $7,56 \pm 0,08$ % у деревних насаджень угруповань домінуючих порід. На території дослідницьких ділянок арборетумів та водозахисних насаджень життєвий стан також покращився незначним чином і становив $2,01 \pm 0,01$ %. На території ділянок шумо-пилозахисних територій відмічається погіршення загального стану кількості дерев на $3,71 \pm 0,01$ %, тобто кількість здорових дерев зменшилася під впливом зовнішніх умов.

Використовуючи методи еколого-математичного моделювання, були проведенні розрахунки мультирегресійних залежностей еколого-біогеохімічних показників листового опаду від показників продуктивності і життєвого стану деревних угруповань спеціального призначення центральної частини Криворізького району (Таблиця 6.2.1; 6.2.2; 6.2.3). Статистичну детермінованість рівнянь оцінювали за допомогою коефіцієнта множинної регресії та його значущості [104, 109, 110, 181, 184, 189, 190].

Аналіз результатів кореляційних розрахунків показав, що між еколого-біогеохімічними показниками листового опаду та дендрологічними показниками деревостану домінуючих видів в межах ключових ділянок статистично достовірними є взаємозалежність між діаметром стовбуру в деревних угрупованнях і всіма показниками листового опаду (по більшій мірі кореляційний коефіцієнт потоку листового опаду складав $0,57 \pm 0,008$, а також кислотності та накопичення магнія – $0,30 \pm 0,006$ і $0,22 \pm 0,003$ відповідно). Статистично значущими виявилися тільки залежності значень потоків листового опаду та вмісту в ньому кальцію від біолого-екологічних характеристик штучних деревних насаджень Криворіжжя.

Еколого-біогеохімічні показники листового опаду статистично достовірно корелюють з ботаніко-екологічними характеристиками штучних деревних насаджень. При цьому найпотужніший зв'язок було встановлено з показниками щільності насаджень (зворотний зв'язок) і їхнім відносним життєвим станом (прямий зв'язок). Важливо наголосити, що отримані нами результати можуть бути використані при розробці заходів моніторингу сучасного стану деревних насаджень. У подальших дослідженнях вважаємо доцільним провести більш детальні та поглиблені еколого-математичні розрахунки. Також доцільно визначити концентрації інших хімічних елементів у листовому опаді.

Аналіз результатів мультирегресійних розрахунків показав, що функціонування деревних угруповань залишається стабільним (Таблиця 6.2.3). Показники коефіцієнтів регресійних залежностей залишаються незмінними в динаміці на моніторингових ділянках в межах біотопів. Для потоків листового опаду та колообігу в ньому кальцію і магнію найбільше значення мають діаметр стовбурів і відносного життєвого стану насаджень. Натомість, щільність деревостану негативно впливає на характеристики продуктивності.

Таблиця 6.2.1. Кореляційна матриця залежностей еколого-біогеохімічних показників листового опаду від характеристик штучних деревних насаджень

Характеристики штучних деревних насаджень	Види ділянок різних біотопів					
	Деревостан природних біотопів спеціалізованого призначення поза міськими територіями ($\bar{x} \pm SE$, n = 11)		Деревостан урбанізованих біотопів спеціалізованого призначення м. Кривого Рогу ($\bar{x} \pm SE$, n = 24)		Деревостан ССЗ спеціалізованого призначення в межах м. Кривого Рогу ($\bar{x} \pm SE$, n = 9)	
	2013-2015	2023-2025	2013-2015	2023-2025	2013-2015	2023-2025
Діаметр стовбура на висоті 1,3 м (см)	18,8±0,06	21,5±0,08	17,2±0,05	20,58±0,06	11,7±0,02	12,74±0,04
Висота (м)	16,5±0,08	18,8±0,04	12,7±0,04	13,4±0,09	13,3±0,04	14,5±0,01
Щільність (шт/га)	5875±0,84	5945±0,25	27250±0,44	28052±0,55	9900±0,15	9508±0,71
Запас деревини (м³/га)	1206±0,51	1258±0,12	3602±0,18	3735±0,74	634±0,92	695±0,26
Сума площі зрізів (м²/га)	6,48±0,04	7,88±0,07	25,29±0,09	28,58±0,01	4,23±0,01	5,57±0,03
Відносний життєвий стан	80,15±0,02	86,21±0,09	70,11±0,07	71,52±0,05	71,79±0,04	69,85±0,08

Примітка. Середньостатистичні розрахунки проведені на основі результатів використання тесту Т'юкі ($P < 0,05$).

Таблиця 6.2.2. Кореляційна матриця залежностей еколого-біогеохімічних показників листового опаду від характеристик штучних деревних насаджень

Характеристики штучних деревних насаджень	Види ділянок різних біотопів					
	Деревостан природних біотопів спеціалізованого поза міськими територіями ($\bar{x} \pm SE$, n = 11)		Деревостан урбанізованих біотопів спеціалізованого призначення м. Кривого Рогу ($\bar{x} \pm SE$, n = 24)		Деревостан ССЗ спеціалізованого призначення в межах м. Кривого Рогу ($\bar{x} \pm SE$, n = 9)	
	2013-2015	2023-2025	2013-2015	2023-2025	2013-2015	2023-2025
Потік лист. опаду ($\text{г/м}^2\text{рік}^{-1}$)	584,54±0,05	591,72±0,07	304,80±0,04	319,91±0,06	482,52±0,02	454,72±0,03
Кислотність (pH)	7,51±0,05	7,57±0,04	8,45±0,01	8,49±0,07	8,08±0,02	8,17±0,05
Вміст зольних речовин (%)	11,72±0,09	11,91±0,08	10,06±0,04	11,12±0,03	14,58±0,07	14,83±0,04
Вміст кальцію (%)	0,37±0,08	0,34±0,05	0,44±0,09	0,50±0,02	0,32±0,07	0,28±0,05
Вміст магнію (%)	0,11±0,07	0,15±0,02	0,12±0,07	0,14±0,06	0,04±0,08	0,06±0,07

Примітка. Середньостатистичні розрахунки проведені на основі результатів використання тесту Т'юкі ($P < 0,05$).

Встановлено, що за період дослідження математичні знаки коефіцієнтів вказують на стабільність деревних угруповань. В деяких випадках відзначається посилення впливів значень діаметра стовбура та кислотно-лужний баланс відносного життєвого стану деревостану на території дослідження. Коефіцієнт показників зольних речовин зменшує свої значення зв'язків з відносним життєвим станом та висотою зростання деревостану. Натомість, показники зв'язків з діаметром стовбурів, щільністю і запасом деревини збільшуються, що в тенденціях динаміки досліджень може свідчити про стабілізацію фізіологічних процесів деревостану. Інші біолого-екологічні характеристики в угрупованнях з основними домінуючими породами мають зворотний вплив на еколого-біогеохімічні показники листового опаду. З порушенням кореляційних зв'язків системи можуть втрачати стабільність і переходити в інші етапи сукцесійного розвитку.

Оцінюючи матрицю кореляційного зв'язку, слід наголосити на деякі зміни стійкості деревних угруповань з часом: кількість слабких зв'язків ($0,3 < |r_2| < 0,5$) зменшилася між зольними елементами і висотою деревостану та запасом деревини і потоком листового опаду. Натомість у кількості середніх зв'язків ($0,5 < |r_2| < 0,7$) кореляція підсилилась між відносним життєвим станом і вмістом кальцію та магнію. При цьому в межах кореляційної матриці не виявлені випадки сильного ($0,7 < |r_2| < 0,9$) та дуже сильного ($|r_2| > 0,9$) статистичного зв'язку (Таблиця 6.2.3).

Слід зазначити, що коефіцієнти кореляції з часом змінюють характеристики, вказуючи на динаміку розвитку деревостану і перехідних стадій. Кількість прямого слабого зв'язку змінюється з 11 показників до 9. Зменшення стабільності зв'язків відмічається між запасом стовбурної деревини деревостану та зольними елементами ($0,30 > |r_2| > 0,27$) в потоках листового опаду і відповідно рівнем кислотності ($0,52 > |r_2| > 0,49$). У чотирьох випадках має місце зворотний кореляційний зв'язок ($r_2 < 0$).

Вцілому, з 25 показників в матриці відповідності, впродовж періоду проведення дослідження, кількість значимих зв'язків змінюється з 11 до 9

значимих ($r^2 > 0$), стабільність вцілому деревостану слабшає і буде змінюватися відповідно вектору хаотизації, деградації, самостабілізації до стійкого природного стану. За умов підтримки деревних насаджень можна змінити вектор розвитку на більш спеціалізований захисний вектор, інтродукуючи стійкі до агресивного середовища деревні види, або через ізолювання доступу та інтродукуючи декоративні деревні види на соцологічно-заповідний чи парково-декоративний вектор, стабілізуючи деревостан штучними засобами.

Аналіз результатів мультирегресійних розрахунків показав, що статистично значущими кореляційними показниками виявилися лише показники залежності значень потоків листового опаду та вмісту в ньому кальцію від біолого-екологічних характеристик лісових культурфітоценозів Криворіжжя. Для рівнів потоків листового опаду та вмісту в ньому кальцію у складі деревних насаджень регіону найбільше значення мають діаметр стовбурів та відносний життєвий стан насаджень. Встановлено, що математичні знаки цих коефіцієнтів вказують на прямий вплив значень діаметру стовбуру на висоті 1,3 м та відносного життєвого стану. Інші біолого-екологічні характеристики штучних деревних насаджень чинять зворотній вплив на еколого-біогеохімічні показники листового опаду. Потік листового опаду на 43,33–71,15 %, а вміст кальцію в листовому опаді на 40,97–50,45 % залежать від біолого-екологічних характеристик деревних насаджень.

Отримані результати можуть бути використані для розробки рекомендацій з метою підбору асортименту деревних рослин для насаджень, що ростуть у зоні санітарної охорони підприємств. У подальшій роботі буде досліджено накопичення газоподібних забруднювачів, таких як хлор, фенол та інші у листках деревних рослин, що ростуть у захисних лісосмугах або навколо них. До технологій озеленення деревних насаджень спеціального призначення у ландшафтно-техногенних екотопах можна віднести

озеленення територій, що забезпечують надійну роботу міської інфраструктури комунальних та адміністративних об'єктів.

Загалом, концепція сталого розвитку регіональних спеціалізованих деревних насаджень нами розглядається як одна з ключових парадигм та домінуючий вектор подальшого розвитку сучасного лісівництва та лісосозології центральної частини Криворіжжя. У переважній більшості теоретичні аспекти концепції розвитку деревних угруповань спеціалізованого водозахисного, ґрунтозахисного, шумо-пилозахисного призначення розглядалися в наукових працях недостатньо. На сьогодні активно обговорюються питання сталого розвитку та відновлення лісів та лісового господарства в цілому у центральних регіонах України чи Степового Придніпров'я. Тоді, як прикладні аспекти «лісобудування» та озеленення промисловопорушених екотопів, біологічної оптимізації систем землекористування, збереження біорізноманіття, надання екологічних послуг на територіях з домінуванням деревних насаджень різного призначення, розглянуто також недостатньо. На нашу думку, штучні деревні насадження можуть бути важливим фактором для подальшого сталого розвитку Криворізького регіону.

На практиці, для досягнення цієї мети необхідно здійснити такі кроки: I) провести оцінку штучних деревних насаджень на територіях із самозаростанням деревними угрупованнями; II) встановити екологічні та економічні обумовленості поточного стану штучних деревних насаджень; III) розробити модель сталого розвитку штучних деревних насаджень; IV) впроваджувати стале управління штучними деревними насадженнями по типу «впровадження оптимізації і стабілізації життєвості деревних насаджень – зворотний зв'язок через показники геохімічних маркерів і предикаторів – коригування заходів оновлення деревостану»; V) підтримка самовідновлення сталого розвитку штучних деревних насаджень Криворізького регіону. (Рис. 6.2.1).

Таблиця 6.2.3. Кореляційна матриця залежностей еколого-біогеохімічних показників листового опаду від характеристик штучних деревних насаджень

Еколого-біогеохімічні показники листового опаду	Характеристики штучних деревних насаджень									
	Діаметр стовбура на висоті 1,3 м		Висота		Щільність		Запас деревини		Відносний життєвий стан	
	2015	2025	2015	2025	2015	2025	2015	2025	2015	2025
Потік лист. опаду ($\text{г/м}^2\text{рік}^{-1}$)	0,57**	0,54**	0,37*	0,34	-0,66**	-0,61**	0,30*	0,28*	0,60**	0,57**
Кислотність (рН)	0,30*	0,36*	0,40*	0,38*	-0,17	-0,18	0,52**	0,49**	0,20	0,23
Вміст зольних речовин (%)	0,17	0,19	0,30*	0,27*	-0,39*	-0,47*	0,21	0,24	0,45*	0,41
Вміст кальцію (%)	0,03	0,02	0,15	0,17	-0,30*	-0,35	0,00	0,04	0,50*	0,54*
Вміст магнію (%)	0,22	0,2	0,25	0,22	-0,41*	-0,37*	0,19	0,18	0,49*	0,52*

Примітка. «*» – коефіцієнти кореляції достовірні на рівні значущості $P < 0,05$; «**» – коефіцієнти кореляції достовірні на рівні значущості $P < 0,01$.

Крім того, особливу увагу слід приділяти дендрометричним характеристикам насаджень та життєздатності видів і деревних угруповань домінуючих порід, які формують стабільний приріст. Оцінка штучних деревних насаджень передбачає послідовний аналіз площі насаджень та територій під самозаростанням. Оцінка площі насадження має на меті вивчення характеристик ґрунту та аналіз рівнів забруднення поверхні ґрунту, а також поверхні листової пластини дерев через викиди в повітря промислових відходів. Попередня оцінка насаджень повинна охоплювати основні показники адаптаційних процесів деревних рослин для всебічного розуміння стану збалансованості структурної організації насадження з точки зору біологічних і фізіологічних показників життєвості рослини, дендрологічних показників кількості стовбурів, запасу стовбурної деревини, суми приросту поперекових зрізів дерев, а також екологічних показників стійкості видів до умов середовища природного чи техногенно-урбанізованого характеру. Ці параметри відображають екологічні перспективи розвитку території насадження вцілому, як у природних екосистемах в умовах поза міських територій, так і в штучних деревних насадженнях в межах промислового міста. Слід також зазначити, що біогеохімічні показники листового опаду та листової пластини є перспективними показниками стану деревних насаджень різних домінуючих видів в угрупованнях в залежності від умов екотопів.

В поступовому впровадженні запропонованих моделей розвитку деревостану важливу роль відіграють екологічні маркери та екологічні предикатори, які будуть грати важливі функції в активних моніторингових інформаційних центрах. У нашому розумінні, екологічні маркери будуть мати переважające значення для накопичення бази даних щодо оцінки поточного стану ключових насаджень, а екологічні предикатори – для планування майбутнього напрямку розвитку та кінцевого етапу стабільного відновлення території штучних насаджень деревних угруповань регіону.

Поточний стан штучних деревних насаджень є екологічно обумовленим кліматичними факторами Степового Придніпров'я та об'єктивним наслідком розвитку соціально-економічних проектів регіонального промислового комплексу гірничовідобувних підприємств. Тому, дуже важливо визначити особливості обумовленості розвитку деревних насаджень спеціального призначення, а також поступово впроваджувати розробки моделі розвитку деревостану для направлення цієї обумовленості в соціально-економічному напрямку сталого розвитку території району дослідження.

Кінцевий етап стабільного відновлення та впровадження сталої моделі штучних деревних насаджень в Криворізькому регіоні повинен відображати оптимальний флористичний склад та просторову структуру майбутніх штучних деревних насаджень різного призначення. Ми вважаємо, що, вибираючи найбільш адаптовані породи дерев та стабільно відновлювальні угруповання домінантів+субдомінантів, а також моделі раціонального розміщення порід дерев на місцевості, можна створити комплекси перспективних взаємопов'язаних деревних екосистем, як міського санітарно-захисного поясу, так і перехідних угруповань природного територіального комплексу Степового Придніпров'я. Такі елементи комплексу з деревних насаджень різного призначення будуть максимально адаптовані до глобальних та місцевих кліматичних змін, ландшафтних і ґрунтових територіальних особливостей в межах м. Кривого Рогу, а також умов навколишнього техногенного середовища в зоні впливу об'єкта певної галузі промисловості. Комплексний підхід до формування деревних насаджень може бути оптимально адаптований до підтримки стабільності в умовах аридного клімату, ґрунтового покриття та міського середовища Криворізького району.

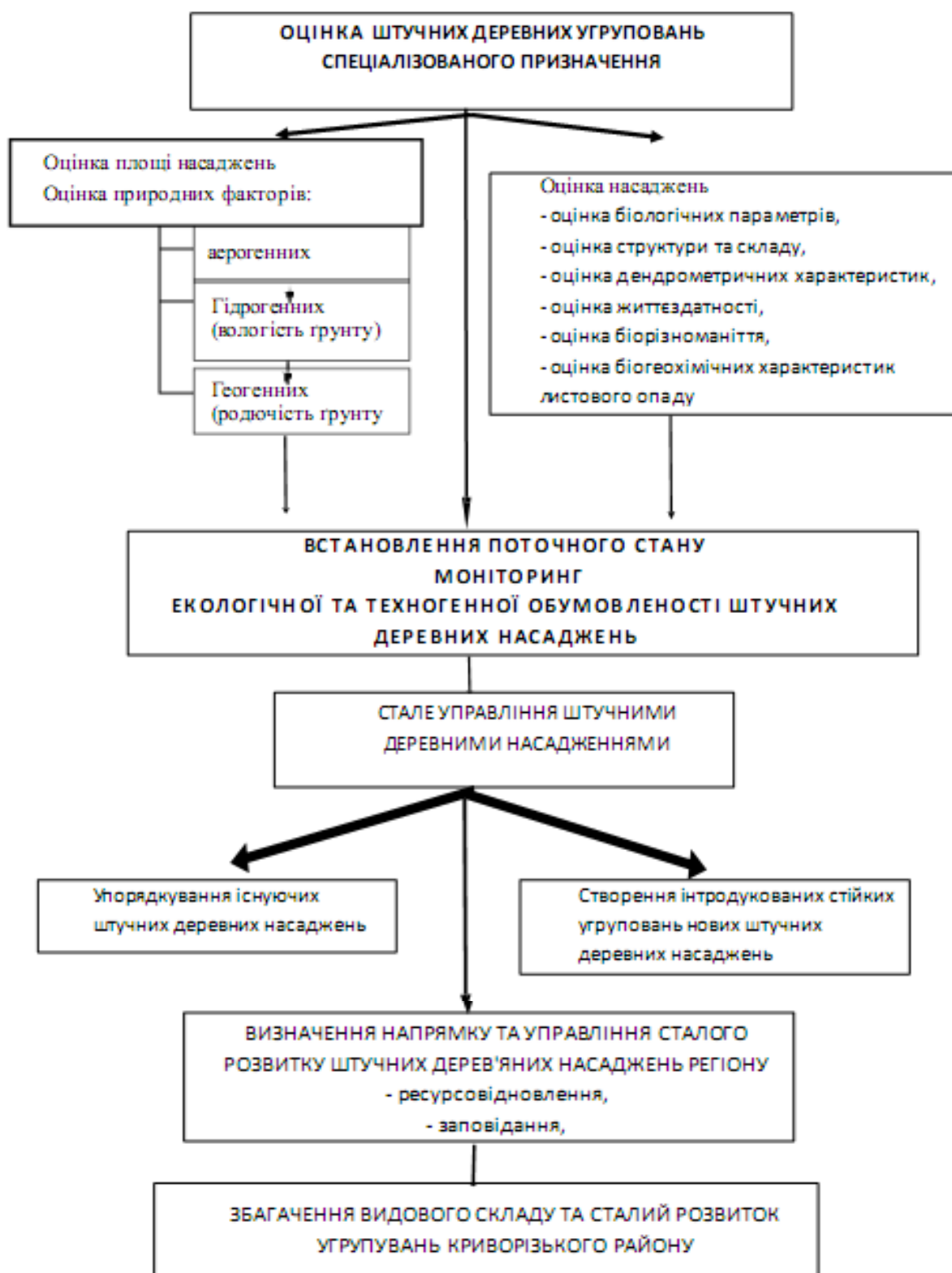


Рис. 6.2.1. Концептуальна модель впровадження комплексного управління оптимізацією штучних деревних насаджень спеціального призначення для підтримки сталого розвитку деревостану Криворізького району

Стале управління штучними деревними насадженнями, на наш погляд, має два напрямки. Перший напрямок передбачає покращення вже існуючих штучних деревних насаджень в стані високої екологічної адаптованості. Другий напрямок передбачає створення нових штучних деревних насаджень, з більш оптимальною продуктивністю або стабільністю. На нашу думку, ці два напрямки повинні базуватися на комплексних моделях сталого розвитку деревних угруповань спеціалізованого призначення, як то дендропарки і арборетуми, водозахисні, ґрунтозахисні, пило-шумозахисні насадження. У цьому випадку покращені території спонтанного заростання та створені насадження деревної чи чагарникової рослинності будуть оптимально стабільними та ефективними в регіональних умовах Степового Придніпров'я в межах м. Кривого Рогу.

Загалом, важливим заходом для досягнення сталого розвитку в Криворізькому гірничо-металургійному районі є впорядкування кількох існуючих природних деревних екосистем та створення нових штучних деревних насаджень. Як відомо, штучні деревні насадження здатні покращити мікроклімат певних територій завдяки позитивному впливу дерев на навколишнє середовище. Завдяки впливу деревних насаджень кількість опадів збільшується на 5-25%, а загальний річковий стік — на 15-20%. Такі результати надзвичайно актуальні для вододефіцитних умов Криворізького району Степового Придніпров'я. Крім того, природні та штучні деревні екосистеми знижують рівень забруднення ґрунту та ґрунтових вод, запобігають поширенню водної та вітрової ерозії. Під час створення штучних деревних насаджень у Криворізькому районі дуже важливим є врахування колообігу мікроелементів, важких металів та біогеохімічних активних сполук, для моніторингу рівнів забруднення поверхні ґрунту, із врахуванням особливостей листових пластин та листового опаду домінантних угруповань деревних екосистем Криворізького району [19, 107, 175, 214, 236, 251, 298, 300]. На території Криворізького району фактори, що регулюють густоту деревних та чагарникових популяцій штучного та природного походження,

можна розділити на залежні та незалежні від густоти деревних насаджень. Фактори, що залежать від густоти, включаючи біотичні компоненти, трансформуються із зміною густоти деревостанів під час їх росту [8, 9, 171, 236, 301, 302, 303, 304, 305]. Вивчення динаміки чисельності рослин з урахуванням загальноєвропейських показників для сталого лісового господарства покращує процес моніторингу стану деревних екосистем на території Дніпровського степу. Таким чином, дослідження семи основних показників дозволяє реалізувати комплексну оцінку життєздатності деревини для виявлення ключових факторів впливу зовнішнього середовища на гомеостаз окремої рослини та стабільність всієї екосистеми, що було нами встановлено [19, 214].

Розв'язання проблем системних змін для пошуку закономірності функціонування рослинного організму домінуючого виду в угрупованнях деревної рослинності різних екотопах центральної частини Криворізького району, а також пошук зв'язків закономірностей розвитку лісонасаджень Криворіжжя з практичними аспектами розвитку регіону, що полягають у виявленні потенційних можливостей збільшення продуктивності та розробленні способів підвищення адаптивної стійкості рослинності потребує системного всебічного підходу до проблеми прогнозування та управління природними ресурсами.

У провідних країнах світу питання забезпечення стабільного розвитку природних лісових екосистем та штучних деревних насаджень розглядаються у поєднанні із забезпеченням збалансованої реалізації екологічних та природно-ресурсних відносин. При цьому критерії та показники сталого використання лісів є поєднанням одночасного: 1) збереження біологічного різноманіття деревних фітоценозів; 2) підтримки економічного потенціалу лісових екосистем як джерела відновлювальних ресурсів; 3) підтримки життєздатності деревних екосистем, що зазнають антропогенного впливу, техногенного забруднення, зміни кліматичних умов; 4) збереження та підтримка ґрунтових та водних ресурсів на території лісових екосистем; 5)

забезпечення реалізації функціональних можливостей у запобіганні регіональним змінам клімату в регіоні; 6) підтримки та посилення довгострокових багатосторонніх соціально-економічних вигод від природних та штучних лісів для задоволення потреб місцевих громад, посилення рекреаційного та туристичного потенціалу лісово-паркових територій, а також можливостей задоволення культурних, соціальних та духовних потреб у процесі лісокористування; 7) впровадження правової, організаційної та економічної бази для збереження лісів, а також сталого управління у відповідній галузі. Україна є однією з найменш лісистих країн Європи. Водночас, Україна має найменшу питому площу як природних, так і штучних лісів в перерахунку на 1 га своєї території порівняно з іншими європейськими країнами, такими як Польща, Чехія, Швеція, Данія.

Значення цієї концепції для подальшого розвитку наукової регіональної бази з фізіології та інтродукції рослин визначається необхідністю вирішення теоретичних питань про закономірності функціонування рослинного організму в середині угруповання в межах біотопу, а також практичними аспектами, що полягають у виявленні потенційних можливостей збільшення його продуктивності. По суті, ці питання охоплюють всі галузі дослідження фізіології деревних рослин і можуть бути вирішені тільки загальними зусиллями багатьох дослідників. Використання математичних методів дозволяє перейти від висування суб'єктивних інтуїтивних якісних гіпотез про сутність біологічних явищ до більш об'єктивних кількісних формулювань. Системний підхід до комплексних еколого-біологічних досліджень не виключає і доповнює собою експериментальну роботу з інтродукції окремих видів. Попередня побудова передбачуваної моделі досліджуваного явища дозволяє ефективно спланувати необхідні експерименти виявлення фактичних даних, перевірки моделі і докази статистичної значимості її параметрів. У Європі та США створено дослідні центри системної біології, які систематизують регіональні дані, наприклад, Freiburg, Heidelberg, Potsdam, Magdeburg Centres for Systems Biology у Німеччині та The Icahn

School of Medicine в Mount Sinai, Нью-Йорк, США. Сучасні підходи у таких центрах дозволяють чітко розуміти можливі етапи розвитку збалансованої програми з відтворення і збагачення видового різноманіття деревної рослинності будь якого регіону Європи як промислових районів так і природних ландшафтних комплексів.

Висновки до розділу 6

1. Збільшення вмісту сірки в листових пластинах деревних рослин пилезахисного та шумозахисного призначення, що ростуть у санітарно-захисній зоні, узгоджується із збільшенням вмісту глутатіону порівняно з контрольними параметрами, що має не тільки фізіологічне значення, а ще і може бути одним зі шляхів метаболізму цього елемента.

2. Аналіз коефіцієнти серед моніторингових видів деревних рослин відповідно до показників водного дефіциту продемонстрував, що найбільші показники зафіксовані у рослин *Acer negundo* L. (69,76 %), найменші показники у *Quercus robur* L. (54,58 %). Аналіз зростання вмісту проліну продемонстрував, що найбільше підвищення показників у представників *Acer tataricum* L. (від 182,21 мкМоль/мг•хв до 732,38 мкМоль/мг•хв), і найменше зростання у *Acer platanoides* L. (від 312,65±0,005 мкМоль/мг•хв до 361,01±0,002 мкМоль/мг•хв) та *Quercus robur* L. (від 200,16±0,003 мкМоль/мг•хв до 436,73±0,005 мкМоль/мг•хв). Аналіз зростання показав активності антиоксидантних ферментів продемонстрував, що найбільше зростання відмічається у *Acer tataricum* L. (від 453,16 в.о./мг•хв до 1038,95 в.о./мг•хв), а найменше зростання відмічається у видів *Acer platanoides* L. (від 483,27 в.о./мг•хв до 653,06 в.о./мг•хв) і *Quercus robur* L. (від 471,48 в.о./мг•хв до 675,05 в.о./мг•хв).

3. Встановлено, що між еколого-біогеохімічними показниками листового опаду та провідними характеристиками лісових культурфітоценозів Криворіжжя існує кореляційний зв'язок. При цьому статистично достовірними є 15 коефіцієнтів кореляції (при теоретично

можливих 25). В більшості випадків (11) коефіцієнти кореляції вказують на наявність прямого зв'язку ($r^2 > 0$). Сила кореляційного зв'язку наступна: у 10 випадках виявлений слабкий зв'язок ($0,3 < |r^2| < 0,5$), у 5 – середній ($0,5 < |r^2| < 0,7$). Найбільш істотний та статистично достовірний вплив на еколого-біогеохімічні показники листового опаду мають значення щільності насаджень та їх відносного життєвого стану.

4. Сучасний стан деревних угруповань території дослідження обумовлений еколого-біологічними факторами. Тому так важливо визначити процеси, що модерують цю обумовленість під впливом комплексу несприятливих впливів, а також розробити адаптаційну екосистемну модель деревних насаджень для цієї обумовленості. Більш того, в цій моделі екологічні маркери та екологічні предиктори будуть "активним центром" і відігравати важливу роль. Дослідження дозволили визначити найперспективніші види деревних рослин, придатні для використання в ландшафтному озелененні нових міських житлових районів, а також налагодити довгостроковий догляд за існуючими насадженнями.

ВИСНОВКИ

1. Визначення структури дендрофлори, життєвості деревостану та видового складу проведено на досліджених територіях центральної частини Криворіжжя. Серед основних типів деревних угруповань спеціалізованого призначення, в межах яких проводилися дослідження, були виділені наступні: групи 1) деревні і чагарникові угруповання заповідного, водозахисного та ґрунтозахисного призначення, що знаходяться поза міськими територіями, 2) деревні і чагарникові угруповання арборетумів та історико-краєзнавчих парків дослідницького призначення, водозахисного та ґрунтозахисного призначення, санітарно-захисного поясу пилозахисного та шумоізоляційного призначення, що знаходяться на урбанізованих територіях м. Кривого Рогу. Деревя 1 групи в умовах поза міських територій мають здорове листя, гілки та крону. Насадження стиглі та мають напівосвітлену та напівтіньову структуру крони. В насадженнях сформовані I –II –III яруси, частково кущовий і трав'янистий покрив. У насадженнях 2 групи чітко виокремлюються I, II яруси. На 56 % ділянок визначається III ярус. Показники життєвості на таких ділянках арборетумів та дендропарків в цілому «здоровий». На ділянках санітарно-захисного поясу підлісок та III ярус відсутній або малорозвинений.

2. Аналіз показників дендробіорізноманіття показав, що домінуючими деревними породами на території всіх дослідних ділянок були *Quercus robur* L.; *Robinia pseudoacacia* L.; *Acer platanoides* L., *Acer negundo* L., *Acer tataricum* L. Нижні яруси деревних угруповань складають *Ulmus laevis* Pall.; *Acer campestre* L.; *Fraxinus excelsior* L.; *Acer negundo* L.; *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle., які виявляють значну стійкість і з часом можуть витіснити домінуючі породи. У складі дендрофлори деревно-чагарникових насаджень території дослідження провідне місце у спектрі спонтанної дендрофлори займає родина *Rosaceae* Juss. (23,71 %), провідними родинами також є: *Fabaceae* Lindl., (9,27 %), *Aceraceae* Juss. (7,27 %), *Salicaceae* Mirb.,

(7,21 %), *Ulmaceae* Mirb., (5,15 %), *Caprifoliaceae* Juss., *Fagaceae* Dumort., *Oleaceae* Hoffmanns. & Link, *Pinaceae* Lindl. (по 4,12 %).

3. В результаті дослідження деревних екосистем ключових ділянок було обліковано 1607 екземплярів деревинних рослин, які належали до 102 види з 64 родів і 29 родин. Найчисельнішою за кількістю представників є рід *Acer* L., який складають 7 видів. Рід *Prunus* L. представлений 5 видами та рід *Ulmus* L., *Salix* L., які представлені 4 видами кожен. Роди *Populus* L., *Pyrus* L., *Quercus* L., були представлені не більше ніж трьома видами. А також одинадцять родів *Alnus* Mill., *Berberis* L., *Caragana* Fabr., *Crataegus* Tourn. ex L., *Elaeagnus* L., *Fraxinus* L., *Juglans* L., *Juniperus* L., *Malus* P. Mill., *Rhamnus* L., *Viburnum* L., мають по два види. По одному виду мали роди *Aesculus* L., *Ailanthus* Desf., *Amelanchier* Medik., *Amorpha* L., *Betula* L., *Carpinus* L., *Celtis* L., *Chaenomeles* Lindl., *Clematis* Dill. ex L., *Colutea* L., *Cornus* L., *Cotinus* Mill., *Corylus* L., *Cotoneaster* Medik., *Cydonia* Mill., *Fagus* L., *Forsythia* Vahl., *Fragaria* L., *Gleditsia* L., *Laburnum* Fabr., *Larix* Mill., *Ligustrum* L., *Lonicera* L., *Mahonia* Nutt., *Mespilus* L., *Morus* L., *Parthenocissus* Planch., *Picea* A.Dietr., *Philadelphus* L., *Physocarpus* (Cambess.) Maxim., *Pinus* L., *Platanus* L., *Ptelea* L., *Robinia* L., *Rosa* L., *Rubus* L., *Sambucus* L., *Solidago* L., *Sorbus* L., *Spiraea* L., *Styphnolobium* Schott., *Swida* Opiz, *Symphoricarpos* Dill. ex Juss., *Syringa* L., *Tamarix* L., *Thuja* L., *Tilia* L., *Wisteria* Nutt. В межах санітарно-захисного поясу озеленення на ділянках з деревними насадженнями шумозахисного та пилозахисного призначення встановлені такі значення: сціогеліофіти (66,23 %), мезоксерофіти (50,07 %), мезотрофи – (72,22 %), 16 видів в середньому із 23 представлених. У межах урбанізованої території м. Кривого Рогу на ділянках водозахисного та ґрунтозахисного призначення в трофоморфічному спектрі за видовим різноманіттям встановлено домінування видів сціогеліофітів (60,64 %), мезоксерофітів (54,58 %), мезотрофів, які складають 69,23 %, це 27 видів в середньому із 39 представлених. З них суто мезотрофи складають 67,30 %, а 1,92 % становлять мезотрофи-калцефіли.

4. За усередненими показниками життєвості деревостану угруповань дендропарків в урбанізованих умовах м. Кривого Рогу за загальним показниками біомаси є найвищими і становлять 87,01 у.б., що відповідає категорії «здорові». Показники деревостану угруповань поза міськими територіями нижчі і становлять 81,5 у.б., що також відповідає категорії «здорові». Усереднені показники життєвості деревостану угруповань в урбанізованих умовах м. Кривого Рогу водозахисних територій погіршуються і дорівнюють 68,5 у.б., показники угруповань шумопилезахисного призначення дорівнюють 64,3 у.б., що відповідає категоріям «ослаблені».

5. Встановлено, що вміст загальної води у листках домінуючих порід становить від $52,48 \pm 2,52$ % на ділянках поза міськими територіями до $61,65 \pm 0,08$ % на ділянках з аеротехногенним забрудненням (*Ulmus laevis* L.). Зменшення концентрації фотосинтетичних пігментів (Chl a, Chl b) відмічається в листових пластинах *Acer platanoides* L. (Chl a - від $7,30 \pm 0,009$ до $4,74 \pm 0,006$ мг Хл/г сухої маси; Chl b – від $3,09 \pm 0,005$ до $1,78 \pm 0,008$ мг Хл/г сухої маси) та *Ulmus laevis* L. (Chl a - від $7,12 \pm 0,007$ до $4,09 \pm 0,003$ мг Хл/г сухої маси). Механізми адаптивності у деревних рослин домінуючих порід, за умов осмотичних стресів сформувались як низка компенсаторних реакцій, серед яких провідну роль відіграє пролін.

6. Деревна рослинність в умовах центральної частини Криворізького району на фоні антропогенного забруднення щорічно продукує від $84,10 \pm 0,42$ до $1143,11 \pm 0,08$ г/м² рік⁻¹ листового опаду, при середньому значенні $412,04 \pm 2,8$ г/м² рік⁻¹. Біогеохімічні показники дерев та листового опаду можна вважати одним із перспективних маркерів, що визначають життєздатність деревних порід і прогнозують розвиток штучних деревних насаджень спеціального призначення центральної частини Криворіжжя.

7. За результатами комплексного аналізу доведено, що в штучних деревних насадженнях спеціального призначення породи дерев перебувають у стані стресу. Тому основні адвентивні види втрачають стійкість через

постійний вплив несприятливих біотичних факторів природного та антропогенного генезу. Більші коефіцієнти стійкості до забруднювачів детерміновані для видів *Acer tataricum* L., чий показники життєвості та адаптивності збільшуються на ділянках з потужним пило-шумовим та антропогенним навантаженням. Показники видів *Ulmus laevis* L., *Quercus robur* L. та *Acer platanoides* L. відзначаються меншою стійкістю. Що рекомендується враховуватися для реконструкції санітарно-захисних насаджень промислових районів. Досліджувані породи дерев мають велику здатність поглинати шкідливі техногенні речовини з подальшою ефективною здатністю накопичувати їх у тканинах листя. Деревні угруповання мають певні закономірності стійкості до негативних аеротехногенних факторів, а саме: моноценотичні насадження ушкоджуються більше, а зімкнуті і складні змішані насадження меншою мірою; на збагачених ґрунтах стійкість лісових фітоценозів є вищою.

8. Вважаємо, що деревні угруповання спеціального призначення центральної частини Криворізького гірничо-металургійного району мають набути важливого значення, як одного з ключових факторів, що визначають сталий розвиток цього регіону. Стратегія заходів покращення стану деревних насаджень території дослідження повинна враховувати динамічний стан домінуючих порід ключових дендрофітоценозів для подальшого моніторингу тенденцій змін флористичного складу деревної та чагарникової рослинності в умовах техногенних та урболандшафтів.

Результати дослідження можуть бути впровадженні в роботу по інтродукції, акліматизації деревної рослинності, а також по озелененню відновлювальних територій, промислових інфраструктурних об'єктів та створення штучних насаджень в межах житлової забудови індустріальних міст Степового Придніпров'я.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Bechtold, W. A., & Patterson, P. L. (Eds.). (2005). *The enhanced forest inventory and analysis program national sampling design and estimation procedures: General Technical Report*. US Department of Agriculture, Forest Service. Southern Research Station, Asheville, NC, USA. Gen. Tech. Rep. SRS-80. Retrieved from <https://research.fs.usda.gov/treearch/20371>
2. Iverson, L. R., Peters, M. P., Bartig, J. L., Rebbeck, R., Hutchinson, T. F., Matthews, S. N., & Stout, S. (2018). Spatial modeling and inventories for prioritizing investment into oak-hickory restoration. *Forest Ecology and Management*, 424, 355–366. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.05.018>
3. Iverson, L. R., Bartig, J. L., Nowacki, G. J., Peters, M. P., Dyer, J. M., Hutchinson, T. F., Matthews, S. N., & Adams, B. T. (2019). *USDA forest service section, subsection, and landtype descriptions for southeastern Ohio*. Research Map NRS-10. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. Retrieved from <https://research.fs.usda.gov/treearch/58767>
4. Hines, A., Bengston, D. N., & Dockry, M. J. (2019). The Forest Futures Horizon Scanning project. *General Technical Report – Proceedings*. Northern Research Station. A: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. Retrieved from <https://doi.org/10.2737/NRS-GTR-P-187>
5. Gao, Y., Skutsch, M., Paneque-Gálvez, J., & Ghilardi, A. (2020). Remote sensing of forest degradation: A review. *Environ. Res. Lett*, 15(10), 103001. Retrieved from <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/abaad7>
6. Xu, C., Zhang, X., Hernandez-Clemente, R., Lu, W., & Manzanedo, R. D. (2022). Global Forest Types Based on Climatic and Vegetation Data. *Sustainability*, 14(2), 634.

Retrieved from <https://doi.org/10.3390/su14020634>

7. Григорюк І. П. (2001). Аденозинфосфатна система та посухостійкість рослин *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. Т. 33, № 3. С. 199–207.
8. Григорюк І. П., Мусієнко М. (2001). Водний і високотемпературний стреси. Молекулярні та фізіологічні механізми стійкості рослин. *Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть*. Київ : Вид-во Укр. фітосоціол. центру, Т. 2. С. 118–129.
9. Лихолат Ю. В., Хромих Н. О., Дідур О. О., Оковитий С. І., Матюха В. Л., Савосько В. М., Лихолат Т. Ю. (2019). Сучасний стан антропогенної трансформації екосистем Степового Придніпров'я : монографія. Кривий Ріг: ФОП Чернявський Д.О., 146 с. DOI: <https://doi.org/10.31812/123456789/3644> (дата звернення: 09.12.2025).
10. Krajina, V. J. (1960). Ecosystem classification of forests (Summary of contributions to the Forest Ecosystem Symposium). *Silva Fenn*, 105, 107–110.
11. Kusbach, A. Friedl, M., Zouhar, V., Mikita, & T. Šebesta, J. (2017). Assessing Forest Classification in a Landscape-Level Framework: An Example from Central European Forests. *Forests*, 8(12), 461. Retrieved from <https://www.mdpi.com/1999-4907/8/12/461>
12. LaBau, V. J., Bones, J. T., Kingsley, N. P., Lund, H. G., & Smith, W. B. (2007). *A history of the forest survey in the United States: 1830–2004*. FS-877. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Retrieved from <https://foresthstory.org/wp-content/uploads/2017/01/HistoryofForestSurvey1830-2004.pdf>
13. Hoover, C. M., Bartig, J. L., Bogaczyk, B., Breeden, C., Iverson, L. R., Prout, L., & Sheffield, R. M. (2022). Forest inventory and analysis data in action: Examples from eastern national forests. *Trees, Forests and People*, 7.

Retrieved from <https://research.fs.usda.gov/treesearch/63697>

14. Біогеоценологічні дослідження лісів степової зони України : монографія / за ред. А. П. Травлєєва. Дніпро : Вид-во «Свідлер А. Л.», 2016. 203 с.
15. Серга О. І., Якубенко Б. Є., Бабицький А. І., Григорюк І. П. (2017). Адвентивні види деревних рослин та їхні інвазії в Лісостепу України. *Науковий вісник НУБіП України*. № 270. С. 7–15.
16. Дідух Я. П., Шеляг-Сосонко Ю. Р. (2003). Геоботанічне районування України та суміжних територій. *Український ботанічний журнал*. Вип. 60, № 1. С. 6–17.
17. Лихолат Ю. В., Хромих Н. О., Іванько І. А., Матюха В. Л., Кравець С. С., Дідур О. О., Алексєєва А. А., Шупранова Л. В. (2017). Оцінка і прогноз інвазійності деяких адвентивних рослин за впливу кліматичних змін у Степовому Придніпров'ї. *Biosystems Diversity*. Т. 25 (1). С. 52–59. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vdube_2017_25\(1\)_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vdube_2017_25(1)_10) (дата звернення: 09.12.2025).
18. Савосько В. М., Квітко М. О., Лихолат Ю. В., Григорюк І. П., Назаренко М. М. (2018). Лісові культурфітоценози Криворізького гірничо-металургійного регіону. *Флористичне і ценотичне різноманіття у відновленні, охороні та збереженні рослинного світу* : монографія. Київ, С. 51–69. DOI: <https://doi.org/10.31812/123456789/2905> (дата звернення: 09.12.2025).
19. Kvitko, M. O., Savosko, V. M., Lykholat, Y. V., Holubiev, M. I., Hrygoruk, I. P., Lykholat, O. A. ... Ovchinnikova Y. Y. (2022). Assessment of the ecological hybrid threat to industrial area in connection with the vital state of artificial woody plantations in Kryvyi Rih District (Ukraine). *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1049, 012046. Retrieved from <http://biblio.umsf.dp.ua/jspui/handle/123456789/6098>
20. Gonzalez, A., Germain, R. M., Srivastava, D. S., Filotas, E., Dee, L. E.,

- Gravel, D. ... Loreau, M. (2020). Scaling-up biodiversity-ecosystem functioning research. *Ecology Letters*, 23(4), 757–776. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/ele.13456>
21. Valencia, E., De Bello, F., Galland, T., Adler, P. B., Lepš, J., E-Vojtkó, A. ... Götzenberger, L. (2020). Synchrony matters more than species richness in plant community stability at a global scale. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(39), 24345–24351. Retrieved from <https://doi.org/10.1073/pnas.1920405117>
 22. Wang, S., Isbell, F., Deng, W., Hong, P., Dee, L. E., Thompson, P., & Loreau, M. (2021). How complementarity and selection affect the relationship between ecosystem functioning and stability. *Ecology*, 102(6), e03347. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/ecy.3347>
 23. Loreau, M., Barbier, M., Filotas, E., Gravel, D., Isbell, F., Miller, S. J. ... Dee, L. E. (2021). Biodiversity as insurance: from concept to measurement and application. *Biological Reviews*, 96(5), 2333–2354. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/brv.12756>
 24. Zhao, L., Wang, S., Shen, R., Gong, Y., Wang, C., Hong, P., & Reuman, D. C. (2022). Biodiversity stabilizes plant communities through statistical-averaging effects rather than compensatory dynamics. *Nature Communications*, 13(1), 7804. Retrieved from <https://doi.org/10.1038/s41467-022-35514-9>
 25. Yang, X., Qiu, S., Zhu, Z., Rittenhouse, C., Riordan, D., & Cullerton, M. (2023). Mapping understory plant communities in deciduous forests from Sentinel-2 time series. *Remote Sensing of Environment*, 293, 113601. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.rse.2023.113601>.
 26. Davidson, J. L., & Shoemaker, L. G. (2023). Resistance and resilience to invasion is stronger in synchronous than compensatory communities. *Ecology*, 104(11), e4162. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/ecy.4162>

27. Григорюк І. П. (1996). Реакція рослин на водний і температурний стреси та способи її регуляції : автореф. дис. ... д-ра біол. наук ; Ін-т фізіології рослин і генетики НАН України. Київ, 40 с.
28. Lykholat, Y., Khromyk, N., Ivan'Ko, I., Kovalenko, I., Shupranova, L., & Kharytonov, M. (2016). Metabolic responses of steppe forest trees to altirude-associated local environmental changes. *Agriculture & Forestry/Poljoprivreda i šumarstv*, 62(2). Retrieved from <https://www.agricultforest.ac.me/paper.php?id=2573>
29. Baranovski, B., Khromykh, N., Karmyzova, L., Ivanko, I., & Lykholat, Y. (2016). Analysis of the alien flora of Dnipropetrovsk Province. *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University*, 6(3), 419–429. Retrieved from <https://www.ujecology.com/articles/analysis-of-the-alien-flora-of-dnipropetrovsk-province.pdf>
30. Лихолат Ю. В., Хромих Н. О., Алексеева А. А., Лихолат Т. Ю., Лихолат О. А., Вишнікіна О. В. ... Григорюк, І. П. (2020). Особливості водообмінних процесів нетрадиційних малопоширених плодових рослин в умовах Степового Придніпров'я як критерій розширення асортименту продукції з високою біологічною цінністю. *Екологічний вісник Криворіжжя*. Вип. 5. 112–126. URL: <https://journal.kdpu.edu.ua/ecolog/uk/article/view/4358> (дата звернення: 09.12.2025).
31. Савосько В. М., Квітко М. О. (2017). Сучасний життєвий стан лісових культурфітоценозів Криворіжжя. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. Вип. 75. С. 75–82. DOI: <https://doi.org/10.31812/0564/2042> (дата звернення: 09.12.2025).
32. Didukh, Yakiv, Pashkevych, Nataliia, Kucher, Oksana & Chusova, Olha. (2023). Impact of Climate Change on Ruderal Communities in the Conditions of Ukraine. *Ekológia (Bratislava)*, 42(1), 39–46. Retrieved from https://geobot.org.ua/files/publication/2993/impact_of_climate_change_on_r

[uderal communities in.pdf](#)

33. Barbati, A., Marchetti, M., Chirici, G., & Corona, P. (2014) European Forest Types and Forest Europe SFM indicators: Tools for monitoring progress on forest biodiversity conservation. *Forest Ecology and Management*, 321, 145–157. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112713004362>
34. Rodwell, J. S., Schaminée, J. H. J., Mucina, L., Pignatti, S., Dring, J., & Moss, D. (2002). *The Diversity of European Vegetation. An Overview of Phytosociological Alliances and Their Relationships to EUNIS Habitats*. Wageningen: National Reference Centre for Agriculture, Nature and Fisheries.
35. Mucina, L., Bültmann, H., Dierßen, K., Theurillat, J., Raus, T., Čarni, A. ... Tichy, L. (2016). Vegetation of Europe: Hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science*, 19, 3–264. Retrieved from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/avsc.12257>
36. Biondi, E. (2011). Phytosociology today: Methodological and conceptual evolution. *Plant Biosystems – An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 145, 19–29. Retrieved from <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/11263504.2011.602748>
37. Blasi, C., & Frondoni, R. (2011). Modern perspectives for plant sociology: The case of ecological land classification and the ecoregions of Italy. *Plant Biosystems – An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 145, 30–37. Retrieved from <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/11263504.2011.602747>
38. Meddour, R., & Mucina, L. (2021). Validation of associations, alliances and orders of the Algerian forest and scrub vegetation. *Mediterranean Botany*, 42, e75352. Retrieved from <https://revistas.ucm.es/index.php/>

[MBOT/article/view/75352](https://mbot/article/view/75352)

39. Russo, G., Pedrotti, F., & Gafta, D. (2020). Typology and synecology of aspen woodlands in the central-southern Apennines (Italy): New findings and synthesis. *iForest*, 13(3), 202–208. Retrieved from <https://iforest.sisef.org/abstract/?id=ifor3315-013>
40. Willner, W. (2020). “What Is an Alliance?” Vegetation Classification and Survey 1: 139–144. DOI:[10.3897/VCS/2020/56372](https://doi.org/10.3897/VCS/2020/56372)
41. Anand, M., & Kadmon, R. (2000). Community-level analysis of spatiotemporal plant dynamics. *Ecoscience*, 7, 101–110. Retrieved from <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/11956860.2000.11682578>
42. Голубець М. А. (2010). Типологічне впорядкування різноманітності лісових угруповань України. Львів : Манускрипт, 36 с.
43. Ткач В. П., Тарнопільська О. М., Орлов О. О. (2024). Типи лісових формацій України в системі європейських класифікацій : монографія / за ред. В. П. Ткача. Харків: Друкарня Мадрид, 415 с. URL: https://uriffm.org.ua/media/uploads/2024/11/04/monografiya_types_of_forest.pdf (дата звернення: 09.12.2025).
44. Malanson, G. P., Talal, M. L., Pansing, E. R., & Franklin, S. B. (2021). Vegetation ecology with anthropic drivers and consequences. *Prog. Phys. Geogr. Earth Environ*, 45(3), 446–459. Retrieved from <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0309133321999371>
45. Pielech, R. (2021). Plant species richness in riparian forests: Comparison to other forest ecosystems, longitudinal patterns, role of rare species and topographic factors. *Forest Ecology and Management*, 496, 119400. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119400>
46. Essl, F., Glaser, M., & Schertler, A. (2021). New and old invaders in forests in eastern Austria: The role of species attributes and invasion history. *Flora*, 283, 151922. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0367253021001614>

47. EUNIS, the European Nature Information System. (2025). Retrieved from <https://eunis.eea.europa.eu>
48. Pfister, R. D. & Arno, S. F. (1980). Classifying Forest Habitat Types Based on Potential Climax Vegetation. *Forest Science*, 26(1), 52–70. Retrieved from <https://doi.org/10.1093/forestscience/26.1.52>
49. Caudle, D., DiBenedetto, J., Karl, M. S., Sanchez, H., & Talbot, C. (2013). *Interagency Ecological Site Handbook for Rangelands*. Washington: National Resource Conservation Service. Retrieved from <https://jornada.nmsu.edu/files/InteragencyEcolSiteHandbook.pdf>
50. Устименко П. М., Дубина Д. В., Барановський Б. О., Жихарева А. В. (2022). Паритетне різноманіття лісової рослинності степової зони: сучасний стан, загрози та напрями змін. *Ecology and Noospherology*. Т. 33, № 2. С. 55–60. DOI: <https://doi.org/10.15421/032209> (дата звернення: 09.12.2025).
51. MacKenzie, William & Meidinger, Del. (2017). The Biogeoclimatic Ecosystem Classification Approach: an ecological framework for vegetation classification. *Phytocoenologia*, 48(2), 203–213. doi: [10.1127/phyto/2017/0160](https://doi.org/10.1127/phyto/2017/0160)
52. Haeussler, S. (2011). Rethinking biogeoclimatic ecosystem classification for a changing world. *Environmental Reviews*, 19, 254–277. Retrieved from <https://cdnsiencepub.com/doi/abs/10.1139/a11-008>
53. Chandler, J. R., Haeussler, S., Hamilton, E. H., Feller, M., Bradfield, G., & Simard, S. W. (2017). Twenty years of ecosystem response after clearcutting and slashburning in conifer forests of central British Columbia. Canada. *PLoS ONE*, February 24, Retrieved from <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0172667>
54. Braun-Blanquet, J. (1964). *Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde*. 3rd Edition, Springer-Verlag, Berlin. Retrieved from <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-7091-8110-2>

55. Westhoff, V. E., & van der Maarel, E. (1978). The Braun–Blanquet approach. *Classification of Plant Communities*; Whittaker, R. H., Ed.; Springer: Dordrecht, The Netherlands, 287–399. Retrieved from https://www.geobotany.org/library/pubs/WesthoffV1978_BraunBlanquet.pdf
56. Clements, F. E. (1936). Nature and Structure of the Climax. *The Journal of Ecology*, 24(1), 252–284. Retrieved from https://www.geobotany.org/library/pubs/ClementsFE1936_jecol_252-284.pdf
57. De Caceres, M., Jansen, F., Endicott, S., & Dell, N. (2025). *Indicspecies: Relationship between species and groups of sites. R package version 1.7.6*. Retrieved from <https://cran.r-project.org/web/packages/indicspecies/index.html>
58. [U.S. Department of Agriculture](https://www.usda.gov). (2025). Retrieved from <https://www.usda.gov>
59. Brohman, R., & Bryant, L. (Eds.). (2005). *Existing Vegetation Classification and Mapping Technical Guide*. Gen. Tech. Rep. WO–67. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture Forest Service, Ecosystem Management Coordination Staff. Retrieved from https://www.fs.usda.gov/emc/rig/documents/protocols/vegClassMapInv/EV_TechGuideV1-1-2.pdf
60. Winthers, E., Fallon, D., Haglund, J., DeMeo, T., Nowacki, G., Tart, D. ... Rorick, A. (2005). *Terrestrial Ecological Unit Inventory Technical Guid: General Technical Report*. Washington: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington Office, Ecosystem Management Coordination Staff. Retrieved from <https://doi.org/10.2737/WO-GTR-68>
61. Дрозд П. Ю. (2016). Розвиток геоботанічних досліджень в Україні в 20–30-х pp. XX ст. *Історія науки і біогеографістика*. № 1. URL: <https://geobot.org.ua/files/publication/2085/08.pdf> (дата звернення: 09.12.2025).

62. Bestelmeyer, B. T., Burkett, L. M., & Lister, L. (2021). Effects of managed fire on a swale grassland in the Chihuahuan Desert. *Rangelands*, 43(5), 181–184. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0190052821000481>
63. Briske, D. D., Bestelmeyer, B. T., Stringham, T. K., & Shaver, P. L. (2008). Recommendations for development of resilience-based state-and-transition models. *Rangeland Ecology & Management*, 61(4), 359–367. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1550742408500492?via%3DiHub>
64. Aoyama, L., Bartolome, J. W., & Hallett, L. M. (2020). Incorporating diversity measures into ecological site descriptions to manage biodiversity on heterogeneous landscapes. *Rangelands*, 42(4), 93–105. Retrieved from <https://arizona.aws.openrepository.com/bitstream/handle/10150/667769/S0190052820300523.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
65. *Ecosystem Dynamics Interpretive Tool (EDIT)*. (2025). Retrieved from <https://edit.jornada.nmsu.edu/>
66. Травлеєв А. П., Зверковський В. М., Білова Н. А., Котович О. В., Вернигора С. А. (2011). Новітні принципи відновлення порушених промисловістю екосистем у межах виконання кластерної інноваційної програми НАН України «Родючість ґрунтів». *Екологія та ноосферологія*. Т. 22, № 3–4. С. 28–42.
67. *The forest inventory and analysis database: database description and user Guide. Version 9.01 for phase 2*. U.S. (2021). Department of Agriculture, Forest Service. Retrieved from https://research.fs.usda.gov/sites/default/files/2023-11/wo-fiadb_user_guide_p2_9-1_final.pdf
68. *Climate Change. AR6 Synthesis Report*. (2023). IPCC Geneva, Switzerland. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
69. *Global Forest Resources Assessment* (2020). Rome: Key findings. Retrieved

- from <https://openknowledge.fao.org/items/ac91b7b4-87eb-41eb-bdb1-d1c31fe249a8>
70. Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Péan, C., Berger, S. ... Caud, N. (Eds.). (2021). *Climate Change 2021. The Physical Science Basis Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press: Cambridge, UK. Retrieved from https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SP_M_final.pdf
 71. IUCN (International Union for Conservation of Nature) Red List Committee. *The IUCN red list of threatened species TM strategic plan 2017–2020*. (2017). IUCN, Gland, Switzerland. Retrieved from https://nc.iucnredlist.org/redlist/resources/files/1630480997-IUCN_RED_LIST_QUADRENNIAL_REPORT_2017-2020.pdf
 72. Karamushka, V., Boychenko, S., Kuchma, T., & Zabarna, O. (2022). Trends in the environmental conditions, climate change and human health in the southern region of Ukraine. *Sustainability*, 14(9), 5664. doi:[10.3390/su14095664](https://doi.org/10.3390/su14095664)
 73. Maes J., Bruz'on A. G., Barredo J. I., Vallecillo, S., Vogt, P., Rivero, I. M., & Santos-Martín, F. (2023). *Nature Communications*, 14, 3723. Retrieved from <https://doi.org/10.1038/s41467-023-39434-0>
 74. Martin-Benito, D., Molina-Valero, J. A., Perez-Cruzado, C., Bigler C., & Bugmann, H. (2022). *Forest Ecology and Management*, 524, 120541. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120541>
 75. Open Data-Server. (2020). https://opendata.dwd.de/climate_environment
 76. OECD. *Territorial Outlook* (2001). Paris: OECD. Retrieved from https://www.oecd.org/en/publications/oecd-territorial-outlook_9789264189911-en.html
 77. Pintilii, R.-D. (2022). Forest Recreation and Landscape Protection. *Forests*,

- 13(9), 1440. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/f13091440>
78. Redin, C. G., Valente, M. L., Andriollo, D. D., Junior, A. V. I., de Araujo E. F., & Reichert J. M. (2023). Soil-landscape-vegetation relationships in grassland-forest boundaries, and possible applications in ecological restoration. *Journal of South American Earth Sciences*, 123, 104684. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2023.104684>
 79. Sanchez-Badini, O., & Innes, J. L. (2019). Forests and trees: A public health perspective. *Sante publique*, May 13, S1(HS), 241–248. Retrieved from <https://doi.org/10.3917/spub.190.0241>
 80. Santoro, M., Cartus, O., Antropov, O., & Miettinen, J. (2024). Estimation of Forest Growing Stock Volume with Synthetic Aperture Radar: A Comparison of Model-Fitting Methods. *Remote Sensing*, 16(21), 4079. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/rs16214079>
 81. Seliger, A., Ammer, C., Kreft, H., & Zerbe S. (2023). *Journal of Environmental Management*, 343, 118199. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118199>
 82. Senf, C., & Seidl R. (2021). *Nat Sustain*, 4, 63–70. Retrieved from <https://doi.org/10.1038/s41893-020-00609-y>
 83. Shao, J., Habib, A., & Fei, S. (2023). Semantic segmentation of uav lidar data for tree plantations. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Retrieved from <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-1-W2-2023-1901-2023> .
 84. Hines, A., Bengston, D. N., & Dockry, M. J. (2019). The Forest Futures Horizon Scanning project. *General Technical Report – Proceedings*. Northern Research Station. A: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. Retrieved from <https://doi.org/10.2737/NRS-GTR-P-187>
 85. *The IUCN Red List of Threatened Species*. (2025). Retrieved from <https://www.iucnredlist.org/>

86. *National Resource Conservation Service. National Ecological Site Handbook* (2016). Retrieved from <https://www.nrcs.usda.gov/resources/guides-and-instructions/national-ecological-site-handbook>
87. Jongman, R. H. G., Bouwma, I., Griffioen, A., & Jones-Walters, L. (2011). The Pan European Ecological Network: PEEN. *Landscape Ecology*, 26, 311–326. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/s10980-010-9567-x>
88. *The Territorial state and perspectives of the European Union. Background document for the Territorial Agenda of the European Union 2020.* (2011). Retrieved from https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/policy/what/territorial-cohesion/territorial_state_and_perspective_2011.pdf
89. Жихарева А. В. (2024). Історія флористичних досліджень лісових біогеоценозів Північного Степового Придніпров'я. *Екологія та ноосферологія*. Т. 35, № 1. С. 94–98. DOI: <https://doi.org/10.15421/032415> (дата звернення: 09.12.2025).
90. Борсукевич Л. М. (2024). Історія вивчення заплавних лісів України: напрямки, проблеми, перспективи. *Чорноморський ботанічний журнал*. Т. 20, № 3. 327–351. URL: <https://cbj.kspu.edu/index.php/cbj/article/view/797> (дата звернення: 09.12.2025).
91. Добровольський І. А., Шанда В. І., Гаєва Н. В. (1979). Характер і напрями сингенезису в техногенних екотопах Кривбасу. *Український ботанічний журнал*. Т. 36, № 6. С. 524–527.
92. Шанда В. І., Гнілуша Н. В., Ющук Є. Д., Рева С. В., Маленко Я. В., Комісар І. О., Євтушенко Е. О., Гетьманець Р. І. (2003). Проблематика екологічного обґрунтування оптимізації рослинного покриву Криворіжжя *Проблеми екології та екологічної освіти*: матер. II

- Міжнар. наук.-практ. конференції. Кривий Ріг, С. 23–24.
URL: <https://elibrary.kdpu.edu.ua/handle/123456789/4802>
(дата звернення: 09.12.2025).
93. Євтушенко Е. О., Шанда В. І., Савосько В. М., Маленко Я. В., Ворошилова Н. В., Гнілуша Н. В., Качинська В. В., Кобрюшко О. О., Комарова І. О., Поздній Є. В., Марченко С. О. (2017). Структура та розвиток культурфітоценозів Криворіжжя : монографія / за ред. Е. О. Євтушенка, В. М. Савоська. Кривий Ріг : Діонат, 168 с. URL: <https://elibrary.kdpu.edu.ua/handle/0564/1008> (дата звернення: 09.12.2025).
 94. Маленко Я. В., Поздній Є. В., Вербя Д. Д. (2024). Специфіка складу та розвиток рослинності техногенних екотопів відвалів Кривбасу. *Education and science of today: intersectoral issues and development of sciences: Collection of scientific papers «ΛΟΓΟΣ» with Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference, Cambridge, March 29, 2024. Cambridge – Vinnytsia: P.C. Publishing House & UKRLOGOS Group LLC, P. 284–290. DOI: <https://doi.org/10.36074/logos-29.03.2024.060> (дата звернення: 09.12.2025).* (дата звернення: 09.12.2025).
 95. Савосько В. М., Товстоляк Н. В., Лихолат Ю. В., Григорюк І. П. (2019). Мінливість ботаніко-екологічних показників деревостанів садово-паркових культурфітоценозів Криворіжжя. *Біологічні системи: теорія та інновації*. Вип. 10, № 3. С. 13–26. DOI: <https://doi.org/10.31812/123456789/3638> (дата звернення: 09.12.2025).
 96. Лісова таксація: Програма та методичні вказівки до навчальної практики студентів напряму підготовки 6.090103 – «Лісове і садово-паркове господарство». Вид. 2-ге, доп. / НУБіП України ; розроб. : В. В. Миронюк, В. А. Свинчук, О. Г. Маніта. – К., 2014. – 58 с.
 97. Лісовий кодекс України [із змінами, внесеними згідно із Законом No 1483 - VI (1483 – 17) , 9 черв. 2009] // Відом. Верховної Ради України. –

2009. – No 45. – С. 684.

98. Гайда Ю., Попадинець І., Яцик Р., Парпан В., Гуменюк І., Кухарський Т., Тирчик А., Козацька Н., Трентовський В. (2008). Лісові генетичні ресурси та їх збереження на Тернопільщині. Тернопіль : Підручники і посібники, 276 с.
99. Turok, Jozef & Mátyás, Csaba. (2000). Collaboration on forest genetic resources in Europe and national implementation in Hungary. *SOPRONI EGYETEM TUD. KÖZL.* 2000, 46, 25–34. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/374784062_Collaboration_on_forest_genetic_resources_in_Europe_and_national_implementation_in_Hungary
100. Рекомендації із збереження, відновлення та використання генетичних ресурсів цінних малопоширених лісових деревних видів у Карпатському регіоні і на прилеглих територіях / Збірник рекомендацій УкрНДДірліс. Випуск 2. «Наукові аспекти ведення сталого лісового господарства». – ІваноФранківськ, 2005. – с.7-28.
101. Preislerová, Z., Marcenò, C., Loidi, J., Bonari, G., Borovyk, D., Gavilán, R. ... Chytrý, M. (2024). Structural, ecological and biogeographical attributes of European vegetation alliances. *Applied Vegetation Science*, 27. e12766. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/avsc.12766>
102. Kobylinska, T. V., & Huseva, N. Y. (2020). A Statistical Study of the Forestry in Ukraine. *Statistics of Ukraine*, 8990(2–3), 12–21. Retrieved from [https://doi.org/10.31767/su.2-3\(89-90\)2020.02-03.02](https://doi.org/10.31767/su.2-3(89-90)2020.02-03.02)
103. Kotr'ík, M., Bazany, M., Ciliak, M., Knopp, V., Malis, F., Ujhazyova, M., Vasko, L., Vladovic, J., & Ujhazy, K. (2023). Half a century of herb layer changes in Quercus-dominated forests of the Western Carpathians. *Forest Ecology and Management*, 554, 121151 Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121151>
104. Lykholat, Y. V., Khromykh, N. A., Ivan'ko, I. A., Matyukha, V. L., Kravets, S. S., Didur, O. O., Alexeyeva, A. A., & Shupranova, L. V. (2017).

- Assessment and prediction of the invasiveness of some alien plants in conditions of climate change in the steppe Dnieper region. *Biosystems Diversity*, 25(1), 52–59. Retrieved from <https://ecology.dp.ua/index.php/ECO/article/view/011708/691>
105. Rumiantsev, M. (2020). Use of forest site capacity by forests of Ukraine. *Scientific Bulletin of UNFU*, 30(1), 49–54. Retrieved from <https://doi.org/10.36930/40300108>
 106. Siruk, I., & Siruk, Yu. (2023). Recreation characteristics of the green zone forests of the Zhytomyr city. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 14(4), 73–87. Retrieved from <https://doi.org/10.31548/forest/4.2023.73>
 107. Solomakha, I. & Chornobrov, O. (2021). Ecological and typological assessment of forest vegetation of the Middle Dnieper (Forest-steppe of Ukraine). *Agroecological journal*, 2, 7–18. Retrieved from https://geobot.org.ua/files/publication/2666/solomakha_typy.pdf
 108. Solomakha, I. V., Konishchuk, V. V., Mudrak, O. V. & Mudrak, H. V. (2020). A Study of the Emerald Network objects in Ukrainian Forest-Steppe of Dnieper Ecological Corridor. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (2), 209–218. Retrieved from <https://www.ujecology.com/articles/a-study-of-the-emerald-network-objects-in-ukrainian-foreststeppe-of-dnieper-ecological-corridor.pdf>
 109. Денисик Г. І., Ярков С. В., Казаков В. Л. (2012). Сингенез рослинного покриву в ландшафтах зон техногенезу : монографія. Вінниця; Кривий Ріг : ПП «ТД «Едельвейс і К», 238 с.
 110. Денисик Г. І., Коптева Т. С. (2021). Криворізька ландшафтно-технічна система: розвиток, сучасний стан, шляхи оптимізації. *Фізична географія та геоморфологія*. № 105–107. С. 25–29. DOI: <https://doi.org/10.17721/phgg.2021.1-3.03> (дата звернення: 09.12.2025).
 111. Мартин А. Г., Осипчук С. О., Чумаченко О. М. (2015). Природно-сільськогосподарське районування України : монографія. Київ : ЦП

«Компринт», 328 с. URL:
https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u18/monograph_natural_agricultural_zoning.pdf (дата звернення: 09.12.2025)

112. Савосько В. М., Квітко, М. О. (2016). Екобіогеохімія листового опаду лісових культурфітоценозів степу в умовах урболандшафтів. *Рослини та урбанізація* : матер. V Міжнар. наук.-практ. конф., м. Дніпропетровськ, 16–17 лютого 2016 р. Дніпропетровськ, С. 42–44. URL: <https://elibrary.kdpu.edu.ua/handle/123456789/2939> (дата звернення: 09.12.2025).
113. Кліматичні зміни в Україні: виклики та адаптація: Звіт Міністерства екології та природних ресурсів України. Київ, 2020.
114. Довідка про кліматичні характеристики у м. Кривий Ріг (період спостережень 1991–2020 роки). Кривий Ріг : Авіаметеостанція ; Дніпропетровський регіональний центр з гідрометеорології, 2021. 4 с.
115. Baranovski, B., Khromykh, N., Karmyzova, L., Ivanko, I., & Lykholat, Y. (2016). Analysis of the alien flora of Dnipropetrovsk Province. *Ukrainian Journal of Ecology*, 6(3), 419-429. DOI:[10.15421/2016113](https://doi.org/10.15421/2016113)
116. Барановський Б. О., Іванько І. А., Котович О. В., Кармизова Л. О., Рощина Н. О. (2017). Аналіз трофічної структури флори лісів долини р. Оріль. *Gruntoznavstvo*. Т. 18, № 3–4. С. 37–50. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/grunt_2017_18_3-4_6 (дата звернення: 09.12.2025).
117. Горбань В. А., Лісовець О. І. (2020). Екосистемні моніторингові дослідження в Присамар'ї (Дніпропетровська область, Україна). *Моніторинг та охорона біорізноманіття в Україні. Серія «Conservation Biology in Ukraine»*. Вип. 16, т. 1. С. 60–61. URL: https://geobot.org.ua/files/publication/2150/t1_web_monochbioriz_konferen ce.pdf#page=65 (дата звернення: 09.12.2025).
118. Якуба М. С., Горбань В. А. (2021). Історичні аспекти створення та

- особливості функціонування полезахисних насаджень степової зони України. *Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель*. Вип. 50. С. 35–42. DOI: <https://doi.org/10.15421/442104> (дата звернення: 09.12.2025).
119. Lykholat, O. A., Marenkov, O. M., Nesterenko, O. S., Lykholat, T. Y., Kvitko, M. O., Kobryushko, O. O., & Lykholat Y. V. (2023). Accumulation of endocrine-disrupting compounds (EDCs) in *Procambarus Virginalis* tissue in Dnipro river: ecological and hygienic aspects. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1254, 012014. Retrieved from <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1254/1/012014/meta>
 120. Bielyk, Y. V., Lykholat, Y. V., Lykholat, T. Y., & Kvitko, M. O. (2024) Botanical and ecological characteristics of the floristic core of woody-shrub plant communities on technogenically devastated lands (Kryvyi Rih, Ukraine). *Ecologyand noospherology*, 35(1), 28–32. DOI: <https://doi.org/10.15421/032404>
 121. План дій з реалізації у 2020–2022 роках стратегічного плану розвитку міста Кривого Рогу на період до 2025 року. *Офіційний сайт Виконкому Криворізької міської ради*. URL: https://kr.gov.ua/api/uploads/48_buklet_fb0801fd5e.pdf (дата звернення: 09.12.2025).
 122. Maus, V., Giljum S., Gutschlhofer, J., da Silva, D. M., Probst, M., Gass, S. L. B., Luckeneder, S., Lieber, M., & McCallum, I. (2020). A global-scale data set of mining areas. *Scientific Data*, 7(1), 289. doi: 10.1038/s41597-020-00624-w
 123. Pihulevskyi, P. G., Anisimova, L. B., Kalinichenko, O. O., Panteleeva, N. B., & Hanchuk, O. V. (2021). Analysis of natural and technogenic factors on the seismicity of Kryvyi Rih. *Journal of Physics: Conference Series*, 1840(1). IOP Publishing, 2021. Retrieved from <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1840/1/012018/pdf>

124. Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року : Закон України від 28.02.2019 № 2697-VIII. *Відомості Верховної Ради*. 2019. № 16. Ст. 70. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (дата звернення: 09.12.2025).
125. Цілі сталого розвитку 2016–2030. *UNDP* : web-сайт. URL: <https://www.undp.org/uk/ukraine/tsili-staloho-rozvytku> (дата звернення: 09.12.2025).
126. Звіт про виконання у 2022 році Міської програми вирішення екологічних проблем Кривбасу та поліпшення стану навколишнього природного середовища на 2016–2025 рр. *Офіційна сторінка управління екології виконкому Криворізької міської ради*. URL: https://srvk.gov.ua/ua/main-mediafunc-osxfile.file/pg/21121342679784_1_7o/ (дата звернення: 09.12.2025).
127. Звіт про стратегічну оцінку документа державного планування «Програма соціально-економічного та культурного розвитку Криворізького району на 2023–2027 роки». *Криворізька районна державна адміністрація. Дніпропетровська область* : веб сайт. URL: <https://krrda.dp.gov.ua/rishennya-gromadi/strategichna-ekolohichna-otsinka-dokumenta-derzhavnoho-planuvannia-prohrama-sotsialno-ekonomichnoho-ta-kulturnoho-rozvytku-kryvorizkoho-raionu-na-2023-2027-roky> (дата звернення: 09.12.2025).
128. Інформація про стан виконання за 9 місяців 2023 року Міської програми вирішення екологічних проблем Кривбасу та поліпшення стану навколишнього природного середовища на 2016–2025 роки. *Офіційна сторінка управління екології виконкому Криворізької міської ради*. URL: [odnogo-seredovyshha-na-2016-2025-roky/](https://krrda.dp.gov.ua/rishennya-gromadi/odnogo-seredovyshha-na-2016-2025-roky/) (дата звернення: 09.12.2025).
129. Про затвердження порядку поділу лісів на категорії та виділення

- особливо захисних лісових ділянок : Постанова Кабінету Міністрів України від 16 квітня 2007 року № 733. *Верховна Рада України. Законодавство України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/733-2007-%D0%BF#Text> (дата звернення: 09.12.2025).
130. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2023 рік. *Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів* : веб-сайт. URL: <https://adm.dp.gov.ua/pro-oblast/ekologiya-pro-oblast/ekologiya> (дата звернення: 09.12.2025).
131. Екологічний паспорт міста Кривого Рогу за 2015–2020 роки. Кривий Ріг, 2021. 76 с. URL: https://kr.gov.ua/api/uploads/Ekologichnij_pasport_24_11_2021_VN_postranichno_c611b662cb.pdf (дата звернення: 09.12.2025).
132. Кривий Ріг у цифрах і фактах 2021. Кривий Ріг : Управління економіки виконкому Криворізької міської ради. 2021. 10 с.
133. Кривий Ріг. Генеральний план населеного пункту (пояснювальна записка 2319/11365-МД.ПЗ) / Державне підприємство «Державний інститут по проектуванню підприємств гірничорудної промисловості «Кривбаспроект» (ДП «ДПІ «Кривбаспроект»). Кривий Ріг, 2011. 562 с.
134. Реєстр місць видалення відходів у Дніпропетровській області. *Офіційний сайт Дніпропетровської обласної державної адміністрації*. URL: <https://adm.dp.gov.ua/storage/app/media/EKOLOGIA/MVV-REESTR-20-08-2021.pdf> (дата звернення: 09.12.2025).
135. Krasova O. & Pavlenko A. (2018). To Classification of technotops of the Kryvyi Rih region objects of mining industry. *Classification of vegetation and biotopes of Ukraine: Third Ukrainian Scientific- theoretical Conference of Proceedings, Kyiv, April 19–21* (p. 103–108). Kyiv: National Academy of Sciences of Ukraine. Retrieved from https://www.botany.kiev.ua/doc/zbirnyk_class_biotop_2018.pdf
136. Казаков, В. Л., Паранько, І. С., Казаков В. Л. Рельєф

- Криворіжжя. *Фізична географія Криворіжжя* : монографія. Кривий Ріг, 2015. С. 49–81. URL: <https://elibrary.kdpu.edu.ua/handle/123456789/5036> (дата звернення: 09.12.2025).
137. Статистична інформація по Дніпропетровській області та місту Кривий ріг за 2015–2020 роки. Дніпро: Головне управління статистики у Дніпропетровській області, 2021. 7 с.
138. *Meteopost. Weather forecast maps in Ukraine for 5 days: temperature, precipitation, humidity, cloudiness.* (2025). Retrieved from <https://meteopost.com/ua/weather/maps/>
139. *World Weather Information Service. Official Forecasts* (2021). Retrieved from <https://worldweather.wmo.int/en/home.html>
140. Тарасов В. В. (2012). Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. Дніпропетровськ : Вид-во ДНУ ; ЛІРА, 296 с. URL: <https://www.zoology.dp.ua/wp-content/downloads/KEDU/Tarasov.pdf> (дата звернення: 09.12.2025).
141. Паранько І. С., Казаков В. Л., Калініченко О. О., Коцюруба В. В., Остапчук І. О., Савосько В. М., Шипунова В. О., Ярков С. В. (2015). *Фізична географія Криворіжжя* : монографічна навчальна книга. Кривий Ріг : Вид. Роман Козлов, 272 с.
142. *Енциклопедія Криворіжжя* : у 2 т. / упоряд. В. П. Бухтіяров. Кривий Ріг : «ЯВВА», 2005. Т. 1. С. 191–192.
143. Товстенко Т. Д. (2009). Територіальний і розпланувальний розвиток м. Кривий Ріг. *Праці Центру пам'яткознавства*. Київ, Вип. 16. С. 240–255. URL: <https://nasplib.isoftware.kiev.ua/items/9fca6ff9-ac30-4016-91b8-38667bf28429> (дата звернення: 09.12.2025).
144. Тямін М. Ю. (2009). Етапи містобудівного розвитку м. Кривий Ріг. *Праці Центру пам'яткознавства*. Київ, Вип. 16. С. 255–268. URL: <https://nasplib.isoftware.kiev.ua/server/api/core/bitstreams/8563883e-c008-46da-9fd4-cf5d303aba99/content> (дата звернення: 09.12.2025).

145. Довідник з лісового фонду України за матеріалами державного обліку лісів станом на 01.01.2011 року. Ірпінь, 2012. 130 с.
146. Савосько В. М. (2009). Ґрунтовий покрив Криворіжжя. *Фізична географія Криворіжжя* : монографічна навчальна книга. Кривий Ріг : Видавець Роман Козлов, 2015. – С. 133–150.
147. Vriens B., Plante B., Seigneur N., & Jamieson H. (2020). Mine waste rock: insights for sustainable hydrogeochemical management. *Minerals*, 10(9), 728. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/min10090728>
148. Данильчук Н. М., Красноштан О. В., Бойко Л. І., Юхименко Ю. С. (2021). Довговічність деревно-чагарникових рослин у ландшафтних композиціях м. Кривий Ріг та дендрарії Криворізького ботанічного саду нан України. *Sciences of Europe*. 78-2, Global Science Center LP., P. 8–12
149. Данильчук О. М., Гришко В. М., Павлюкова Н. Ф. (2019). Особливості акумуляції деяких важких металів органами асиміляції видів роду *Populus* L. та розвиток процесу пероксидації. *Питання біоіндикації та екології*. Т. 24, № 2. 58–70.
150. Узбек І. Х., Галаган Т. І. (2012). Особливості ґрунтоутворення в умовах техногенезів Степового Придніпров'я. *Ґрунтознавство*. Т. 13, № 1–3. С. 108–113.
151. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2021 рік: Департамент екології та природних ресурсів Дніпропетровської обласної військової адміністрації. Дніпро, 2022. 304 с. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2022/10/Regionalna-dopovid-Dnipropetrovska-ODA-2021.pdf> (дата звернення: 09.12.2025).
152. Krakovska, S., Palamarchuk, L., Gnatiuk, N., Shpytal, T., & Shedemenko, I. (2017). Changes in Precipitation Distribution in Ukraine for the 21st Century Based on Data of Regional Climate Model Ensemble. *Geoinformatika*, 4(64), 62–74. Retrieved from <https://www.geology.com.ua/wp->

[content/uploads/2021/06/Geo-4-2017_62-74.pdf](https://kr.gov.ua/content/uploads/2021/06/Geo-4-2017_62-74.pdf)

153. Про стан атмосферного повітря в місті та моніторинг його показників. *Офіційний вебсайт Криворізької міської ради та її виконавчого комітету*. URL: <https://kr.gov.ua/documents/rishennya-vikonkomu-krivorizkoyi-miskoyi-radi/zasidannya-vikonkomu-za-16-06-2021/509945-pro-stan-atmosfernog> (дата звернення: 09.12.2025).
154. Характеристика гідрографічної мережі міста Кривого Рогу. Дніпро : Регіональний офіс водних ресурсів у Дніпропетровській області, 2021. 5 с.
155. Географічне положення міста Кривого Рогу. *Офіційний веб-сайт виконкому Криворізької міської ради*. URL: https://kr.gov.ua/pro_misto_krivi_y_rig/geografichne_roztashuvannya/ (дата звернення: 09.12.2025).
156. Маренков, О. М., Курченко, В. О., Нестеренко, О. С., Чернявська, А. Ю., & Груздева, О. В. (2023). Оцінка якості та екологічний стан річки Саксагань у контексті господарсько-питного та рибогосподарського призначення. *Journal of Chemistry & Technologies*, 31(4).
157. Савосько В. М., Квітко М. О. (2016). Екологічна обумовленість сучасного стану лісових культур фітоценозів Криворіжжя. *Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель*. Вип. 45. С. 22–28. DOI: <https://doi.org/10.15421/441604> (дата звернення: 09.12.2025).
158. Савосько В. М., Квітко М. О., Григорюк І. П., Серга О. І., Лихолат Ю. В., Андріцьо М. О. (2018). Гетерогенність біометричних показників лісових культурфітоценозів в екологічних умовах Криворіжжя *Біоресурси і природокористування*. Т. 10, № 1–2. DOI: <https://doi.org/10.31812/0564/2083> (дата звернення: 09.12.2025).
159. Савосько В. М., Квітко М. О., Лихолат Ю. В., Григорюк І. П., Богач Є. М., Якубенко Б. Є. (2017). Еколого-біогеохімічні маркери життєвого

- стану деревних рослин лісових культурфітоценозів в умовах степу та промислового регіону. *Науковий вісник НУБіП України. Серія: біологія, біотехнологія, екологія.* – № 270. – С. 44–52. DOI: <https://doi.org/10.31812/0564/2043> (дата звернення: 09.12.2025).
160. Комісар І. О. (2003). Рекомендації щодо фіторекультивуації породних відвалів. *Проблеми екології та екологічної освіти* : матер. II Міжнар. наук.-практ. конференції. Кривий Ріг, С. 191–194. URL: <https://elibrary.kdpu.edu.ua/handle/123456789/12099> (дата звернення: 09.12.2025).
161. Комісар І. О. (2002). Створення лісових культур у відвальних екотопах *Проблеми екології та екологічної освіти* : матер. I Міжнар. наук. конференції. Кривий Ріг, С. 115–118. URL: <https://elibrary.kdpu.edu.ua/handle/123456789/12096> (дата звернення: 09.12.2025).
162. Квітко М. О., Савосько В. М. (2018). Екологічні особливості відносного життєвого стану лісових культурфітоценозів Криворіжжя. *Питання біоіндикації та екології.* Т. 23, № 2. С. 34–57. DOI: <https://doi.org/10.31812/123456789/3635> (дата звернення: 09.12.2025).
163. Bielyk, Y., Savosko, V., Lykholat, Yu., Heilmeier, H., & Grygoryuk, I. (2020). Macronutrients and heavy metals contents in the leaves of trees from the devastated lands at Kryvyi Rih District (Central Ukraine). *The International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2020): Web of Conferences*, 166, 01011. Retrieved from <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016601011>
164. Приседський Ю. Г., Лихолат Ю. В. (2017). Адаптація рослин до антропогенних чинників : підручник / ДонНУ імені Василя Стуса. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», – 98 с. URL: <https://r.donnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/36> (дата звернення:

09.12.2025).

165. Парки та сквери міста, куточки відпочинку, інвентаризація зелених насаджень – м. Кривий Ріг: Департамент розвитку інфраструктури міста виконкому Криворізької міської ради, 2021. 10 с.
166. Грицан Ю. І. (2000). Екологічні основи перетворюючого впливу лісової рослинності на степове середовище : монографія. Дніпропетровськ, – 296 с.
167. Савосько В. М. (2014). Динаміка екоморфічного та біоморфічного спектрів дендрофлори колишнього ботанічного саду Криворізького державного педагогічного інституту. *Екологія та ноосферологія*. Т. 25. № 1–2. С. 37–45. DOI: <https://doi.org/10.31812/0564/567> (дата звернення: 09.12.2025).
168. Савосько В. М., Квітко М. О. (2014). Сучасний стан основних насаджень Довгинцівського дендропарку (м. Кривий Ріг). *Промислова ботаніка*. № 14. С. 106–114. DOI: <https://doi.org/10.31812/0564/566> (дата звернення: 09.12.2025).
169. Кучеревський В. В., Шоль Г. Н. (2009). Анотований список урбанофлори Кривого Рогу ; Криворіз. ботан. сад Нац. акад. наук України. 2-ге вид., уточ. та доп. Кривий Ріг : Видавничий дім, 70 с. : Таблиця
170. Сметана М. Г. (2006). Екологічний потенціал лісових екосистем південного Криворіжжя. *Вісник Криворізького технічного університету*. Вип. 12. С. 277–281.
171. Savosko, V., Podolyak, A., Komarova, I., Karpenko, A. (2020). Modern environmental technologies of healthy soils contaminated by heavy metals and radionuclides. *The International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2020): E3S Web of Conferences*, 166, 01007. doi.org/10.1051/e3sconf/202016601007

172. Danylchuk, O., Danylchuk, N., Boyko, L., & Yukhymenko, Y. (2023). The influence of heavy metal pollution on the pigment content in the assimilation apparatus of poplar cultivars in the conditions of the Iron Ore region. *Ekológia (Bratislava)*, 42(4), 319–326. Retrieved from <https://reference-global.com/article/10.2478/eko-2023-0035>
173. Бойко Л. І., Юхименко Ю. С., Данильчук О. В. (2024). Інтродукція деревних рослин у промисловому регіоні степової зони України та їх використання в озелененні міст : монографія. Київ : Талком, 265 с. URL: https://shron1.chtyvo.org.ua/Boiko_Liudmyla/Introduktsiia_derevnykh_roslyn_u_promyslovomu_rehioni_stepovoi_zony_Ukrainy_ta_ikh_vykorystanni_a_v.pdf? (дата звернення: 09.12.2025).
174. Ющук Є. Д. (2015). Еколого-біологічні особливості адвентивних рослин Криворіжжя. *Екологічний вісник Криворіжжя* : зб. наук. та наук.-метод. праць / голов. ред. В. М. Савосько. Кривий Ріг, Вип. 1. С. 32–33. DOI: <https://doi.org/10.31812/ecobulletinkrd.v1i0.6309> (дата звернення: 09.12.2025).
175. Фурдичко О. І., Тимочко І. Я., Соломаха І. В. (2021). Еколого-функціональні особливості лісових насаджень Лісостепу України. *Збалансоване природокористування*. № 4. С. 29–41. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2021.253081> (дата звернення: 09.12.2025).
176. Бондарук М. А., Целіщев О. Г. (2018). Адвентивна компонента лісових фітоценозів Лісостепу України. *Лісівництво і агролісомеліорація*. Вип. 133. С. 65–70. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/lisam_2018_133_9 (дата звернення: 09.12.2025).
177. Яковлева-Носарь С. О. (2018). Дендрофлора балки Широка (острів Хортиця) *Науковий вісник НЛТУ України*. Т. 28, № 2. С. 26–30. DOI: <https://doi.org/10.15421/40280203> (дата звернення: 09.12.2025).

178. Чипиляк Т. Ф., Зубровська О. М., Шоль Г. Н. (2022). Рослини в урботехногенному середовищі степової зони України : монографія. Київ: Талком, 390 с.
179. Бессонова В. П. (2001). Методи фітоіндикації в оцінці екологічного стану довкілля. Запоріжжя : Вид-во Запорізького державного університету, 196 с.
180. Бессонова В. П., Пономарьова О. А. (2018). Таксономічна характеристика деревних насаджень та дендроресурси балки Любимівської. *Питання біоіндикації та екології*. Вип. 23, № 1. С. 17–31. URL:
<http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/3227> (дата звернення: 09.12.2025).
181. Зайцева І. А., Капінус В. В. (2023). Оцінка стану та розробка шляхів оптимізації деревних насаджень рекреаційної території навколо Єлизаветівського котловану (Петриківський район, Дніпропетровська обл.). *Природничі науки: проекти, дослідження, перспективи* : матер. IV Міжнар. наук.-практ. конф., 6–7 грудня 2023 р., м. Миргород, Україна. Полтава : ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», С. 175–177. URL:
<https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/10743> (дата звернення: 09.12.2025).
182. Зайцева І. О., Долгова Л. Г. (2010). Фізіолого-біохімічні основи інтродукції деревних рослин у Степовому Придніпров'ї: монографія.- Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ ім. О. Гончара, - 388 с.
183. Власенко А. С., Попович С. Ю. (2016). Заповідні дендрозоекзоти Степу України : монографія. Київ : «ЦП «Компринт», 129 с.
184. Didur, O. O., Nesterenko, O. S., Lykholat, T. Y., Borovyk, I. I., Ivanko, I. A., & Kabar, A. M. (2025). Plant reintroduction as a component of ecological restoration of Ukraine's post-conflict landscapes: principles, challenges, and functional roles: a review. *Питання степового*

лісознавства та лісової рекультивації земель, 54, 34-43.

185. Рахметов Д. Б. (2020). Інтродукція нових корисних рослин в Україні : монографія. Київ : Ліра-К, 338 с.
186. Панцирева, Г. В., Циганська, О. І., Матусяк, М. В., & Оплаканська, А. Б. (2024). Перспективи озеленення об'єктів спеціального призначення на прикладі території Храму Трьох Святителів ВНАУ. *Сільське господарство та лісівництво*. 2024. № 2 (33). С. 169-184.
DOI: 10.37128/2707-5826-2024-2-14.
187. Ситник С. А. (2021). Біопродуктивність та екологічний потенціал деревостанів *Robinia pseudoacacia* L. степової зони України : монографія / наук. ред. П. І. Лакида. Корсунь-Шевченківський : ФОП Майдаченко І. С., – 487 с. URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/7789> (дата звернення: 09.12.2025).
188. Бессонова В. П., Гунько С. О. (2025). Аналіз вуличного квітничкового дизайну Нагірної частини м. Дніпро. *Український журнал природничих наук*. № 11. С. 93–114. DOI: <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.11.2025.11> (дата звернення: 09.12.2025).
189. Baranovski, B., Khromykh, N., Karmyzova, L., Ivanko, I., & Lykholat, Y. (2016). Analysis of the alien flora of Dnipropetrovsk Province. *Ukrainian Journal of Ecology*, 6(3), 419-429.
190. Ivanko, I. A., Baranovskyi, B. O., Kabar, A. M., Karmyzova, L. O., Nikolaieva, V. V., Zhykharieva ... Karas, L. M. (2025). Dendrological diversity and current state of green plantings of Oles Honchar Dnipro National University. *Ecology and Noospherology*, 36(1), 12–21. Retrieved from <https://doi.org/10.15421/032502>
191. Котовська Ю. С., Омелянова В. Ю. (2021). Перспективи озеленення об'єктів спеціального призначення на прикладі території Свято-Успенського Собору в м. Херсоні. *Таврійський науковий вісник. Серія:*

- Сільськогосподарські науки. Вип. 118. С. 126–133. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.15>.
192. Дідур І.М., Прокопчук В.М., Панцирева Г.В., Циганська О.І. (2020). Рекреаційне садово-паркове господарство: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 321 с.
 193. Кучерявий В. П., Кучерявий В. С. (2023). Озеленення населених місць : підруч. для студ. вищ. навч. закладів. Львів: Видавництво «Новий Світ-2000», 666 с.
 194. Кучерявий В. П., Кучерявий В. С. (2023). Ландшафтна архітектура: підруч. для студ. вищ. навч. закладів. Львів: Видавництво «Новий Світ-2000», 521 с.
 195. Інструкція з технічної інвентаризації зелених насаджень у містах і селищах міського типу України: Затверджена Державним комітетом будівництва архітектури та житлової політики № 226 від 24.12.2001 р. 27 с.
 196. Дідур І.М., Прокопчук В.М., Панцирева Г.В., Циганська О.І. (2020). Рекреаційне садово-паркове господарство: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 321 с.
 197. Котовська Ю.С., Омелянова В.Ю. (2021). Перспективи озеленення об'єктів спеціального призначення на прикладі території Свято-Успенського Собору в м. Херсоні. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки. Вип. 118. С. 126–133. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.15>.
 198. Перелік угідь згідно з Класифікацією видів земельних угідь (КВЗУ) / Додаток 4 до Постанови Кабінету Міністрів України Порядок ведення Державного земельного кадастру [від 17.10.2012 № 105](#) {Із змінами, внесеними згідно з Постановами КМ [№ 1058 від 23.11.2016](#), [№ 413 від 07.06.2017](#), [№ 477 від 05.06.2019](#), [№ 760 від 21.08.2019](#), [№ 106 від 04.02.2023](#), [№ 1131 від 10.09.2025](#)}

199. *Map of geobotanical zoning of Ukraine*. (2025). Retrieved from <https://geomap.land.kiev.ua/zoning-5.html>
200. Pansu, M., & Jacques G. (2006). *Handbook of Soil Analysis*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/978-3-540-31211-6>
201. Методичні рекомендації з моніторингу лісів України І рівня. Харків, 2009. 48 с.
202. Таран М. А., Нестор О. О. (2012). Екологічний практикум. 2-е вид. перероб. і доп. Кривий Ріг : Діоніс (ФОП Чернявський Д. О.), 2012. 297 с.
203. Arabadzhy-Tipenko, L. I. (2020). Ecological and foristic characteristics of Cyanophyceae of Pryazovskyi National Nature Park. *Agrology*, 3(2), 66–79. Retrieved from <https://www.agrologyjournal.com/index.php/agrology/article/view/33>
204. Sabatini, F. M., Bluhm, H., Kun, Z., Aksenov, D., Atauri, J., Buchwald, E. ... Kuemmerle, T. (2021). European primary forest database v2.0 *Scientific Data*, 8(220). Retrieved from <https://doi.org/10.1038/s41597-021-00988-7>
205. Мапа Дніпропетровської області. *Інформаційний портал України* : веб-сайт. URL: <https://infoportal.ua/karta-dnipropetrovskoyi-oblasti/> (дата звернення: 09.12.2025)
206. Мапа Криворізького району Дніпропетровської області. *Дніпропетровська область* : веб-сайт. URL: <https://dp.2ua.org/uk/898509/> (дата звернення: 09.12.2025)
207. Протопопова В. В., Шевера М. В. (2019). Інвазійні види у флорі України. І. Група високо активних видів. *Geo & Bio*. Т. 17. С. 116–135.
208. *World Flora Online (WFO)*. (2025). Retrieved from <http://www.worldfloraonline.org>
209. Довідник з лісового фонду України за матеріалами державного обліку лісів станом на 01.01.2011 року. Ірпінь, 2012. 130 с.

210. Barker, A. V., & Pilbeam, D. J. (Eds.). (2010). *Handbook of plant nutrition*. Boca Raton–London–New York: Taylor & Francis Group. Retrieved from https://www.kufunda.net/publicdocs/Barker-2007-Handbook_of_Plant_Nutrition.pdf
211. McDonald, J. H. (2014). *Handbook of Biological Statistics*. Baltimore, Maryland: Sparky House Publishing. Retrieved from <https://www.biostathandbook.com/>
212. Vacek, Z., Vacek, S., & Cukor, J. (2023). European forests under global climate change: review of tree growth processes, crises and management strategies. *Journal of Environmental Management*, 332, 117353. doi:0.1016/j.jenvman.2023.117353
213. Бобко А. М. (2018). Лісові ресурси: таксаційні показники їх обліку і використання у системі економіки лісогосподарського менеджменту. *Економіка України*. № 4. С. 76–85.
214. Kvitko, M., Savosko, V., Kozlovskaya, I., Lykholat, Y., Podolyak, A., Hrygoruk, I., & Karpenko A. (2021). Woody artificial plantations as a significant factor of the sustainable development at mining & metallurgical area. *Second International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2021)*. Kryvyi Rih, Ukraine, May 19–21. *E3S Web of Conferences*, 280, 06005. Retrieved from <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128006005>
215. Державне агентство лісових ресурсів України: Офіційний сайт. URL: <https://forest.gov.ua/> (дата звернення : 09.12.2025).
216. Головне управління держгеокадастру у Дніпропетровській області. Офіційний сайт. <https://dniproperetrovskia.land.gov.ua/> (дата звернення: 09.12.2025)
217. ДП «Ліси України». Офіційний сайт. URL: <https://forest.gov.ua/> (дата звернення: 09.12.2025)

218. СОУ 02.02–37–479 : 2006. Приріст деревний. Класифікація та символіка. Введ. 26.12.2006. Київ : Мінагрополітики України, 2006. – 14 с.
219. Лісотаксаційний довідник / за ред. С. М. Кашпора, А. А. Строчинського. Київ : Видавничий дім Вініченко, 2013. 496 с.
220. West, P. (2009). Tree and Forest Measurement (Berlin, Heidelberg, Germany: Springer-Verlag) URL <https://doi.org/10.1007/978-3-540-95966-3>
221. Миронюк, В. В. (2017). Сезонна динаміка спектральних характеристик земного покриття та її роль у дешифруванні лісових насаджень за знімками Landsat. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво*, (266), 54-64.
https://forestscience.com.ua/web/uploads/pdf/Ukrainian%20journal%20of%20forest%20and%20wood%20science_No.%20266_54-64.pdf
222. Xiao, W., Xiao, W., Chen, C., & Chen, H. Y. H. (2021). Tree species composition and selection effects drive overstory and understory productivity in reforested oil sands mining sites. *Land Degradation & Development*, 32(3). 1135–1147. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/ldr.3787>
223. Атлас об'єктів природно-заповідного фонду м. Кривого Рогу / Управління екології виконкому Криворізької міської ради. Кривий Ріг, 2017. 22 с. URL: https://kr.gov.ua/api/uploads/Atlas_41100bdf41.pdf (дата звернення: 09.12.2025)
224. Приймачук В. В. (2007). Навчальне краєзнавство в роботі сучасного вчителя : навч.-метод. посібник. Кривий Ріг : Видавничий дім, 60 с.
225. Lichtenthaler, H. K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in enzymology*, 148, 350–382. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/chapter/bookseries/abs/pii/0076687987480361>

226. Parkash, V., & Singh, S. (2020). A review on potential plant-based water stress indicators for vegetable crops. *Sustainability*, 12(10), 3945–3954. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/10/3945>
227. Shahbaz, M., Mushtaq, Z., Andaz, F., & Masood, A. (2013). Does proline application ameliorate adverse effects of salt stress on growth, ions and photosynthetic ability of eggplant (*Solanum melongena* L.). *Scientia Horticulturae*, 164, 507–511. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.10.001>
228. Sharma, A., Shahzad, B., Kumar, V., Kohli, S. K., Sidhu, G. P. S., Bali, A. S. ... Zheng, B. (2019). Phytohormones regulate accumulation of osmolytes under abiotic stress. *Biomolecules*, 9(7), 285–293. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/biom9070285>
229. Wellburn, A. R. (1994) The spectral determination of chlorophyll *a* and *b*, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *Journal of Plant Physiology*, 144(3), 307–313. Retrieved from [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(11\)81192-2](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(11)81192-2)
230. Szabados, L., & Savoure, A. (2009). Proline: a multifunctional amino acid. *Trends Plant Sci.*, 15(2), 89–97. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20036181/>
231. Бабенко Л. М., Косаківська І. В. (2017). Особливості пігментного складу та ультраструктурної будови хлоропластів рослин різних таксонів. *Фізіологія рослин і генетика*. Т. 49, № 1. С. 25–35. DOI: <https://doi.org/10.15407/frg2017.01.025> (дата звернення: 09.12.2025).
232. Nikolopoulos, D., Korgiopoulou, Ch., Mavropoulos, K., Liakopoulos, G., & Karabourniotis, G. (2008). Leaf anatomy affects the extraction of photosynthetic pigments by DMSO. *Talanta*, 76(5), 1265–1268. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2008.05.037>
233. Sharma, A., Shahzad, B., Kumar, V., Kohli, S. K., Sidhu, G. P. S., Bali, A. S. ... Zheng, B. (2019). Phytohormones regulate accumulation of osmolytes under abiotic stress. *Biomolecules*, 9(7), 285–293. Retrieved from

<https://doi.org/10.3390/biom9070285>

234. Приступа І. В., Шалімов І. В., Романчук Т. В. (2009). Динаміка вмісту фотосинтезуючих пігментів як фітоіндикаційний показник у представників р. *Juniperus*, що зростають в умовах промислового міста південного сходу України. *Питання біоіндикації та екології*. 1(14). С. 74–80.
235. Зайцева І. О., Долгова Л. Г. (2010). Фізіолого-біохімічні основи інтродукції деревних рослин у Степовому Придніпров'ї: монографія.- Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ ім. О. Гончара, 388 с.
236. Kvitko, M. O., Lykholat, T. Y., Lykholat, O. A., Marenkov, & O. M., Lykholat, Y. V. (2024). [Assessment of changes in the structure of the forest ecosystems for example sanitary woody plantations in the Steppe Dnipro](#). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 14159(1), 012048. Retrieved from <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1415/1/012048>
237. Bulmer, M, (2014). Principles of statistics. New York, USA: Dover Publications Inc. Retrieved from <https://www.sidalc.net/search/Record/KOHA-OAI-TEST:2163/Description>
238. Екомережа степової зони України: принципи створення, структура, елементи : монографія / ред. Д. В. Дубина, Я. І. Мовчан. Київ : LAT & K, 2013. 409 с.
239. Природні заповідники, заказники, парки та пам'ятки природи Дніпропетровської області. URL: <https://old.lib.dp.ua/Region/zapovedn.htm> (дата звернення: 09.12.2025).
240. Про затвердження Міської програми вирішення екологічних проблем Кривбасу та поліпшення стану навколишнього природного середовища на 2016–2025 роки. URL: <https://kr.gov.ua/documents/rishennya-krivorizkoyi-miskoyi-radi/xii-sesiya-vid-28-09-2016/864397-pro-zatverdzhennya-mis> (дата звернення: 09.12.2025).
241. Gorban, V. A., & Boloban, A. O. (2019). Features of the structural-aggregate

- composition of ordinary chernozems under the steppe and forest vegetation. *Ecology and Noospherology*, 30(2), 74–79. Retrieved from <https://en.dp.ua/index.php/en/article/view/149>
242. Gorban, V. A., Bilova, N. A., Poleva, J. L., Huslysty, A. O., Kotovych, O. V., & Hunko, S. O. (2024). The influence of forest vegetation on the physical properties of chernozems in the steppe zone of Ukraine. *Biosystems Diversity*, 32(1), 3–11. Retrieved from <https://ecology.dp.ua/index.php/ECO/article/view/1248>
243. Iusypiva, T., & Miasoid, G. (2017). The Impact of Industrial Pollution with Toxic Gases on the Stem Anatomical Characteristics of Woody Plant Undergrowth in the City of Dnipro, Ukraine. *International Letters of Natural Sciences*, 65, 1–9. Retrieved from <https://www.academicoa.com/ILNS.65.1>
244. Щербакова О.Ф., Новосад К.В. (2017). Біоморфологічний аналіз раритетної компоненти урбанofлори Київського мегаполісу. *Чорноморськ. бот. ж.*, 13 (1): 6- 24. doi:10.14255/2308-9628/17.131/1.
245. Сметана О. М., Перерва В. В. (2007). Біогеоценотичний покрив ландшафтно-техногенних систем Кривбасу – Кривий Ріг : Видавничий дім, 247 с. URL: <https://elibrary.kdpu.edu.ua/jspui/handle/123456789/4166> (дата звернення: 09.12.2025).
246. Савосько В. М., Копич О. Ю. (2012). Ботаніко-екологічна характеристика деревних та чагарникових насаджень Довгинцівського дендропарку (м. Кривий Ріг) / В. М. Савосько. *Інтродукція рослин*. № 1. С. 105–113. DOI: <https://doi.org/10.31812/0564/499> (дата звернення: 09.12.2025).
247. Савосько В. М., Товстоляк Н. В. (2016). Еколого-ботанічна обумовленість поширеності деревно-чагарникових видів у визначних парках та скверах історичного центру Криворіжжя. *Інтродукція рослин*. № 3. С. 85–95. DOI: <https://doi.org/10.31812/0564/2045> (дата звернення: 09.12.2025).

248. Савосько В. М. (2013). Видовий склад та екоморфний спектр деревно–чагарникових насаджень парку «Веселі Терни» (м. Кривий Ріг) *Інтродукція рослин*. № 2. С. 78–82. DOI: <https://doi.org/10.31812/0564/561> (дата звернення: 09.12.2025).
249. Perry, D. A. *Forest Ecosystems*. (1994). Baltimore: The Johns Hopkins Press. Retrieved from <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19970604057>
250. Барабаш О. В. (2019). Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря методом дендроіндикації. *Екологічні науки*. № 4. С. 102–107.
251. Соломаха І. В., Чорнобров О. Ю. (2021). Еколого-типологічна оцінка лісової рослинності середнього Придніпров'я (Лісостеп України). *Агроекологічний журнал*. № 2. С. 7–18. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234448> (дата звернення: 09.12.2025).
252. Терек О. І., Пацула О. І. (2011). Ріст і розвиток рослин : навч. посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 328 с.
253. Термена Б. К. (2005). Лісознавство з основами лісівництва : навч. посібник. Чернівці : Книги – XXI, 160 с.
254. Wenya, Xiao, Chen Chen, & Han, Y. H. Chen. (2020). Tree species composition and selection effects drive overstory and understory productivity in reforested oil sands mining sites. *Land degradation & development*, 32(3), 1135–1147. Retrieved from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ldr.3787>
255. Kotr'ík, M., Bazany, M., Ciliak, M., Knopp, V., Malis, F., Ujhazyova, M., Vasko, L., Vladovic, J., & Ujhazy, K. (2023). Half a century of herb layer changes in Quercus-dominated forests of the Western Carpathians. *Forest Ecology and Management*, 554, 121151 Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121151>
256. Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель : наук. журнал / голов. ред. В. М. Зверковський. Дніпро : ЛІРА, 2017.

Т. 46. 138 с.

URL: https://www.dnu.dp.ua/docs/zbirniki/fbem/program_5b0838c6541bb.pdf (дата звернення: 09.12.2025).

257. Savosko, V., Komarova, I., Lykholat, Y., Yevtushenko, E., & Lykholat, T. (2021). Predictive model of heavy metals inputs to soil at Kryvyi Rih District and its use in the training for specialists in the field of Biology. *Journal of Physics: Conference Series*, 1840(1), 012011. Retrieved from <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1840/1/012011>
258. Savosko, V., Lykholat, Yu., Komarova, I. & Yevtushenko, E. (2022). The impact of forest plant communities on the content of heavy metals in soil profiles of the iron ore mining area, Kryvyi Rih District, Ukraine. *Baltic Forestry* 28(1), 631. Retrieved from <https://doi.org/10.46490/BF631>
259. Savosko, V., Tovstolyak, N., Lykholat, Y. & Grygoryuk, I. (2020). Structure and diversity of urban park stands at Kryvyi Rih ore-mining & metallurgical district, central Ukraine. *Agriculture and Forestry*, 66(3), 105–126. Retrieved from <https://www.agricultforest.ac.me/data/20200930-10%20Savosko%20et%20al%20final.pdf>
DOI: [10.17707/AgricultForest.66.3.10](https://doi.org/10.17707/AgricultForest.66.3.10)
260. Савосько В. М., Товстоляк Н. В. (2019). Екологічні особливості сучасного стану деревно-чагарникових видів рослин у садах і парках колишніх залізних рудників Криворіжжя. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. Вип. 80. С. 105–117.
DOI: doi.org/10.31812/123456789/3636 (дата звернення: 09.12.2025).
261. Савосько В. Н. (2006). Результати інвентаризації деревно-чагарникових насаджень дендропарку «Довгинцево». *Проблеми екології та екологічної освіти* : матер. V міжнар. наук.-практ. конференції. – Кривий Ріг : Видавничий дім, С. 68–70. DOI: <https://doi.org/10.31812/123456789/2966> (дата звернення: 09.12.2025).
262. Савосько В. М. (2007). Сучасний ботанічний склад деревно-

- чагарникових насаджень дендропарку «Довгинцево». *Проблеми фундаментальної і прикладної екології* : матер. III міжнар. наук.-практ. конференції. Кривий Ріг : Видавничий дім, С. 37–38.
263. Picard, N., Saint-André, L., & Henry, M. (2012). *Manual for Building Tree Volume and Biomass Allometric Equations: From Field Measurement to Prediction*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Retrieved from <https://www.fao.org/4/i3058e/i3058e.pdf>
264. Лихолат Ю. В., Хромих Н. О., Шупранова Л. В. (2018). Закономірності адаптації аборигенних та інтродукованих видів деревних рослин до мінливих умов Степового Придніпров'я : монографія. Суми : ФОП Цьома С. П., 186 с. URL: <https://repo.snau.edu.ua/handle/123456789/6520> (дата звернення: 09.12.2025).
265. Khryk, V. M., Kimeichuk, I. V., Nosnikau, V. V., Rabko, S. U., Kozel, A. U., Maliuha, V. M., & Yukhnovskyi V. Y. (2021). Stability of natural regeneration at ravine-gully systems. *Proceedings of BSTU, Issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources*, 2(246), 103–111. Retrieved from <https://doi.org/10.52065/2519-402X-2021-246-13-103-111>
266. Парпан В. І., Миленка М. М. (2010). Методологічні аспекти оцінки екологічного стану урбанізованих і техногенно змінених територій. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія*. Вип. 18. Т. 2. С. 61–68.
267. [Лихолат Ю. В.](#) (2003). Еколого-фізіологічні основи формування дернових покривів в умовах степової зони України (стійкість, динаміка, техногенез) : автореф. дис ... д-ра біол. наук : 03.00.16 «Екологія» ; [Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича](#). Чернівці, 40 с.
268. Савосько В. Н., Алексеева К. М. (2007). Систематический анализ спонтанной дендрофлоры Жовтневого района г. Кривого Рогу. *Питання біоіндикації та екології*. Вип. 12, № 2. С. 16–23. DOI:

<https://doi.org/10.31812/0564/498> (дата звернення: 09.12.2025).

269. Самохвалова В., Ворона В. (2009). Спосіб індикації та оцінки екологічного стану повітряно забрудненої системи рослина – ґрунт. *Вісник Львівського університету. Серія: біологія*. Вип. 51. С. 71–82.
270. Bessonova, V. P., Yakovlieva-Nosar, S. O., & Ivanchenko, O. E. (2024). Жаростійкість листяних деревних рослин в умовах північного степу України. *Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель*, 53, 3–17. Retrieved from <https://steppeforestry.dp.ua/index.php/vsllr/article/view/226>
271. Жицька Н. В. (2009). Сезонна динаміка руху хімічних елементів у підстилках природних лісових біогеоценозів. *Ґрунтознавство*. Т. 10, № 3–4. С. 50–56.
272. Бородай Є. С., Лихолат Ю. В. (2025). Вплив аерополютантів примігистральних територій на активність антиоксидантних ферментів вегетативних органів дерноутворюючих трав. *Наукові записки. Біологічні науки*. № 3. 33–43.
DOI: <https://doi.org/10.31654/2786-8478-2025-BN-3-33-43> (дата звернення: 09.12.2025).
273. Agathokleous, E., Liu, C. J., & Calabrese, E. J. (2023). Applications of the hormesis concept in soil and environmental health research. *Soil & Environmental Health*, 1(1), 100003.
<https://doi.org/10.1016/j.seh.2023.100003>.
274. Agathokleous, E. (2021). The rise and fall of photosynthesis: Hormetic dose response in plants. *Journal of Forestry Research*, 32(2), 889-898.
<https://doi.org/10.1007/s11676-020-01252-1>
275. Agathokleous, E., Feng, Z., Oksanen, E., Sicard, P., Wang, Q., Saitanis, C. J., ... & Paoletti, E. (2020). Ozone affects plant, insect, and soil microbial communities: A threat to terrestrial ecosystems and biodiversity. *Science advances*, 6(33), eabc1176.

<https://doi.org/10.1126/sciadv.abc1176>

276. Farías, M. A., Diethelm-Varela, B., Navarro, A. J., Kalergis, A. M., & González, P. A. (2022). Interplay between lipid metabolism, lipid droplets, and DNA virus infections. *Cells*, *11*(14), 2224.

<https://doi.org/10.3390/cells11142224>

277. Park, D. J., Yong, S. H., Kim, D. H., Park, K. B., Cha, S. A., Lee, J. H., ... & Choi, M. S. (2024). Evaluation of tolerance and selection of heat-tolerant woody plants against heat stress. *Forests*, *15*(8), 1366.

<https://doi.org/10.3390/f15081366>

278. Krzesłowska, M., Mleczek, M., Luboński, A., Weręza, K., Woźny, A., Goliński, P., & Samardakiewicz, S. (2024). Alterations in the anatomy and ultrastructure of leaf blade in norway maple (*Acer platanoides* L.) growing on mining sludge: Prospects of using this tree species for phytoremediation. *Plants*, *13*(10), 1295.

<https://doi.org/10.3390/plants13101295>

279. Torun, H., Coccozza, C., Petřík, P., & Stojnic, S. (2024). Combined abiotic interactions in woody plants. *Frontiers in Plant Science*, *15*, 1455459.

<https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1455459>

280. Nawaz, A. F., Gargiulo, S., Pichierri, A., & Casolo, V. (2025). Exploring the Role of Non-Structural Carbohydrates (NSCs) Under Abiotic Stresses on Woody Plants: A Comprehensive Review. *Plants*, *14*(3), 328.

<https://doi.org/10.3390/plants14030328>

281. Francini, A., & Sebastiani, L. (2025). Reactive Oxygen Species in Woody Crops Under Abiotic Stress. In *Plant Signaling Molecules in Regulation of ROS-Scavenging System: Adapting to Climate Change* (pp. 1-14). Singapore: Springer Nature Singapore.

https://doi.org/10.1007/978-981-95-3377-0_1

282. Llanes, A., Palchetti, M. V., Vilo, C., & Ibañez, C. (2021). Molecular control to salt tolerance mechanisms of woody plants: recent achievements and

perspectives. *Annals of Forest Science*, 78(4), 96.

<https://doi.org/10.1007/s13595-021-01107-7>

283. Kijowska-Oberc, J., Dylewski, Ł., & Ratajczak, E. (2023). Proline concentrations in seedlings of woody plants change with drought stress duration and are mediated by seed characteristics: a meta-analysis. *Scientific Reports*, 13(1), 15157.

<https://doi.org/10.1038/s41598-023-40694-5>

284. Grzelak, M., Pacholczak, A., & Nowakowska, K. (2024). Challenges and insights in the acclimatization step of micropropagated woody plants. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 159(3), 72.

<https://doi.org/10.1007/s11240-024-02923-1>

285. Chelli-Chaabouni, A. (2013). Mechanisms and adaptation of plants to environmental stress: a case of woody species. In *Physiological Mechanisms and Adaptation Strategies in Plants Under Changing Environment: Volume 1* (pp. 1-24). New York, NY: Springer New York.

https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8591-9_1

286. Lisiak-Zielińska, M., Borowiak, K., Budka, A., Kanclerz, J., Janicka, E., Kaczor, A., ... & Niedzielski, P. (2021). How polluted are cities in central Europe?-Heavy metal contamination in *Taraxacum officinale* and soils collected from different land use areas of three representative cities. *Chemosphere*, 266, 129113.

<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129113>

287. Simkin, A. J., Kapoor, L., Doss, C. G. P., Hofmann, T. A., Lawson, T., & Ramamoorthy, S. (2022). The role of photosynthesis related pigments in light harvesting, photoprotection and enhancement of photosynthetic yield in planta. *Photosynthesis Research*, 152(1), 23-42.

<https://doi.org/10.1007/s11120-021-00892-6>

288. Kebert, M., Stojnić, S., Rašeta, M., Kostić, S., Vuksanović, V., Ivanković, M., ... & Markić, A. G. (2024). Variations in Proline Content, Polyamine

Profiles, and Antioxidant Capacities among Different Provenances of European Beech (*Fagus sylvatica* L.). *Antioxidants*, 13(2), 227.

<https://doi.org/10.3390/antiox13020227>

289. Yanhong, C., Zhenkun, Y., & Jian, Z. (2025). Combined waterlogging/Submergence and salinity stress in woody plants: Current understanding and future perspectives. *Plant and Soil*, 1-27.

<https://doi.org/10.1007/s11104-025-07625-x>

290. Hussain, M. S., Naeem, M. S., Tanvir, M. A., Nawaz, M. F., & Abd-Elrahman, A. (2021). Eco-physiological evaluation of multipurpose tree species to ameliorate saline soils. *International Journal of Phytoremediation*, 23(9), 969-981.

<https://doi.org/10.1080/15226514.2020.1871321>

291. Arif, A., Ashraf, I., Hussain, M. S., & Iqbal, R. (2024). Salinity tolerance and reclamation potential of two widely distributed subtropical tree species. *Pak. J. Bot*, 56(4), 1255-1261.

<https://doi.org/10.3390/horticulturae10080878>

292. Silva, S. T. D. A., Lima, G. S. D., Lima, V. L. A. D., Nóbrega, J. S., da Silva, S. S., Ferreira, J. T. A., ... & Sousa, V. F. D. O. (2024). Use of proline to induce salt stress tolerance in guava. *Plants*, 13(14), 1887.

<https://doi.org/10.3390/plants13141887>

293. Muller, B., Pantin, F., Génard, M., Turc, O., Freixes, S., Piques, M., Gibon, Y. (2020). Water deficits uncouple growth from photosynthesis, increase C content, and modify the relationships between C and growth in sink organs . *J. Exp. Bot.* , **62** (6), 1715 - 1729 .

<https://doi.org/10.1093/jxb/erq438>

294. Duan, H., Shao, C., Zhao, N., Wang, D., Resco de Dios, V., & Tissue, D. T. (2024). The role of leaf superoxide dismutase and proline on intra-specific photosynthesis recovery of *Schima superba* following drought. *Scientific Reports*, 14(1), 8824.

<https://doi.org/10.1038/s41598-024-59467-9>

295. Meena, N. L., Kumari, A., Maheshwari, C., Bhardwaj, R., Dhaka, A. S., & Hasan, M. (2024). Antioxidant defense mechanism and high-temperature stress tolerance in plants. In *Molecular Dynamics of Plant Stress and its Management* (pp. 193-210). Singapore: Springer Nature Singapore.
https://doi.org/10.1007/978-981-97-1699-9_8
296. Kumar, G. (2024). Unraveling the Dynamics of Antioxidant Defense in Plants Under Drought Conditions. *Plant Secondary Metabolites and Abiotic Stress*, 35-79. <https://doi.org/10.1002/9781394186457.ch2>
297. Semak U.Y. 2021. Morphological response of the leaf blades of *Betula pendula* Roth. to the influence of man-made environmental factors. *E3S Web of Conferences*, 255(3):01044.
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125501044>
298. Kulbachko, Y. L., Boroday, Ye. S., Lykholat, T. Y., Lykholat, O. A., Kvitko, M. O., Marenkov, O. M., Yevtushenko, & E. O. Lykholat, Y. V. (2024) Accumulation of heavy metals by different representatives of biota in the operation zone of the Prydniprovsk thermal power plant. *The Materials of the V International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2024)*. Kryvyi Rih, Ukraine, May 21–24. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1415, 012005. Retrieved from
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1415/1/012005>
299. Kunakh, O. M., Volkova, A. M., Tutova, G. F., Zhukov O. V. (2023) Diversity of diversity indices: Which diversity measure is better? *Biosystems Diversity*, vol. 31 No. 2, p. 131-146
<https://doi.org/10.15421/012314>
300. Квітко, М. О. (2024). Порівняльний аналіз життєвості деревних насаджень Криворізького району в умовах степу. *Питання лісознавства та лісової рекультивації земель*, 53, 154–171.

Retrieved from <https://doi.org/10.15421/442413>

<https://steppeforestry.dp.ua/index.php/vsllr/article/view/238>

301. Chen, C., Li, J., Zhao, Y., Goerlandt, F., Reniers, G. & Yiliu, L. (2023). Resilience assessment and management: A review on contributions on process safety and environmental protection. *Process Safety and Environmental Protection*, 170, 1039–1051. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.psep.2022.12.072>
302. Gerstenberg, T., Baumeister, C. F., Schraml, U., & Plieninger, T. (2020). Hot routes in urban forests: The impact of multiple landscape features on recreational use intensity. *Landscape and Urban Planning*, 203, 103888. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103888>
303. Getzner, M., & Meyerhoff, J. (2020). The benefits of local forest recreation in Austria and its dependence on naturalness and quietude. *Forests*, 11(3), 326. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/f11030326>
304. Lykholat, T. Y., Lykholat, O. A., Marenkov, O. M., Kvitko, M. O., Panflova, H. L., Savosko, V. N., Belic, Y. V., Vyshnikina, O. V. & Lykholat Y. V. (2022). Proteolytic processes in organism of different age rats exposed to xenoestrogens. *Journal of Physics: Conference Series*, 2288, 012013. Retrieved from <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2288/1/012013>
305. Kharytonov, M., Berezniak, O., Klimkina, I., Rula, I., Eckart, S., Guhl, S., & Wiche, O. (2025). Prerequisites for using trace and rare-earth elements from the fly ash of Ukrainian thermal power stations. *International Journal of Environmental Studies*, 82(2), 1–11.
DOI: <https://doi.org/10.1080/00207233.2024.2444196>
306. StatSoft Inc. (2014). STATISTICA Data Analysis Software System, Version 12.0, 1984-2014 (No. 13). TIBCO Software Inc. <https://www.statsoft.pl>
307. *SaveEcoBot: Єдина в Україні екологічна система* (2025). Retrieved from <https://www.saveecobot.com/maps#8/49.511/32.121/aqi>

ДОДАТОК А



Рис. А – 1. Повторювальність напрямку вітру за рік, (%) [138, 139, 307].

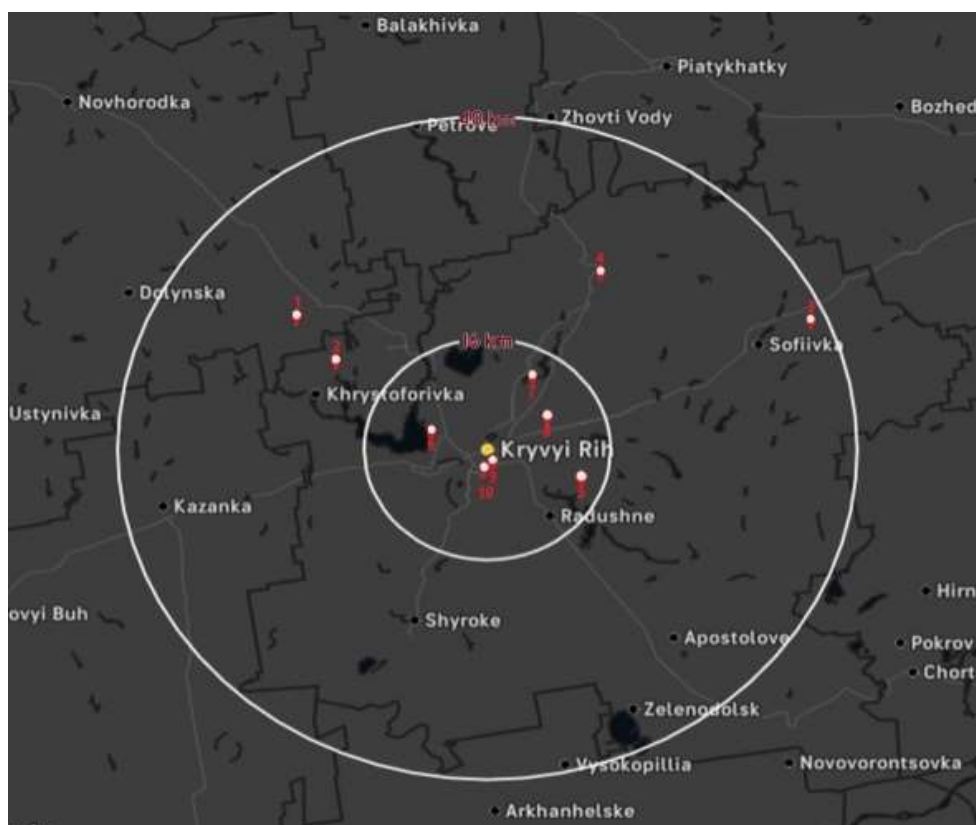


Рис. А – 2. Зона пилового забруднення в межах Центральної частини Криворіжжя [202], (нумерація ділянок приведена в Додатку Б).

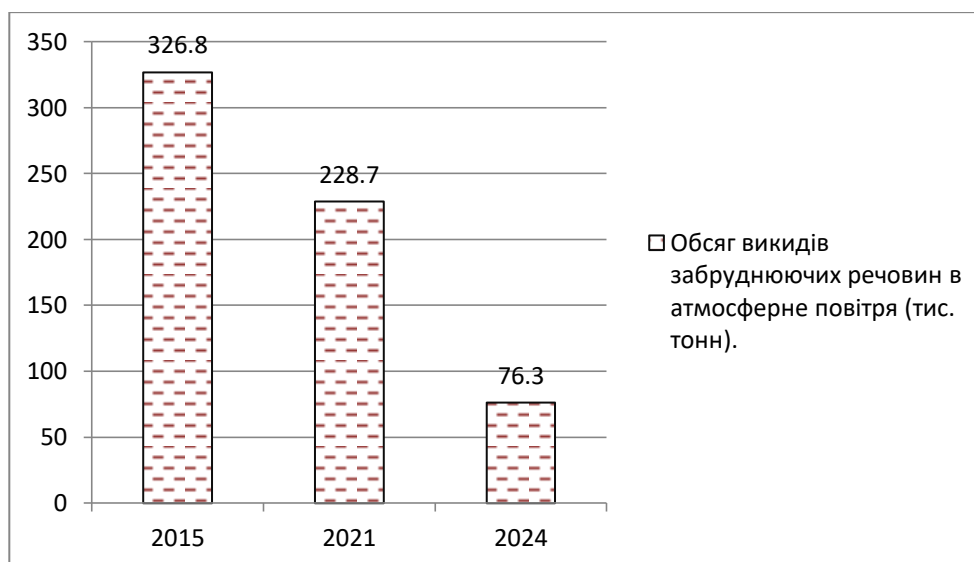


Рис. А - 3. Обсяг викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря (тис. тонн). [128, 151, 153].

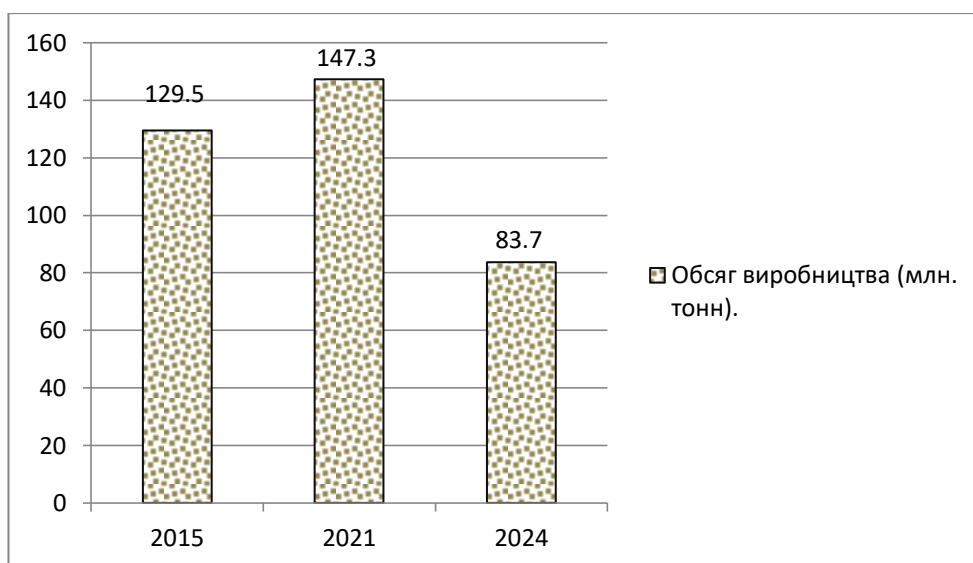


Рис. А – 4. Обсяги виробництва готової продукції промисловими об'єктами у м. Кривий Ріг (млн. тонн) [128, 151, 153].

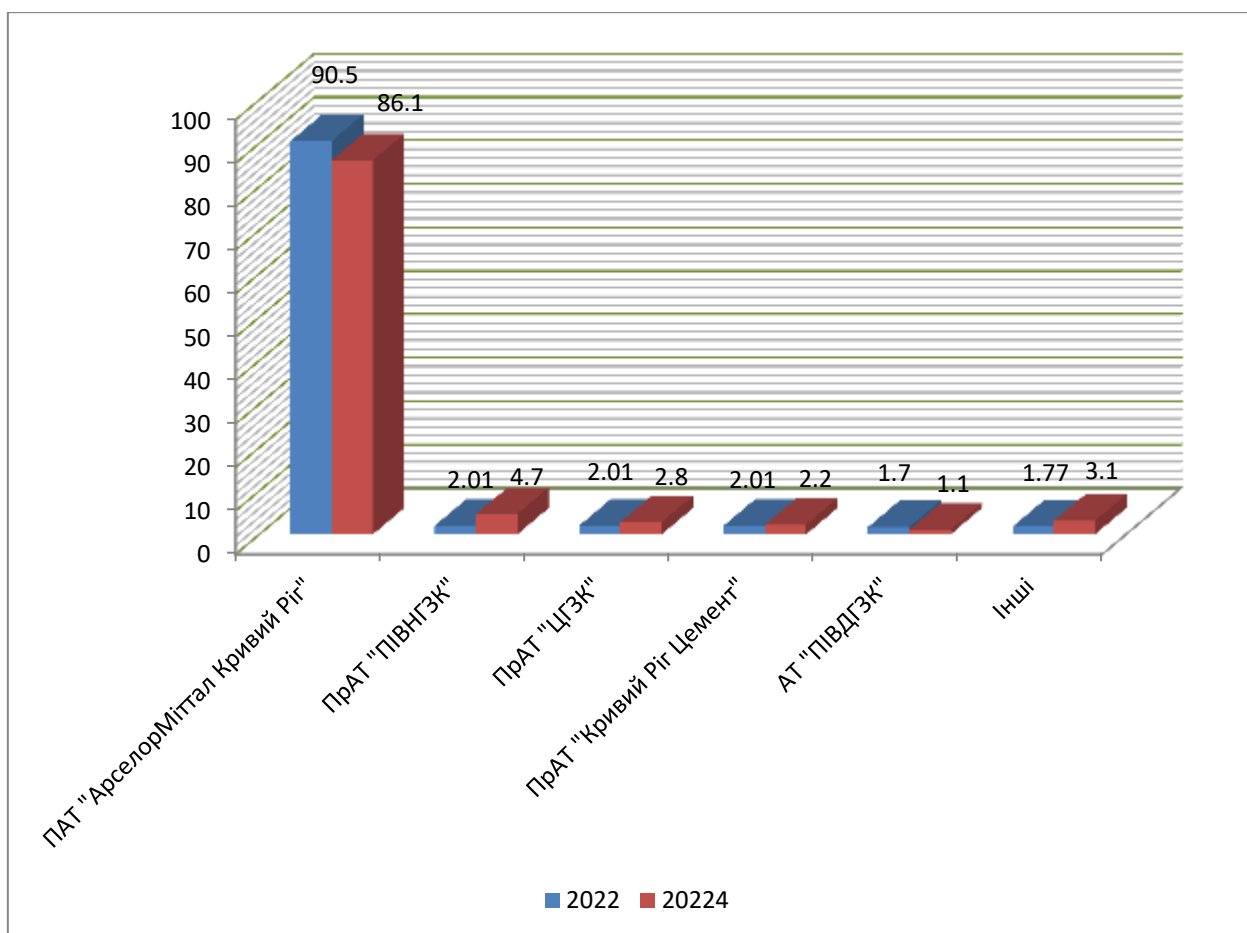


Рис. А – 5 Частки викидів домішок промислових підприємств у забрудненні атмосферного повітря міста Кривий Ріг [126, 127].

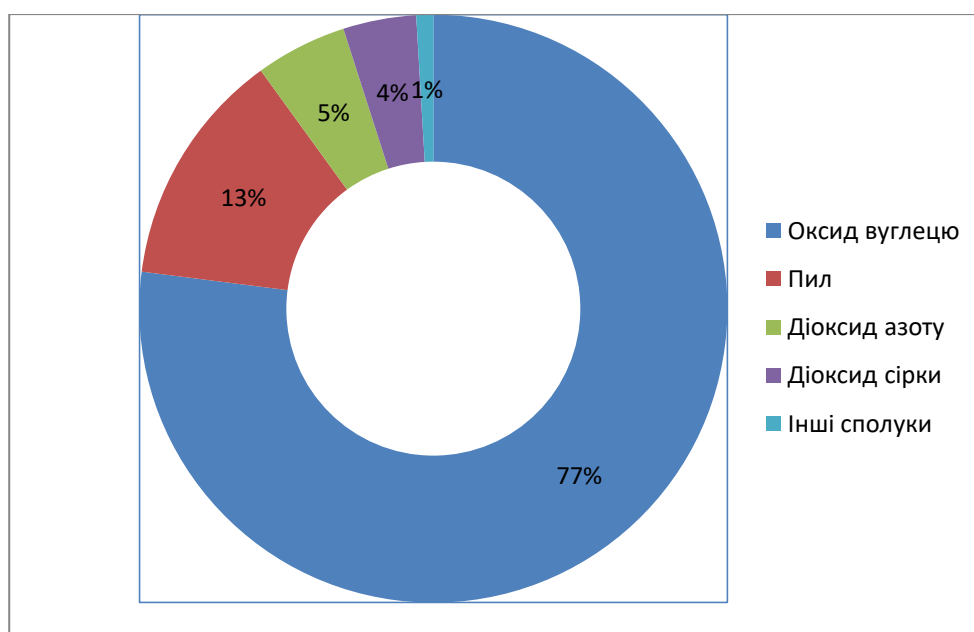
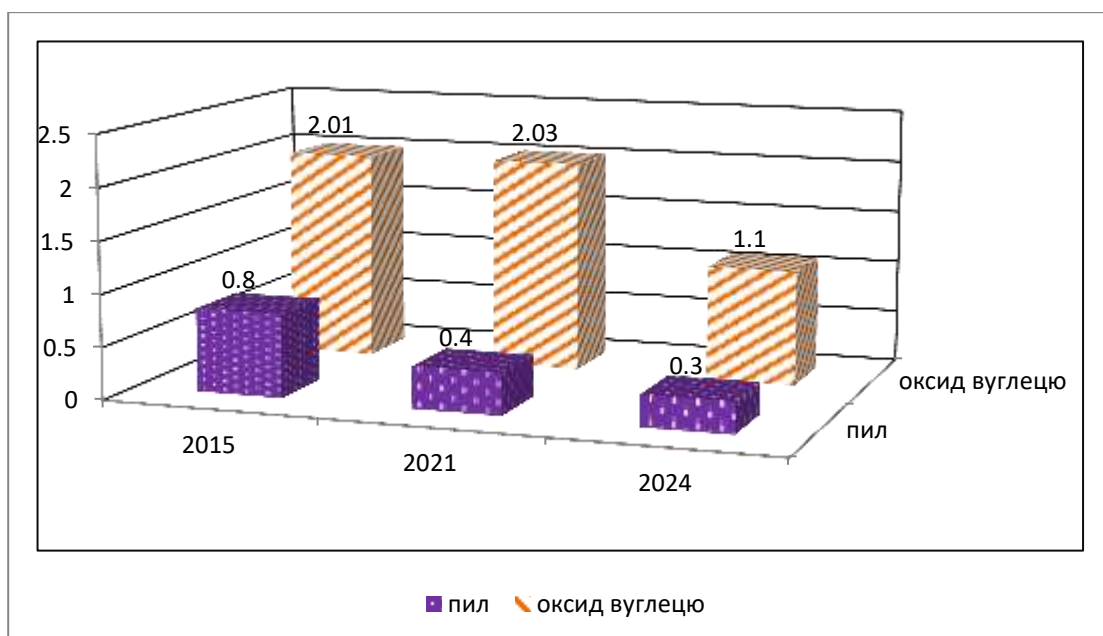
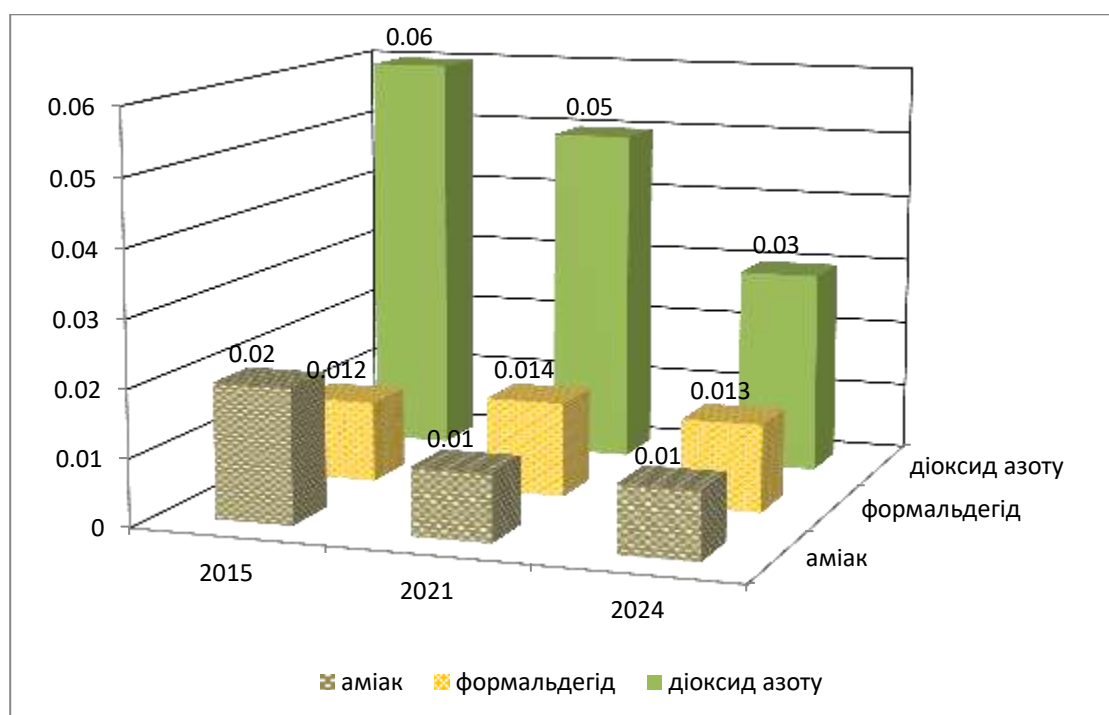


Рис. А – 6. Основні забруднюючі речовини атмосферного повітря міста [128, 151, 153].



(a)



(б)

Рис. А – 7. (а), (б) Показники середньорічних концентрацій забруднюючих речовин у викидах м.Кривого Рога (мг/м³) [151, 153].

Таблиця А – 8. Характеристики балансу територій міста Кривий Ріг відповідно призначення [133].

№ з\п		%
Території спеціального призначення для озеленення		70.88
1	Землі Промислової інфраструктури	37.12
2	Землі під житлові селітебні агломерації	9.07
3	Землі спецпризначення	8.15
4	Території лісів та лісовкриті площі	7.03
5	Землі під Цивільною інфраструктурою	5.08
6	Землі під водоймами	3.01
7	Території для технічної інфраструктури	1.41
8	Території, для яких необхідні інженерні заходи	0.01
Інші території		29.12
9	Землі рекреаційного призначення	7.02
10	Землі зовнішнього транспорту	6.04
11	Землі сільськогосподарського призначення	16.06

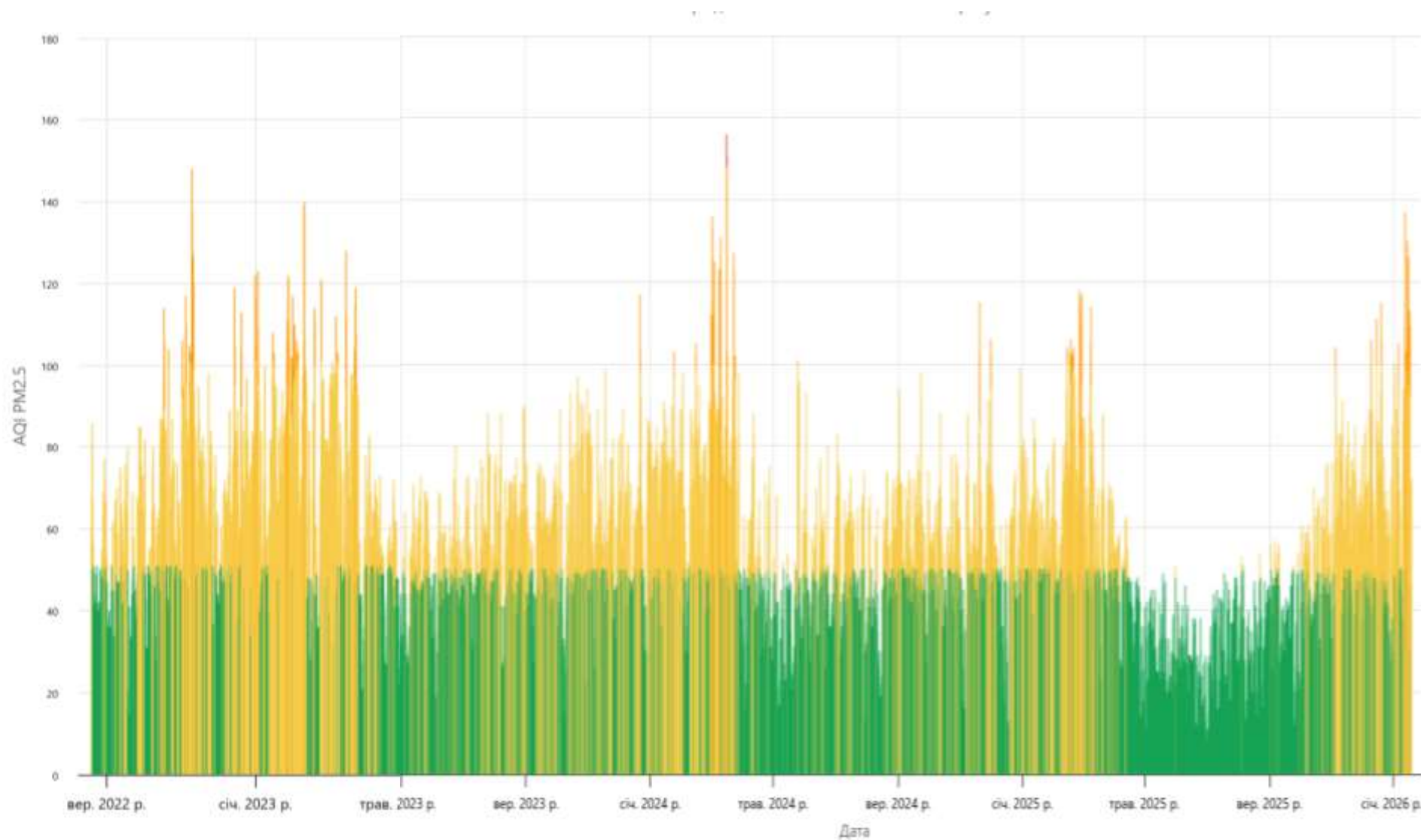


Рис. А – 9. Середнє арифметичне значення індексу атмосферного забруднення стану атмосферного середовища за формулою NowCast (UA EPA) для дрібнодисперсного пилу фракції PM-2,5 (мм) у місті Кривий Ріг за час проведення досліджень з 2022 по 2026 (без урахування індексу забруднення за даними системи SaveEcoBot з 37 онлайн станцій моніторингу [138, 139, 307]).

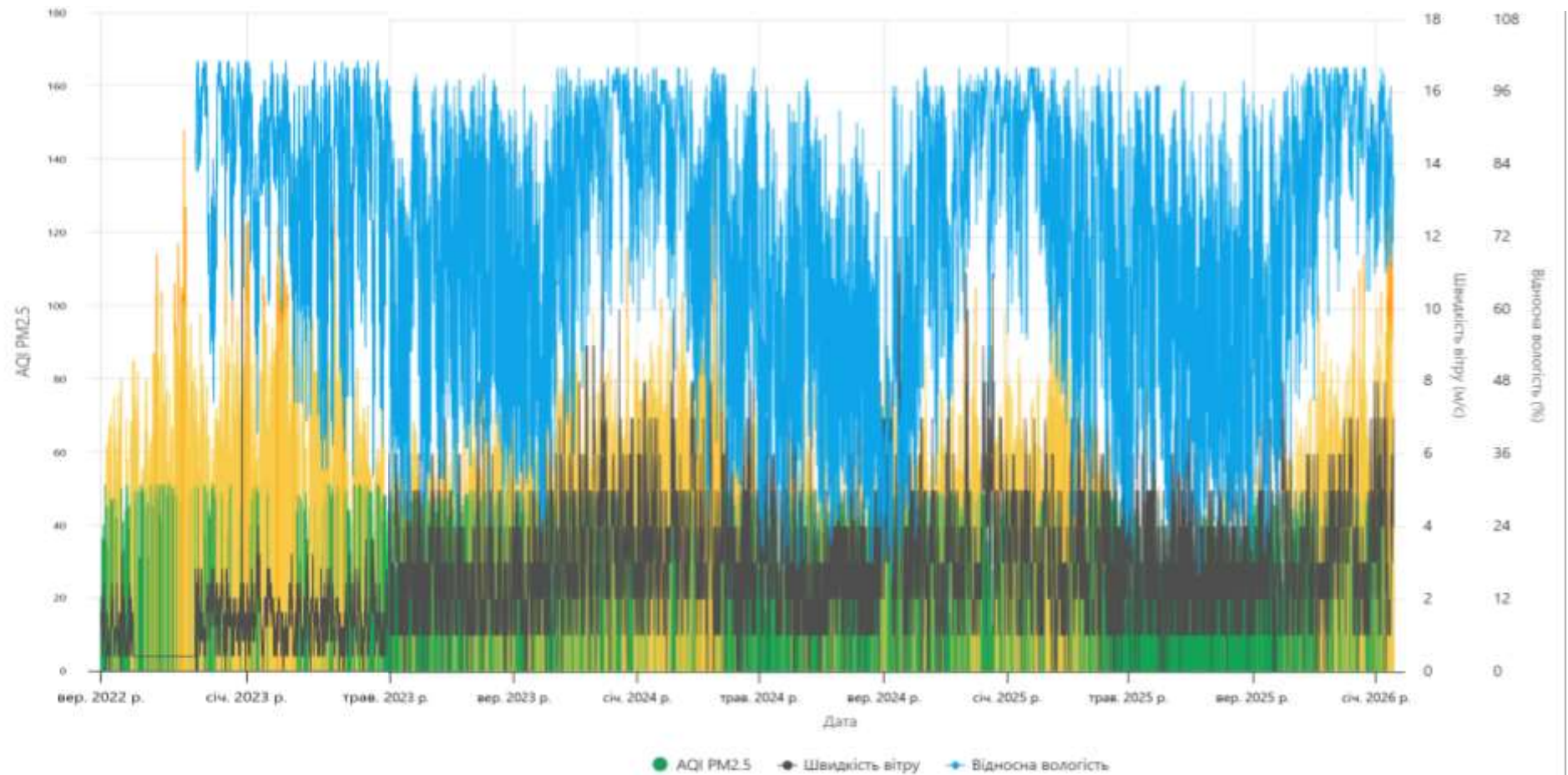


Рис. А – 10. Середнє арифметичне значення індексу пилового забруднення стану атмосферного середовища за формулою NowCast (UA EPA) для дрібнодисперсного пилу фракції РМ-2,5 (мм) з урахуванням швидкості вітру та відносної вологості у місті Кривий Ріг за останній рік дослідження з 2022 по 2026 (без урахування індексу забруднення за даними системи SaveEcoBot з 37 онлайн станцій моніторингу [138, 139, 307].

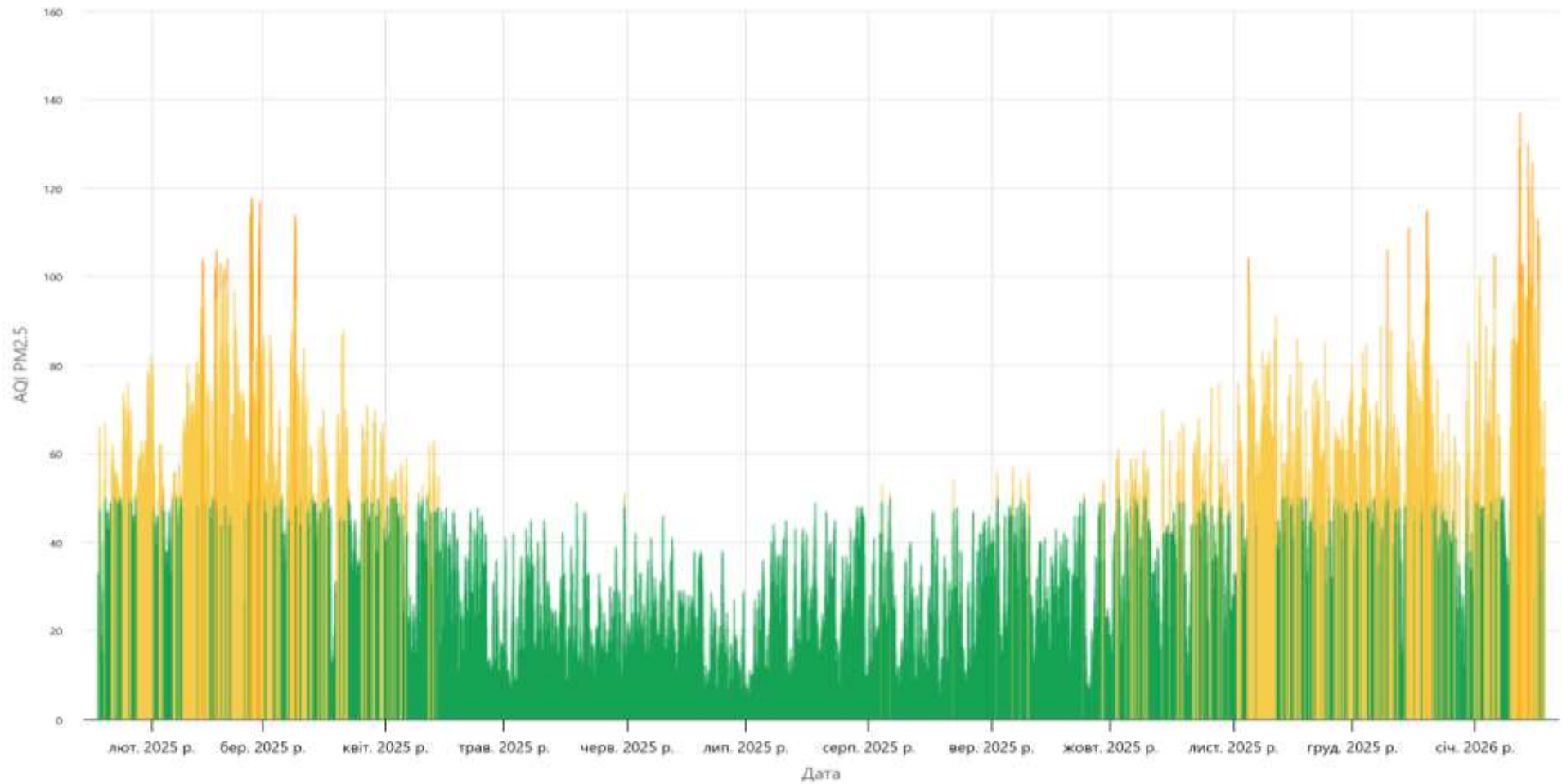


Рис. А – 11. Середнє арифметичне значення індексу атмосферного забруднення стану атмосферного середовища за формулою NowCast (UA EPA) для дрібнодисперсного пилу фракції РМ-2,5 (мм). у місті Кривий Ріг за останній рік дослідження з 2024 по 2025 (без урахування індексу забруднення за даними системи SaveEcoBot з 37 онлайн станцій моніторингу [138, 139, 307]).

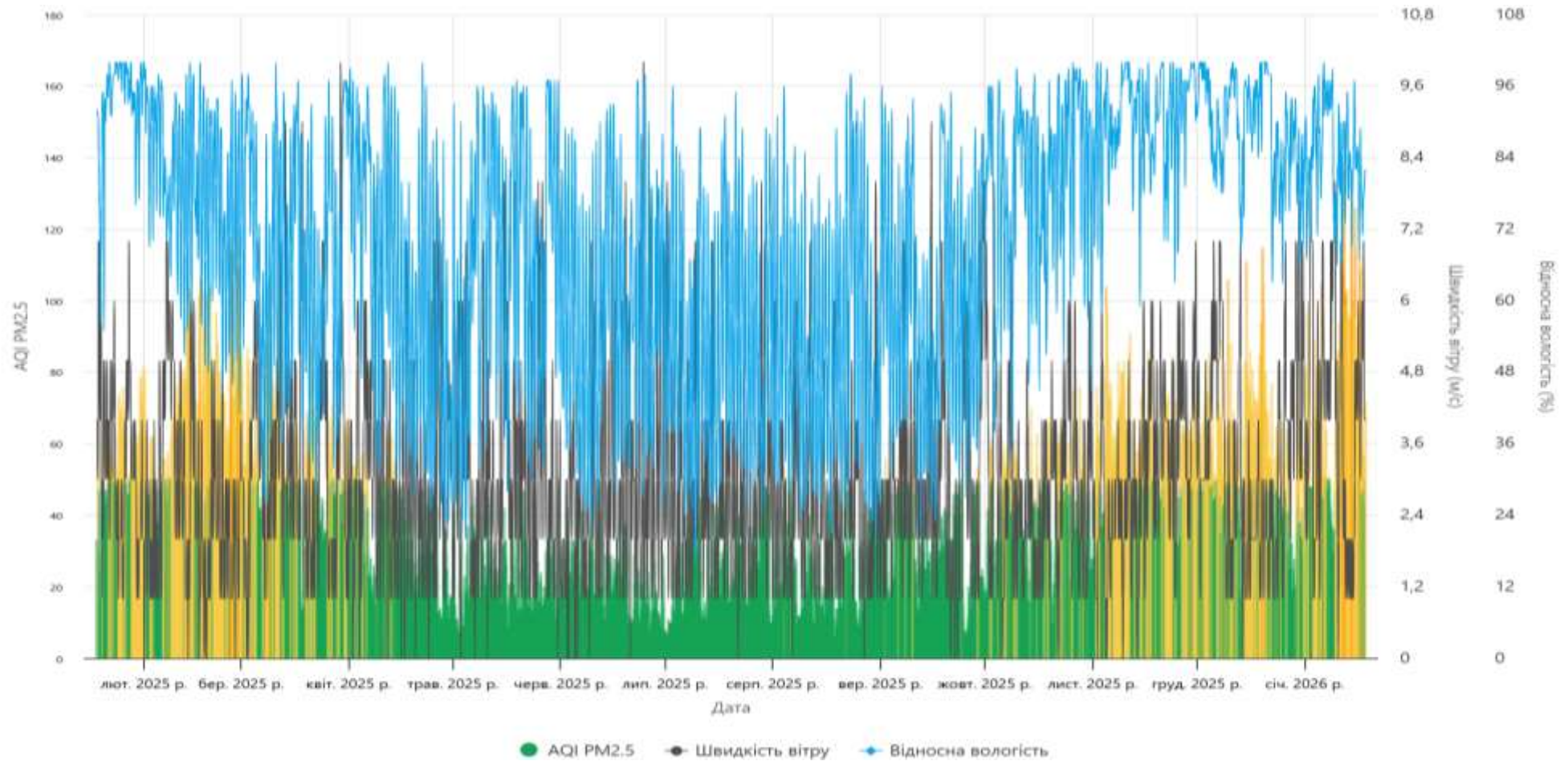


Рис. А – 12. Середнє арифметичне значення індексу пилового забруднення стану атмосферного середовища за формулою NowCast (UA EPA) для дрібнодисперсного пилу фракції РМ-2,5 (мм) з урахуванням швидкості вітру та відносної вологості у місті Кривий Ріг за останній рік дослідження з 2023 по 2026 (без урахування індексу забруднення за даними системи SaveEcoBot з 37 онлайн станцій моніторингу [138, 139, 307].

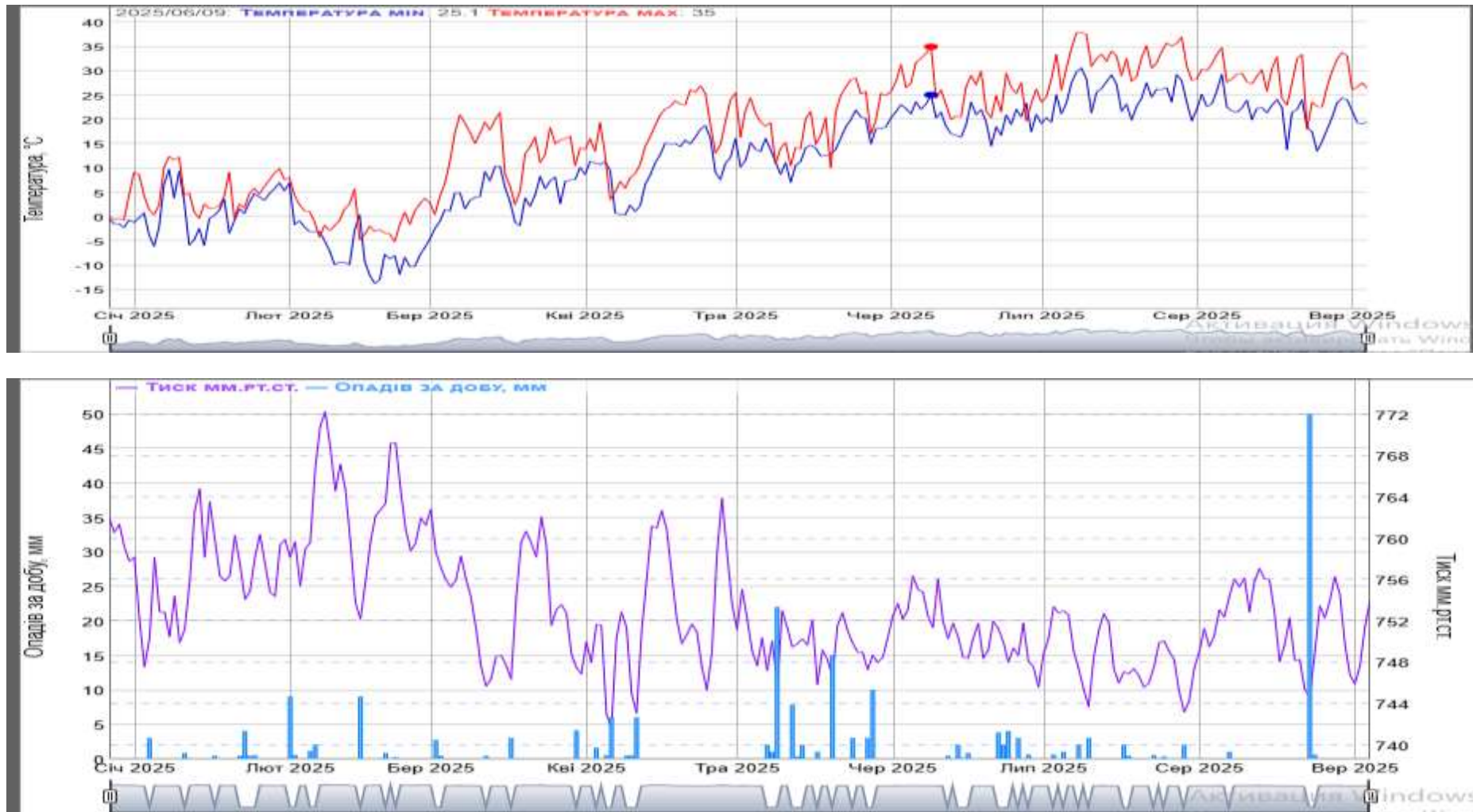


Рис. А – 13. Динаміка щомісячного розподілу опадів за добу, атмосферного тиску та температурного режиму за вегетаційний період в межах Криворіжжя ($47,91^{\circ}\text{N}$, $33,39^{\circ}\text{E}$) [138, 139, 307].

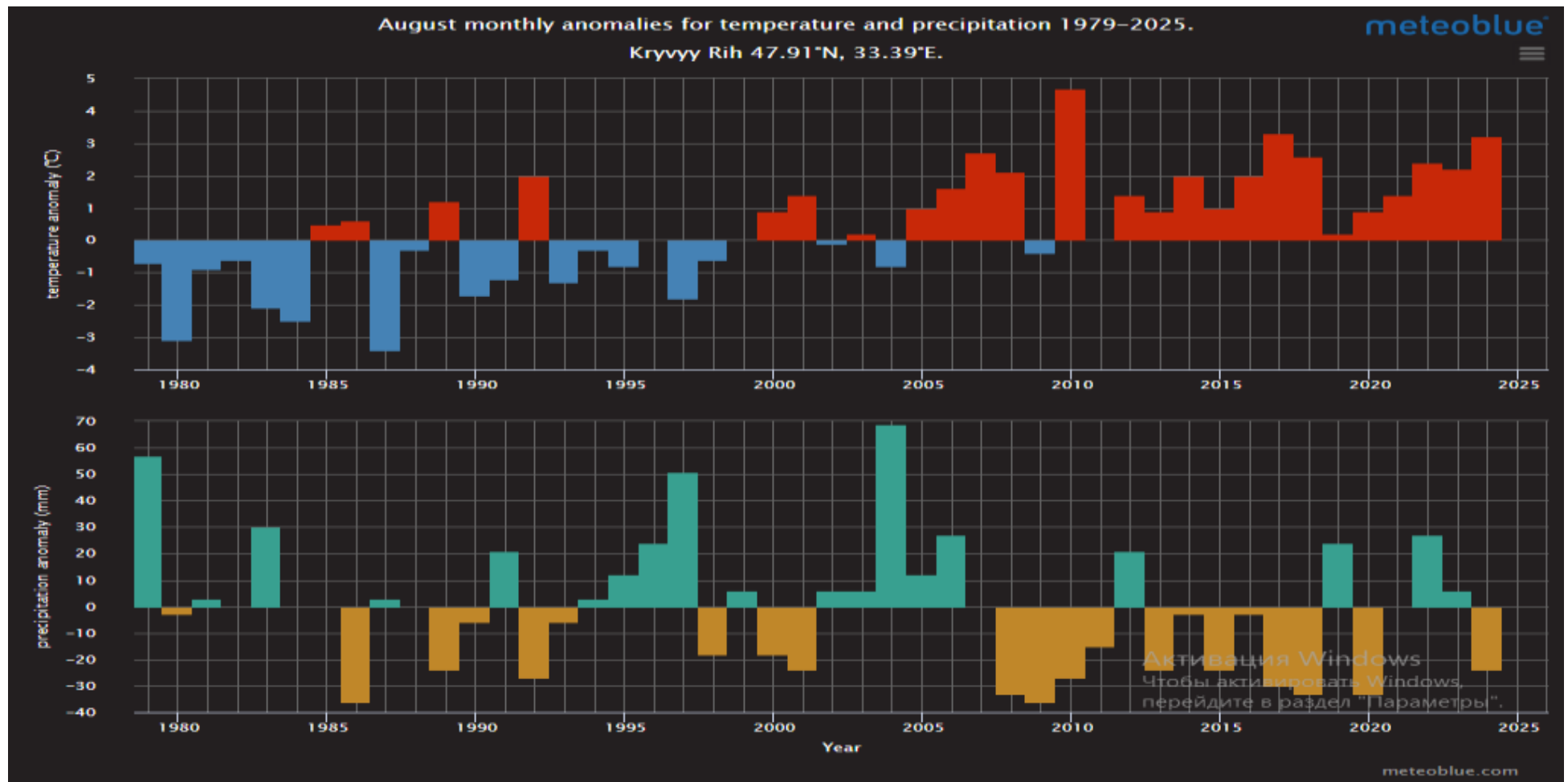


Рис. А – 14. Коливання Кліматичних показників у м. Кривий Ріг за місяцями.

Примітка. Графік фокусується на середньодобових показниках. Показано коливання температури та опадів для кожного серпня з 1979 року. Відображається в які роки серпень був теплішим або холоднішим (сухішим або вологішим) за норму [138, 139, 307]..

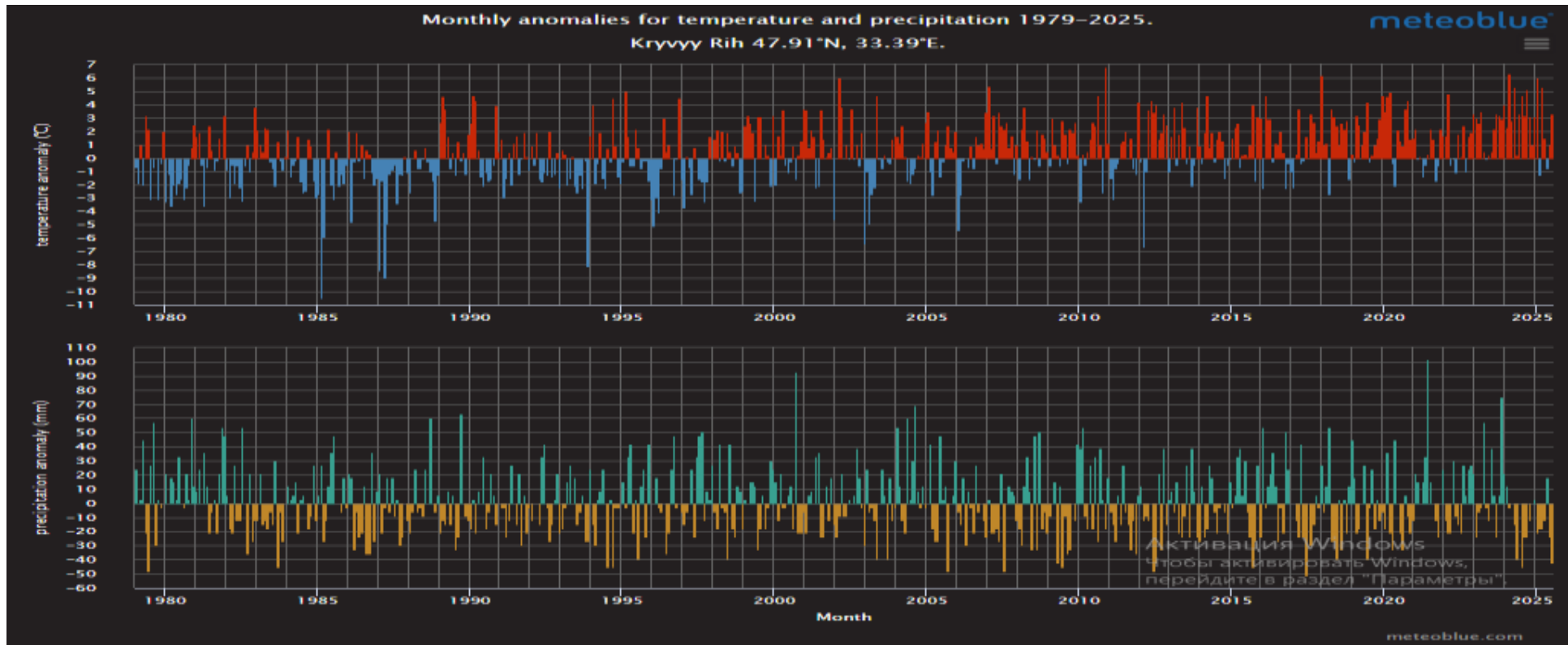


Рис. А – 15. Місячні аномалії температури та опадів - Зміна клімату у Криворізької агломерації.

Примітка. Графік вище показує аномалію температури для кожного місяця з 1979 року до сьогодні. Аномалія показує, наскільки було тепліше або холодніше, ніж середнє 30-річне значення клімату в 1980-2010 роках. Таким чином, червоні місяці були теплішими, а сині - холоднішими за норму. Для більшості розташувань ви побачите збільшення кількості тепліших місяців з роками, що відображає глобальне потепління, пов'язане зі зміною клімату.

Нижня частина графіку показує аномалію опадів для кожного місяця з 1979 року до сьогодні. Аномалія показує, чи випало за місяць більше або менше опадів, ніж у середньому за 30 років кліматичних спостережень 1980-2010 років. Таким чином, зелені місяці були вологішими, а коричневі - сухішими за норму [138, 139, 307]..

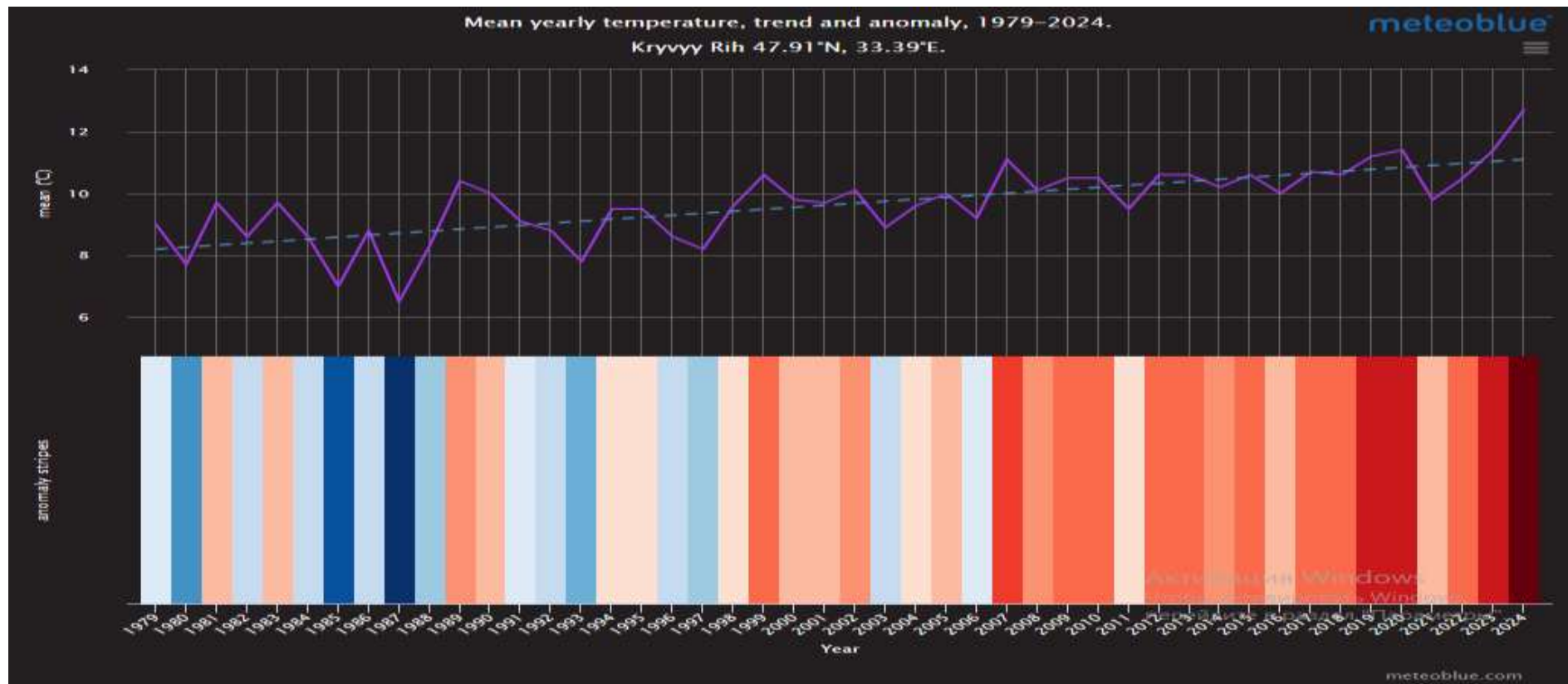


Рис. А – 16. Річна зміна температури для Криворізької агломерації.

Примітка. Графік вище показує оцінку середньорічної температури для більшого регіону навколо Kryvyi Rih. Пунктирна синя лінія - це лінійна тенденція зміни клімату. Якщо лінія піднімається зліва направо, то температурний тренд є позитивним, і в Kryvyi Rih стає тепліше через зміну клімату. Якщо вона горизонтальна, то чіткої тенденції не спостерігається, а якщо вона йде вниз, то умови в Kryvyi Rih з часом стають холоднішими.

У нижній частині графіка показані так звані смуги потепління. Кожна кольорова смуга відображає середню температуру за рік - синя для більш холодних і червона для більш теплих років [138, 139, 307]..

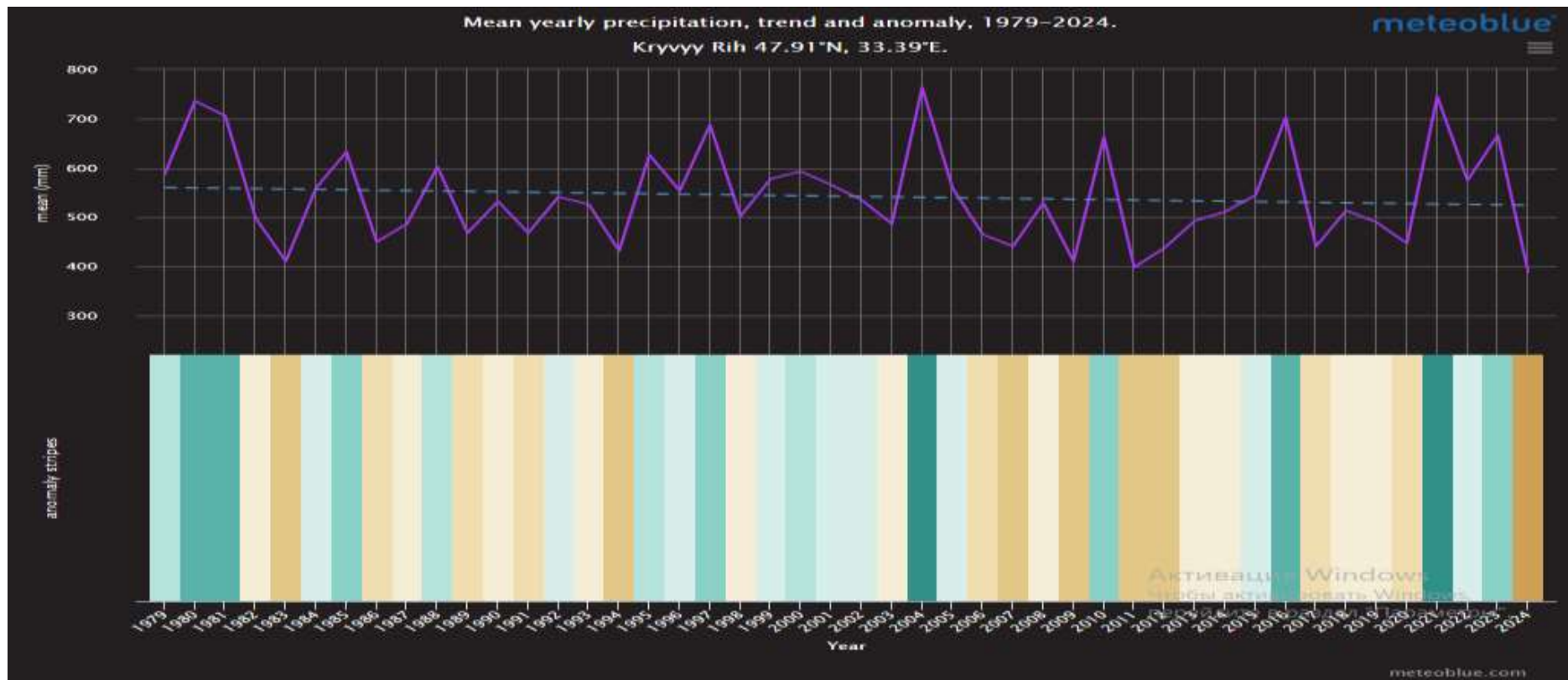


Рис. А – 17. Річна зміна опадів – Криворізької агломерації.

Примітка. Графік вище показує оцінку середньої загальної кількості опадів для більшого регіону навколо Kryvyi Rih. Пунктирна синя лінія - це лінійна тенденція зміни клімату. Якщо лінія піднімається зліва направо, то тренд опадів є позитивним і в Kryvyi Rih стає вологіше через зміну клімату. Якщо лінія горизонтальна, то чіткої тенденції не спостерігається, а якщо вона йде вниз, то з часом умови стають сухішими у Kryvyi Rih.

У нижній частині графіка показані так звані смуги опадів. Кожна кольорова смужка відображає загальну кількість опадів за рік - зелена для більш вологих і коричнева для більш сухих років [138, 139, 307].

ДОДАТОК Б

Таблиця Б. Дослідні ділянки деревних угруповань спеціального призначення на території центральної частини Криворіжжя (2013-2025р.).

№. Ділянки (Шифр ділянки)	Характеристики дослідних ділянок		Показники життєвого стану і домінуючих порід		
	Вид домінантних порід (формула деревостану)	Спц. призн ачення	Тип пох ожд ення	Структура деревостану	Структура крони
1. Ділянки біотопів в умовах поза міських територій Д(Л)ФЦ СПП (домінанти I-II-III ярус)					
1.1. Деревні насадження ландшафтного заказника «Гурівський ліс» с.Гурівка					
№1(1.1.1.)	ДбзвКлплЯсзв	---	Прир.	AI++AP++AIII++FR+N+	Нпвтн.
№2(1.1.2.)	ДбзвКлплРбпсКлгс	Втрзх.	Штчн.	AI++AP++AIII++	Нпвсв.
№3(1.1.3.)	ДбзвВзглЯсзвКлясКлт	---	Смзр.	AI++AP++AIII++FR++N++	Нпвсв.
1.2. Деревні насадження р.Бокова с. Софіївка, Криворізький р-н					
№4(1.2.1.)	ДбзвВзглКлясКлпл	---	Прир.	AI++AP++AIII+-FR+-N+-	Нпвтн.
№5(1.2.2.)	ЯсзвВзглДбзвКлпл	Прерз.	Штчн.	AI++AP+-AIII+-	Нпвтн.
№6(1.2.3.)	ЯсзвВзглДбзвКлплКляс	---	Смзр.	AI++AP++AIII+-FR+-	Нпвтн.
1.3. Деревні насадження с.Тарасівка, Криворізький р-н					
№7(1.3.1.)	ДбзвКлгсКлясРбпсТптр	---	Прир.	AI++AP++AIII+-FR+-N+-	Нпвсв.
№8(1.3.2.)	РбпсДбзвКлясТптр	Втрзх.	Штчн.	AI++AP++AIII+-FR+-	Нпвсв.
№9(1.3.3.)	РбпсКлясШвчр	Прерз.	Штчн.	AI++AP++AIII+-	Нпвсв.
№10(1.3.4.)	ТптрЯсзвРбпсВзгл	---	Смзр.	AI++AP++AIII+-FR+-N-	Нпвтн.
№11(1.3.5.)	ВзглРбпсКлгсКляс	---	Смзр.	AI++AP++AIII+-FR+-N++	Нпвтн.
2. Ділянки урбанізованих біотопів Д(Л)ФЦ СПУ (домінанти I-II-III ярус)					
2.1. Дендропарк «Веселі Терни» м.Кривий Ріг,					
№12(2.1.1.)	ЯсзвТпблВзгл	Прерз.	Штчн.	AI++AP++AIII+-FR+-N++	Нпвсв.
№13(2.1.2.)	ЯсзвВзгл	---	Смзр.	AI++AP++AIII+-FR+-	Нпвсв.
№14(2.1.3.)	ЯсзвВзглКлплКляс	Прерз.	Штчн.	AI++AP++AIII+-FR+-	Нпвтн.
№15(2.1.4.)	ДбзвКлясВзгл	---	Прир.	AI++AP++AIII+-FR+-N+-	Св.
№16(2.1.5.)	ЯсзвКлплВзшрКлт	---	Смзр.	AI++AP++AIII+-FR+-N+-	Нпвтн.
2.2. Дендропарк Довгинцівський м.Кривий Ріг					
№17(2.2.1.)	ДбзвШвчр	---	Смзр.	AI++AP++AIII+-FR+-	Нпвсв.
№18(2.2.2.)	Дбзв	Втрзх.	Штчн.	AI++	Нпвсв.
№19(2.2.3.)	ДбзвКляс	Втрзх.	Штчн.	AI++AP+-	Нпвсв.
№20(2.2.4.)	ЛпсрШвчр	---	Смзр.	AI++AP++	Нпвтн.
№21(2.2.5.)	Лпср	Інш.	Штчн.	AI++	Нпвтн.
№22(2.2.6.)	Дбзв	Інш.	Штчн.	AI++	Св.
№23(2.2.7.)	ДбзвКлясДбчрвГрлс	---	Смзр.	AI++AP++AIII+-FR+-N+-	Нпвсв.
№24(2.2.8.)	Сзв	Інш.	Штчн.	AI+-	Св
№25(2.2.9.)	ДбзвРбпсГрзв	---	Смзр.	AI++AP++AIII+-FR+-	Нпвсв.
№26(2.2.10.)	Брпв	Інш.	Штчн.	AI--	Св
№27(2.2.11.)	ДбчрДбзвШвчр	---	Смзр.	AI++AP++AIII+-FR+-	Нпвсв.

2.4. Водозахисні насадження Карачунівського водосховища м.Кривий Ріг					
№28(2.3.1.)	РбпсЯсзв	Прерз.	Штчн.	AI++API++API+-	НпвТн.
№29(2.3.2.)	РбпсЯсзв	---	Смзр.	AI++API++API+-FR+-	НпвТн.
№30(2.3.3.)	ДбзвРбпсШвчрГргЯсзв	---	Смзр.	AI++API++API+-FR+-Н+-	НпвТн.
№31(2.4.1.)	ДбзвРбпсКлтГрг	Прерз.	Штчн.	AI++API++API+-	НпвСв.
№32(2.4.2.)	ДбзвЯсзвРбпсГрг	---	Смзр.	AI++API++API+-FR+-Н+-	НпвСв.
2.3. Водозахисні та шумопилозахисні насадження ш.Артем-1, Урочище «Дубки» м.Кривий Ріг					
№33(2.4.3.)	ДбзвКляс	Прерз.	Штчн.	AI++API+-	НпвСв.
№34(2.4.4.)	ДбзвВзглКлт	Прерз.	Штчн.	AI++API++API+-	НпвТн.
№35(2.4.5.)	ЯсзвВзгл	---	Смзр.	AI++API+-API+-FR+-	НпвСв.
3. Ділянки Техногенних біотопів Д(Л)ФЦ СПТ (домінанти I-II-III ярус)					
3.1. Лісонасадження філії «Дніпровське лісове господарство» ДП «Ліси України» м.Кривий Ріг					
№36(3.1.1.)	ДбзвКлгс	Шпзх.	Штчн.	AI+-API+-API+-	НпвСв.
№37(3.1.2.)	ДбзвКлгс	Шпзх.	Штчн.	AI++API++API+-	НпвСв.
№38(3.1.3.)	ДбзвВзглЯсзвКлясКлт	---	Смзр.	AI++API++API+-FR+-	НпвТн.
3.2. Шумо-пилозахисні Насадження Урочище «Кільце Соборності» м.Кривий Ріг					
№39(3.2.1.)	ЯсзвРбпсДбзвКлтт	---	Смзр.	AI+-API++API+-FR+-	Тн.
№40(3.2.2.)	ЯсзвДбзвРбпсКляс	Шпзх.	Штчн.	AI++API+-API+-FR+-	НпвТн.
№41(3.2.3.)	РбпсДбзвАлнвСккж	Шпзх.	Штчн.	AI++API++API+-	НпвТн.
3.3. Шумо-пилозахисні Насадження СЗЗ ПАО «Арселор Міттал Кривий Ріг» м.Кривий Ріг					
№42(3.3.1.)	ЯсзвКлясТпчрРбпс	Шпзх.	Штчн.	AI++API++API+-FR+-	НпвТн.
№43(3.3.2.)	КлплЯсзв	---	Смзр.	AI++API++API+-FR+-	НпвТн.
№44(3.3.3.)	РбпсАлнвЯсзв	Шпзх.	Штчн.	AI++API++API+-	Тн.

Примітка 1. Д(Л)ФЦ СПП – Дендрологічні (лісові) фітоценози спеціального призначення в умовах поза міських територій; Д(Л)ФЦ СПУ – Дендрологічні (лісові) фітоценози спеціального призначення урбанізованих територій; Д(Л)ФЦ СПТ – Дендрологічні (лісові) фітоценози спеціального призначення техногеннопромислових територій

Примітка 2. Скорочення назв деревних порід у формулах деревостану: Дбзв – дуб звичайний *Quercus robur* L.; Клпл – клен польовий *Acer campestre* L.; Кляс – клен ясенелистий *Acer negundo* L.; Клт – клен татарський *Acer tataricum* L.; Клгс – клен гостролистий *Acer platanoides* L.; Взгл – в'яз гладкий *Ulmus laevis* Pall.; Вшр – в'яз шершавий *Ulmus glabra* Huds.; Ясзв – ясен звичайний *Fraxinus excelsior* L.; Рбпс – акація біла *Robinia pseudoacacia* L.; Дбчр – дуб червоний *Quercus rubra* L.; Лплс – липа серцелиста *Tilia cordata* L.; Сзв – сосна звичайна *Pinus sylvestris* L.; Брпв – береза повисла *Betula pendula* Roth.; Грлс – груша лісова *Pyrus pyraeaster* L.; Грзв – груша звичайна *Pyrus communis* L.; Швчр – шовковиця чорна *Morus nigra* L.; Грг – горіх грецький *Juglans regia* L.; Тпчр – тополя чорна *Populus nigra* L.; Тпбл – тополя біла *Populus alba* L.; Тптр – тополя тремтяча *Populus tremula* L.; Сккж – скумпія кожевненна *Cotinus coggygria* Scop.; Алнв – айлант найвищий *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle;

Примітка 3. Прерз. – протиерозійні водозахисні; Втрзх. – вітрозахисні; Урбнз. – урбанізовані; Шпзх. – шумо-пилозахисні. Інш. – іншого призначення.

Примітка 4. Прир. – Ділянки природного походження; Штчн. – ділянки штучного походження; Смзр. – ділянки із самозаростанням.

Примітка 5. AI – Перший ярус деревної рослинності; API- другий ярус деревної рослинності; API – третій ярус деревної рослинності; FR – ярус чагарникової рослинності; Н – ярус травянистої рослинності.

Примітка 6. Св.- світлова; НпвСв. – напівсвітлова; НпвТн. – напівтіньова; Тн. – тіньова.

ДОДАТОК В

Таблиця В – 1. Загальний видовий склад деревних рослин

Назви виду		Група ділянок №1	Група ділянок №2	Група ділянок №3	Група ділянок №4	Всі ділянки
Загальна кількість видів		52	83	43	26	106
<i>Abies</i>	<i>alba</i> Mill.	+	—	—	—	+
<i>Acer</i>	<i>campestre</i> L.	—	+	—	+	++
<i>Acer</i>	<i>monspessulanum</i> L.	—	+	—	—	+
<i>Acer</i>	<i>negundo</i> L.	+	+	+	+	++++
<i>Acer</i>	<i>platanoides</i> L.	+	+	+	+	++++
<i>Acer</i>	<i>pseudoplatanus</i> L.	+	+	—	+	+++
<i>Acer</i>	<i>saccharinum</i> L.	-	+	-	-	+
<i>Acer</i>	<i>tataricum</i> L.	+	+	+	+	++++
<i>Aesculus</i>	<i>hippocastanum</i> L.	+	+	-	-	++
<i>Ailanthus</i>	<i>altissima</i> (Mill.) Swingle,	-	+	+	+	+++
<i>Alnus</i>	<i>glutinosa</i> (L.) Gaertn.	+	-	-	-	+
<i>Alnus</i>	<i>incana</i> (L.) Moench.	+	-	-	-	+
<i>Amelanchier</i>	<i>spicata</i> (Lam.) C. Koch.	-	+	-	-	+
<i>Amorpha</i>	<i>fruticosa</i> L.	-	-	+	-	+
<i>Berberis</i>	sp.	+	+			++
<i>Berberis</i>	<i>vulgaris</i> L.	-	+	-	-	+
<i>Betula</i>	<i>pendula</i> Roth.	+	+	-	-	++
<i>Caragana</i>	<i>arborescens</i> Lam.	+	+	+	-	+++
<i>Caragana</i>	<i>frutex</i> (L.) C. Koch.	+	+	-	-	++
<i>Carpinus</i>	<i>betulus</i> L.	+	-	-	-	+
<i>Celtis</i>	<i>occidentalis</i> L.	-	-	+	+	++
<i>Chaenoméles</i>	<i>japónica</i> (Thunb.) Lindl. ex Spach,	-	+	-	-	+
<i>Clematis</i>	<i>orientalis</i> L.	-	+	-	-	+
<i>Colutea</i>	<i>arborescens</i> L.	-	+	-	-	+
<i>Cornus</i>	<i>alba</i> (L.) Opiz.	-	-	+	+	++
<i>Cornus</i>	<i>mas</i> L.	-	+	-	-	+
<i>Cornus</i>	<i>sanguinea</i> L.	-	+	+	+	+++
<i>Corylus</i>	<i>avellana</i> L.	-	+	-	-	+
<i>Cotinus</i>	<i>coggygia</i> Scop.	+	+	+	+	++++
<i>Cotoneaster</i>	<i>melanocarpus</i> Fisch. ex Blytt	-	+	+	-	++
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	<i>pentagyna</i> Waldst. et Kit.	+	+	+	+	++++
<i>Crataegus</i>	<i>submollis</i> Sarg.	-	+	-	-	+
<i>Cydonia</i>	<i>oblonga</i> Mill.	-	+	-	-	+
<i>Elaeagnus</i>	<i>angustifolia</i> L.	-	+	+	-	++

<i>Euonymus</i>	<i>europaeus</i> L.	-	+	+	-	++
<i>Fagus</i>	<i>orientalis</i> Lipsky.	-	+	-	-	+
<i>Forsythia</i>	<i>europaea</i> Degen et Bald.	+	+	-	-	++
<i>Fragaria</i>	<i>vesca</i> L.	+	-	-	-	+
<i>Fraxinus</i>	<i>excelsior</i> L.	+	+	+	+	++++
<i>Fraxinus</i>	<i>pennsylvanica</i> Marsh.	+	-	+	-	++
<i>Gleditsia</i>	<i>triacanthos</i> L.	+	+	+	-	+++
<i>Juglans</i>	<i>nigra</i> L.	-	+	-	-	+
<i>Juglans</i>	<i>regia</i> L.	+	+	+	-	+++
<i>Juniperus</i>	<i>sabina</i> L.	-	+	-	-	+
<i>Juniperus</i>	<i>virginiana</i> L.	-	+	-	-	+
<i>Laburnum</i>	<i>anagyroides</i> Medik.	-	+	-	-	+
<i>Larix</i>	<i>decidua</i> Mill.	-	+	-	-	+
<i>Ligustrum</i>	<i>vulgare</i> L.	+	+	+	+	++++
<i>Lonicera</i>	<i>edulis</i> Turcz.	-	+	+	-	++
<i>Lonicera</i>	<i>tatarica</i> L.	+	+	-	-	++
<i>Mahonia</i>	<i>aquifolium</i> Nutt.	-	+	-	-	+
<i>Malus</i>	<i>domestica</i> Borkh.	+	+	+	-	+++
<i>Malus</i>	<i>niedzwetzkyana</i> Dieck ex Koehne.	-	+	-	-	+
<i>Mespilus</i>	<i>germanica</i> L.	-	+	-	-	+
<i>Morus</i>	<i>nigra</i> L.	+	+	+	+	++++
<i>Parthenocissus</i>	<i>quinquefolia</i> (L.) Planch.	+	+	-	+	+++
<i>Philadelphus</i>	<i>coronarius</i> L.	-	+	-	-	+
<i>Physocarpus</i>	<i>opulifolius</i> (L.) Maxim.	-	+	-	-	+
<i>Picea</i>	<i>abies</i> (L.) Karst.	+	-	-	-	+
<i>Pinus</i>	<i>sylvestris</i> L.	+	+	-	-	++
<i>Platanus</i>	sp.	-	+	-	-	+
<i>Populus</i>	<i>alba</i> L.	+	-	-	-	+
<i>Populus</i>	<i>nigra</i> L.	+	-	-	+	++
<i>Populus</i>	<i>tremula</i> L.	+	+	-	-	++
<i>Prúnus</i>	<i>armeniaca</i> L.	+	-	+	+	+++
<i>Prunus</i>	<i>cerasifera</i> Ehrh.	+	-	-	-	+
<i>Prunus</i>	<i>cerasus</i> L.	+	+	-	-	++
<i>Prunus</i>	<i>domestica</i> L.	+	+	+	-	+++
<i>Prunus</i>	<i>padus</i> L.	-	+	+	-	++
<i>Prunus</i>	<i>serotina</i> Ehrh.	-	+	+	-	++
<i>Prunus</i>	<i>stepposa</i> Kotov.	+	-	-	+	++
<i>Ptelea</i>	<i>trifoliata</i> L.	-	+	-	-	+
<i>Pyrus</i>	<i>communis</i> L.	+	+	+	-	+++
<i>Pyrus</i>	sp.	+	+	-	-	++
<i>Pýrus</i>	<i>pyraster</i> L.	+	+	-	-	++

<i>Quercus</i>	<i>castaneifolia</i> C.A.Mey.	+	+	-	-	++
<i>Quercus</i>	<i>robur</i> L.	+	+	+	+	++++
<i>Quercus</i>	<i>rubra</i> L.	+	-	-	-	+
<i>Rhamnus</i>	<i>cathartica</i> L.	+	+	+	+	++++
<i>Rhamnus</i>	<i>frangula</i> Mill.	+	+	-	-	++
<i>Robinia</i>	<i>pseudoacacia</i> L.	+	-	+	+	+++
<i>Rosa</i>	<i>canina</i> L.	+	+	+	+	++++
<i>Rubus</i> sp.	<i>caesius</i> L.	-	+	+	-	++
<i>Salix</i>	<i>babylonica</i> L.	-	-	+	-	+
<i>Salix</i>	<i>caprea</i> L.	+	-	-	-	+
<i>Salix</i>	<i>matsudana</i> Koidz.	-	+	+	-	++
<i>Salix</i> sp.	<i>purpurea</i> L.	+	+	-	-	++
<i>Sambucus</i>	<i>nigra</i> L.	+	+	+	+	++++
<i>Solidago</i>	<i>canadensis</i> L.	-	+	-	-	+
<i>Sorbus</i>	<i>aucuparia</i> L.	-	+	+	-	++
<i>Spiraea</i>	<i>japonica</i> L.	-	+	-	-	+
<i>Styphnolobium</i>	<i>japonicum</i> (L.) Schott	-	+	-	-	+
<i>Swida</i>	<i>sanguinea</i> (L.) Opiz	-	+	-	-	+
<i>Symphoricarpos</i>	<i>albus</i> (L.) S.F.Blake	-	+	-	-	+
<i>Symphoricarpos</i>	<i>chenaultii</i> (L.) S.F.Blake	-	+	-	-	+
<i>Syringa</i>	<i>vulgaris</i> L.	+	+	+	-	+++
<i>Tamarix</i>	<i>ramosissima</i> Ledeb..	-	+	-	-	+
<i>Thuja</i>	sp.	-	+	-	-	+
<i>Tilia</i>	<i>cordata</i> Mill.	+	+	+	-	+++
<i>Ulmus</i>	<i>glabra</i> Huds.	+	-	-	-	+
<i>Ulmus</i>	<i>laevis</i> Pall.	+	+	+	+	++++
<i>Ulmus</i>	<i>minor</i> Mill.	+	+	+	+	++++
<i>Ulmus</i>	<i>pumila</i> L.	-	-	+	+	++
<i>Viburnum</i>	<i>lantana</i> L.	-	+	+	-	++
<i>Viburnum</i>	<i>opulus</i> L.	-	+	+	-	++
<i>Wisteria</i>	<i>sinensis</i> (Sims) Sweet	-	+	-	-	+

Примітка. + \ - Присутність або відсутність виду.

Група ділянок №1 – знаходяться в умовах поза міських територій Степового Придніпров'я. Група ділянок №2 – знаходяться в урбанізованих умовах в межах м.КривийРіг. Група ділянок №3 – водозахисні насадження що знаходяться в умовах в межах м.КривийРіг. Група ділянок №4 – пилошумозахисні насадження що знаходяться в умовах в межах м.КривийРіг.

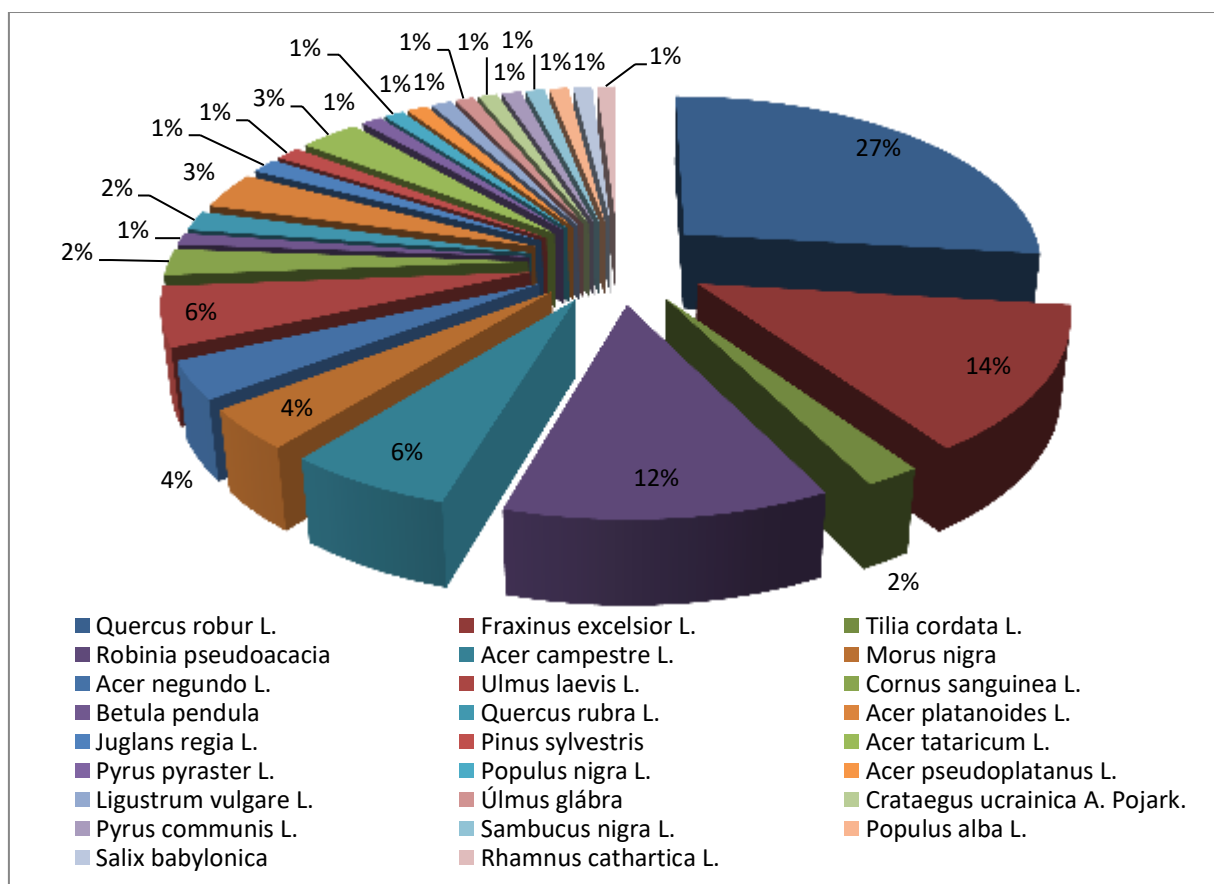


Рис. В – 2. Загальні показники спектра видового багатства деревних угруповань спеціального призначення на території дослідження

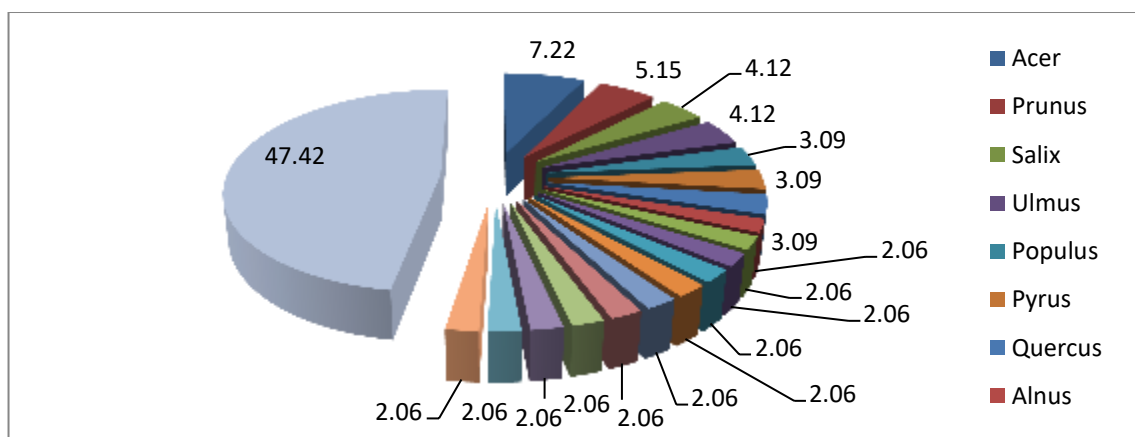


Рис. В – 3. Розподіл різноманіття таксономічного багатства загальних показників спектра родів в деревних угрупованнях спеціального призначення на території дослідження

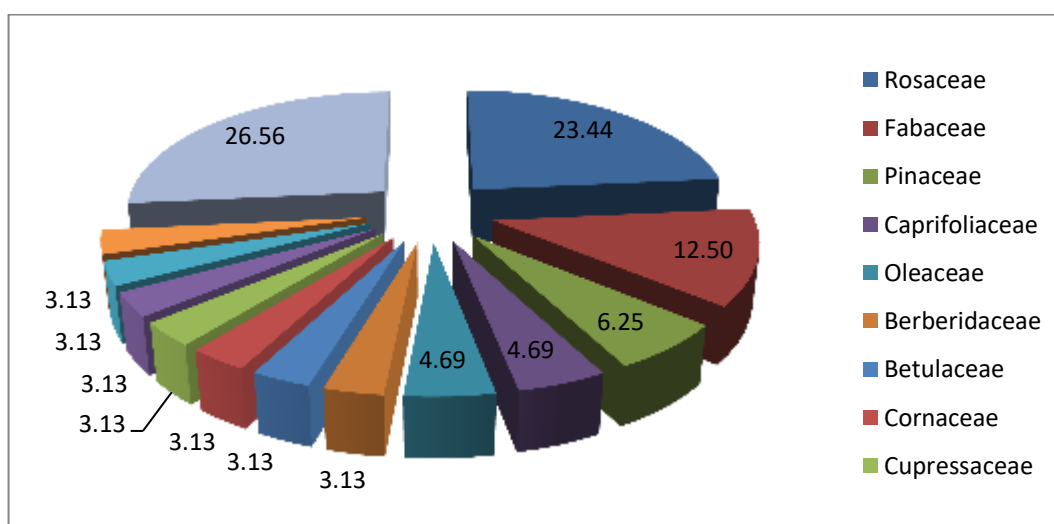


Рис. В – 4. Розподіл різноманіття таксономічного багатства загальних показників спектра родин у співвідношенні до видів в деревних угрупованнях спеціального призначення на території дослідження

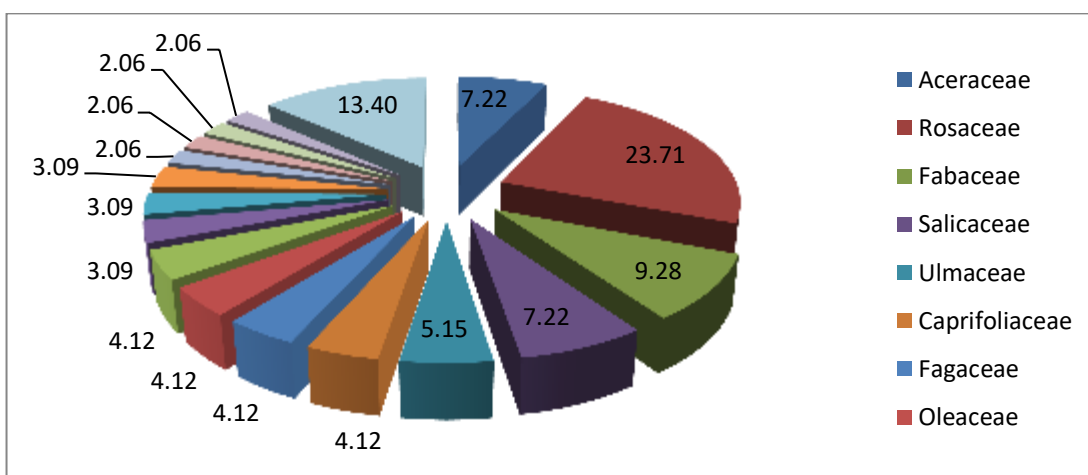


Рис. В 5. Розподіл різноманіття таксономічного багатства загальних показників спектра родин у співвідношенні до родів в деревних угрупованнях спеціального призначення на території дослідження.

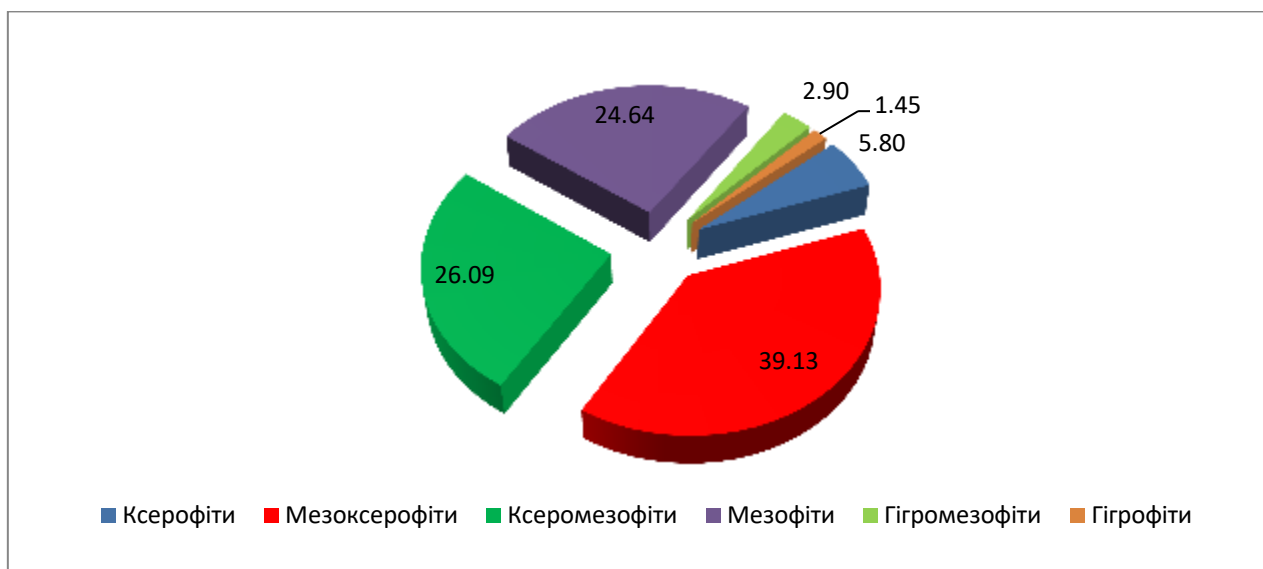


Рис. В – 6. Загальні показники гігроморфічного спектру деревних угруповань спеціального призначення всієї території дослідження

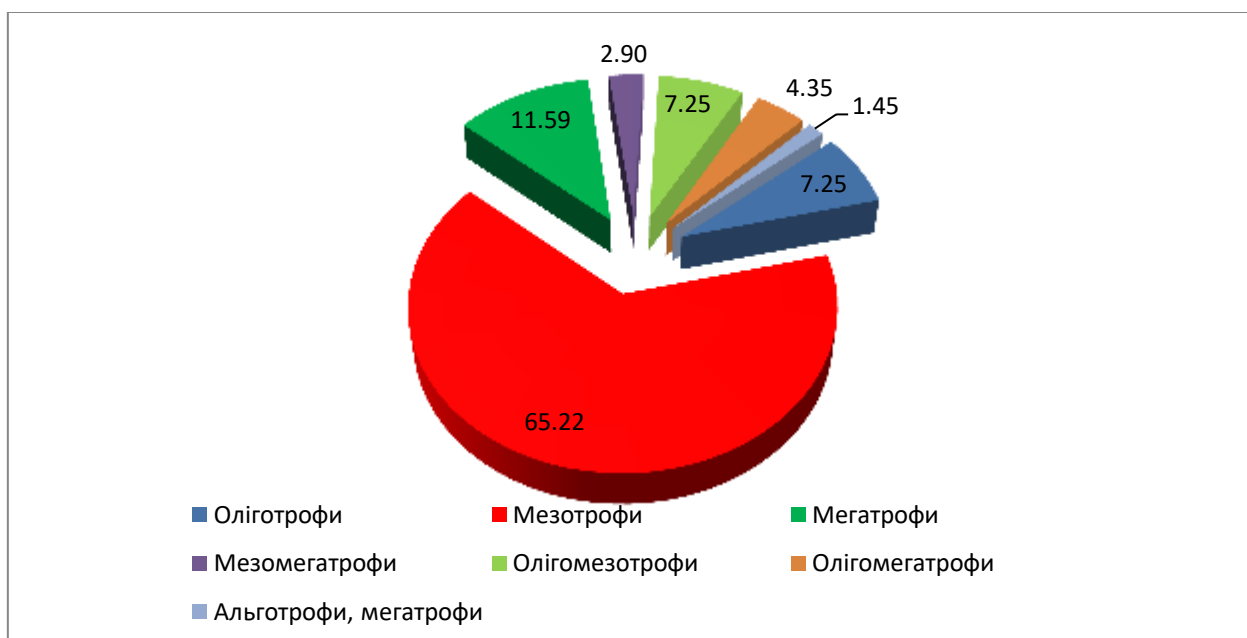


Рис. В – 7. Загальні показники трофоморфічного спектру деревних угруповань спеціального призначення всієї території дослідження.

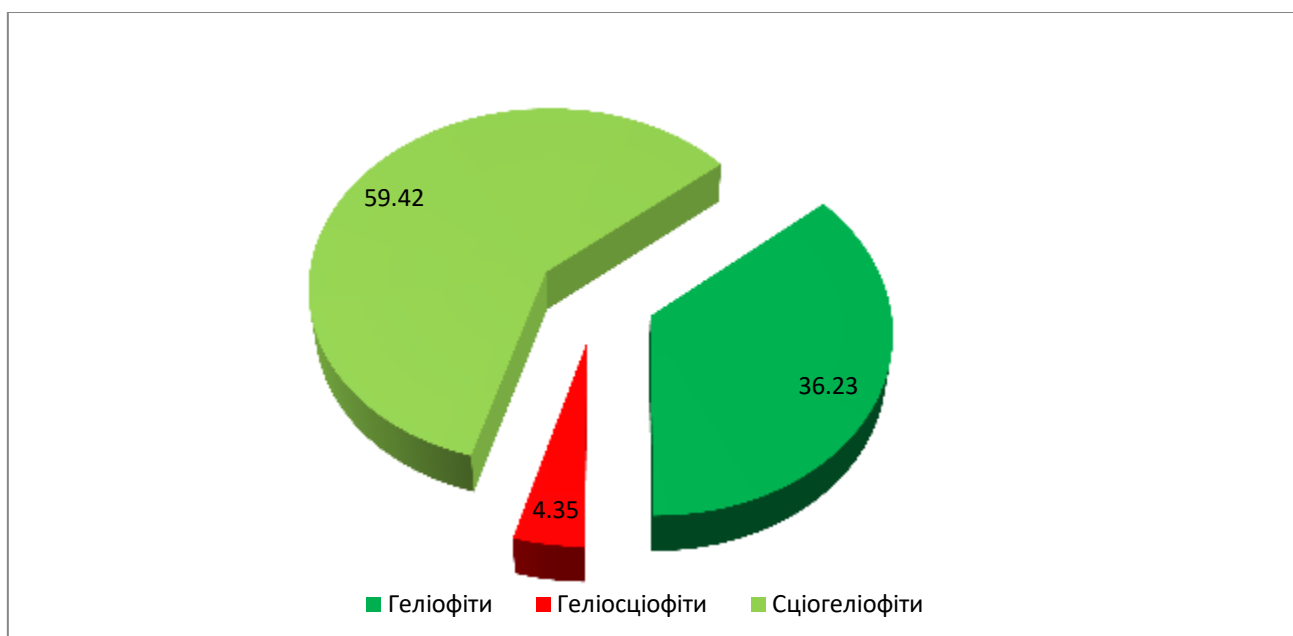


Рис. В – 8. Загальні показники геліоморфічного спектру деревних угруповань спеціального призначення всієї території дослідження

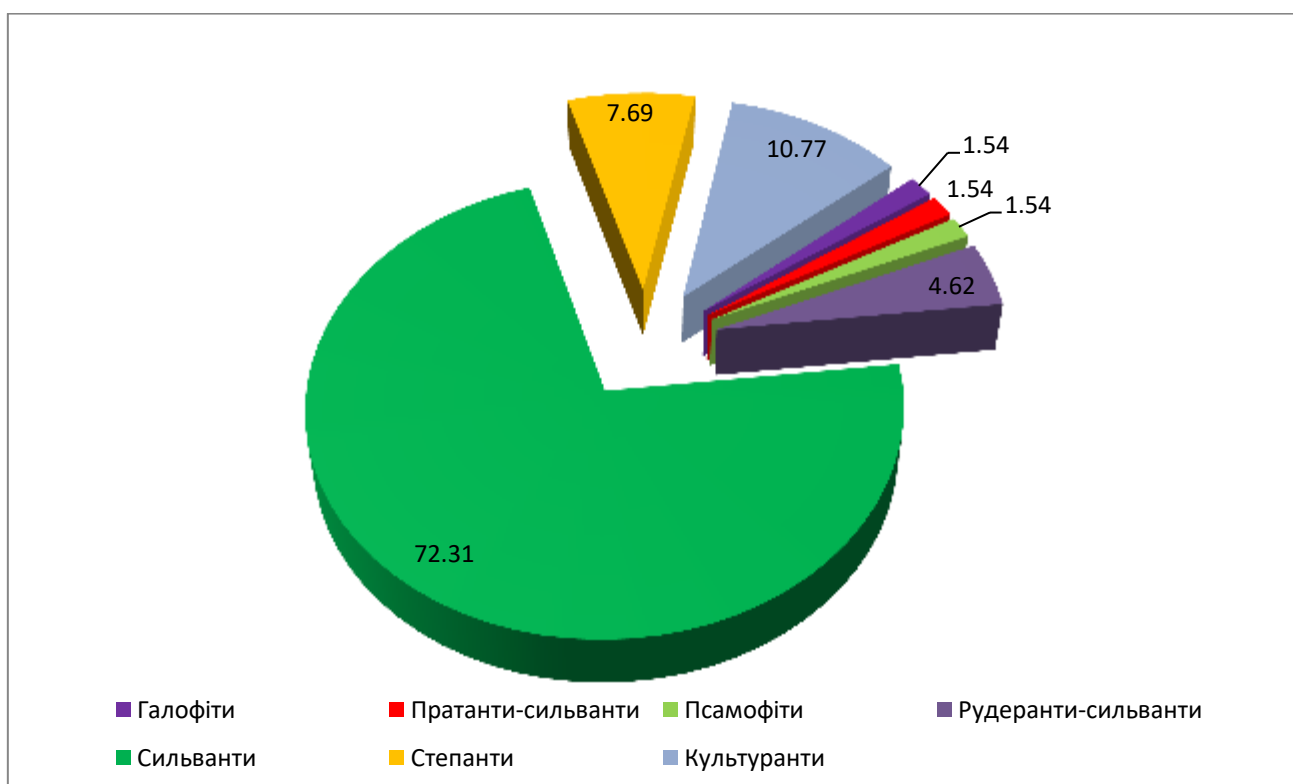


Рис. В – 9. Загальні показники екоморфічного спектру деревних угруповань спеціального призначення всієї території дослідження

ДОДАТОК Г

Таблиця Г – 1. Показники біологічних та лісотаксаційних характеристик деревної і чагарникової рослинності території дослідження в різних умовах розташування

№	Показники стану деревних угруповань		Характеристика екологічних умов росту та розвитку територій дослідження деревних угруповань				
			Угруповання поза міськими територіями	Угруповання в урбанізованих умовах м.Кривого Рогу дендропарків та водозахисних територій		Угруповання санітарно захисного призначення	
1.	Біологічні характеристики	Походження	Природне або штучне	Природне або штучне	Штучне або самозаро- стання	Штучне або самозароста- ння	
2		Формула деревостану	ДбзвКлплЯсзв РбпсКлгсВзгл КлясТптрШвчр Клт	ДбзвКляс ДбчрвЯсзв РбпсВзгл КлплТпбл ВзшрЛпср КлтШвчр	ДбзвРбпс ВзглКляс Ясзв ШвчрКлт	ЯсзвРбпсДбзв Взгл Клгс КлясКлтТпчр КлплАлнв Сккж	
3		Відносний вік (р.)	160-50	120-50	80-50	80-50	
9	Лісотаксаційні показники	N, шт./га	Min	1200	228	525	536
10			Max		1175	2600	1600
11		D, см	Min	18	16	12	9
12			Max		51	23	29
13		H, м	Min	20	12	8,5	13
14			Max		19	16	18
15		V, м³/га	Min	530	115	58	120
16			Max		460	265	370

Примітка 1. Скорочення назв деревних порід у формулах деревостану: Дбзв – дуб звичайний *Quercus robur* L.; Клпл – клен польовий *Acer campestre* L.; Кляс – клен ясенелистий *Acer negundo* L.; Клт – клен татарський *Acer tataricum* L.; Клгс – клен гостролистий *Acer platanoides* L.; Взгл – в'яз гладкий *Ulmus laevis* Pall.; Взшр – в'яз шершавий *Ulmus glabra* Huds.; Ясзв – ясен звичайний *Fraxinus excelsior* L.; Рбпс – акація біла *Robinia pseudoacacia* L.; Дбчр – дуб червоний *Quercus rubra* L.; Лпср – липа серцелиста *Tilia cordata* L.; Швчр – шовковиця чорна *Morus nigra* L.; Тпчр – тополя чорна *Populus nigra* L.; Тпбл – тополя біла *Populus alba* L.; Тптр – тополя тремтяча *Populus tremula* L.; Сккж – скумпія кожевенна *Cotinus coggygria* Scop.; Алнв – айлант найвищий *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle;

Скорочення назв показників: N – показники біомаси; D – діаметр стовбура; H – висота стовбура; V – значення запасу деревини.

Таблиця Г – 2. Характеристика вертикальної та горизонтальної структури угруповань деревної і чагарникової рослинності території дослідження в різних умовах розташування

№	Показники стану деревних угруповань		Характеристика екологічних умов росту та розвитку територій дослідження деревних угруповань			
			Угрупування поза міськими територіями	Угрупування в урбанізованих умовах м.Кривого Рогу дендропарків та водозахисних територій		Угрупування шумо пилезахисного призначення
1.	Біологічні характеристики	Домінуючі види	<i>Quercus robur</i> L., <i>Acer negundo</i> L., <i>Ulmus laevis</i> Pall., <i>Fraxinus excelsior</i> L., <i>Acer tataricum</i> L.;	<i>Quercus robur</i> L., <i>Fraxinus excelsior</i> L., <i>Robinia pseudoacacia</i> L., <i>Quercus rubra</i> L., <i>Acer negundo</i> L.; <i>Tilia cordata</i> L., <i>Pinus sylvestris</i> L.	<i>Quercus robur</i> L., <i>Ulmus laevis</i> Pall. <i>Acer negundo</i> L.; <i>Fraxinus excelsior</i> L., <i>Acer tataricum</i> L.;	<i>Quercus robur</i> L., <i>Fraxinus excelsior</i> L., <i>Acer negundo</i> L.; <i>Ulmus laevis</i> Pall. <i>Acer tataricum</i> L.;
2		Походження	Природне	Природне штучне	Штучне	Штучне
3		Відносний вік (р.)	160-50	120-50	80-50	80-50
4	Вертикальна структура	AI	++	++	++	++
5		AII	++	++	+-	++
6		AIII	++	+-	+-	+-
7		Fr	++	+-	-+	-+
8		H	++	++	+-	--

Примітка. Скорочення назв зон екологічних умов росту наведено в тексті. Позначення структури деревостану показників: AI - деревний ярус; AII - деревний ярус; AIII – деревний ярус; Fr – чагарниковий ярус; H – трав'янистий ярус.

Таблиця Г – 3. Життєвий стан деревних угруповань по визначених ключовим ділянкам території дослідження за показниками чисельності деревних насаджень (шт)

Комоненти дерева	Території розташування деревних угруповань											
	Угруповання поза міськими територіями			Угруповання в урбанізованих умовах м.Кривого Рогу дендропарків			Угруповання в урбанізованих умовах м.Кривого Рогу водозахисних територій			Угруповання шумо пилезахисного призначення		
	М	m	V,%	М	m	V,%	М	m	V,%	М	m	V,%
І+ІІ+ІІІ яруси												
Крона	85,6	2,8	9,2	84,2	2,5	10,0	63,5	2,6	15,8	62,3	3,2	11,6
Листя	78,1	3,1	10,4	83,0	2,1	8,2	61,7	3,5	22,2	68,4	3,6	11,7
Гілки	86,9	3,4	11,6	78,2	3,1	13,1	63,7	3,0	18,3	60,0	4,2	15,6
Разом	85,6	2,9	9,8	82,9	2,3	9,0	63,8	3,0	17,9	62,7	3,6	13,0
І+ІІ яруси												
Крона	81,3	3,2	10,3	85,7	2,6	10,2	66,4	2,9	17,0	61,2	4,0	14,6
Листя	76,8	3,4	11,1	85,0	2,0	7,9	64,1	3,6	21,8	69,0	4,7	15,3
Гілки	82,8	3,5	12,0	79,2	3,2	13,6	64,8	3,0	17,9	57,9	4,4	17,0
Разом	81,3	3,1	10,1	85,2	2,6	10,0	66,2	3,0	17,6	60,1	3,6	13,4
І ярус												
Крона	88,89	2,7	8,4	90,9	2,5	9,1	74,0	3,4	17,6	67,1	2,2	7,4
Листя	82,22	4,4	12,5	88,5	2,3	8,6	69,6	3,8	21,4	78,2	7,2	20,6
Гілки	88,89	3,8	12,3	81,4	4,0	16,2	71,4	3,8	20,4	64,0	3,8	13,2
Разом	88,89	3,2	9,6	88,6	2,7	10,1	74,3	3,2	16,8	67,0	3,5	11,9
ІІ ярус												
Крона	75,0	4,2	14,1	81,5	3,1	12,7	60,8	3,0	19,3	56,4	6,3	25,2
Листя	72,27	3,1	11,4	83,0	2,3	9,3	59,6	3,8	24,6	58,4	3,2	12,3
Гілки	77,7	3,8	13,9	77,1	3,5	15,0	59,5	3,2	20,9	52,6	4,9	20,7
Разом	75,0	3,2	11,7	82,4	2,8	11,2	60,6	3,2	20,6	53,3	3,7	15,6
ІІІ ярус												
Крона	88,75	7,8	26,0	72,7	8,2	34,0	49,2	7,5	50,8	82,0	7,5	20,5
Листя	79,11	7,3	25,7	69,3	7,9	34,2	48,3	7,8	53,8	85,4	6,1	16,0
Гілки	89,82	7,6	25,5	69,5	7,7	33,3	50,3	7,4	48,8	81,3	7,8	21,3
Разом	88,75	7,6	26,0	70,1	7,8	33,2	49,5	8,0	53,6	83,5	6,9	18,6

Примітки: М – середня арифметична, m – абсолютна похибка середньої, V, % – коефіцієнт варіації

Таблиця Г – 4. Життєвий стан деревних угруповань по визначеним ключовим ділянкам території дослідження за показниками об'єму деревини (м³)

Компонент и дерева	Території розташування деревних угруповань											
	Угруповання поза міськими територіями			Угруповання в урбанізованих умовах м.Кривого Рогу дендропарків			Угруповання в урбанізованих умовах м.Кривого Рогу водозахисних територій			Угруповання шумо пилезахисного призначення		
	М	М	V,%	М	m	V,%	М	m	V,%	М	m	V,%
І+ІІ+ІІІ яруси												
Крона	81,4	3,0	9,3	88,4	2,5	9,3	68,9	2,8	15,6	64,5	3,7	12,7
Листя	75,8	3,8	11,4	87,7	1,9	7,1	65,7	3,7	21,6	74,0	5,8	17,5
Гілки	82,0	3,6	11,9	80,9	3,4	14,1	66,7	3,1	18,3	60,7	4,3	15,9
Разом	81,5	3,2	10,1	87,0	2,4	9,1	68,5	3,1	17,4	64,3	4,1	14,3
І+ІІ яруси												
Крона	80,8	3,2	10,0	86,2	2,8	10,9	69,7	3,0	16,6	64,9	3,8	13,0
Листя	75,5	3,9	11,8	88,0	1,9	7,1	66,5	3,8	22,4	74,6	6,1	18,2
Гілки	80,9	3,9	12,6	81,2	3,4	14,1	67,3	3,3	18,8	60,1	4,9	18,1
Разом	80,8	3,3	10,2	87,3	2,4	9,1	69,4	3,2	18,0	64,4	4,1	14,4
І ярус												
Крона	83,9	2,8	8,6	91,1	2,5	9,1	74,6	3,5	18,3	68,3	2,2	7,3
Листя	77,44	4,3	12,0	89,9	2,1	7,6	70,4	3,9	21,5	79,5	6,9	19,4
Гілки	83,95	3,9	12,5	82,0	4,0	16,4	71,9	3,9	20,8	64,2	3,9	13,4
Разом	83,9	3,6	10,8	84,9	3,7	14,5	75,2	3,4	17,6	68,4	3,5	11,5
ІІ ярус												
Крона	70,26	4,5	14,9	83,2	3,2	12,6	60,9	3,4	21,7	58,0	6,8	26,2
Листя	68,84	3,4	12,4	84,4	2,2	8,7	59,5	4,1	26,9	59,4	3,9	14,8
Гілки	70,8	3,9	14,2	78,1	3,6	15,2	59,7	3,4	22,0	53,8	4,9	20,3
Разом	70,26	3,5	12,6	83,6	2,9	11,4	60,8	3,5	22,4	54,4	4,2	17,1
ІІІ ярус												
Крона	89,4	8,1	27,6	69,8	7,8	33,7	46,2	7,2	51,8	78,5	9,2	26,3
Листя	79,66	7,5	26,6	67,0	7,8	34,7	45,2	7,3	53,2	83,1	7,4	20,0
Гілки	91,6	7,4	25,9	65,7	7,4	33,7	46,5	6,9	49,6	81,3	7,9	21,8
Разом	91,4	7,7	27,0	66,8	7,5	33,5	46,2	7,5	54,1	81,6	8,0	22,0

Примітки: М – середня арифметична, m – абсолютна похибка середньої, V, % – коефіцієнт варіації

Таблиця Г – 5. Оцінка стану деревної рослинності ключових дослідних ділянок території дослідження природного та штучного походження в залежності від зони атмосферного забруднення

№	Назва біотопу угруповань	Грунтово-гідрологічні умови	Домінуючі види	Наявність пилового газового забруднення, походження	Екологічна оцінка деревостану
1.	Деревні насадження с.Гурівка ландшафтного заказника «Гурівський ліс»	Сирі груди D4	ДбзвКлплЯсзвРбпсКлгс ВзглКляс	Зона незначного запилення (Прир..Штчн Втрзх. Смзр.)	Крона– здоров. Листя – осл. Гілки –здоров.
2.	Деревні насадження р.Бокова с. Софіївка Криворізький р-н	Вологі груди D3	ДбзвЯсзвВзглКлясКлпл КлясКлт	Зона помірного незначного запилення (Прир. ШтчнПртЕрз. Смзр.)	Крона– здоров. Листя – здоров. Гілки –здоров.
3.	Деревні насадження с.Тарасівка, Криворізький р-н	Сухі сугруди С1	ДбзвРбпсКлгсКлясЯсзв ВзглТптрКлгсШвчр	Зона незначного запилення (Прир. ШтчнПртЕрзВтрзх. Смзр.)	Крона– здоров. Листя – осл. Гілки –здоров.
4.	Дендропарк «Веселі Терни» м.Кривий Ріг,	Сирі груди D4	ЯсзвВзглДбзвКлплТпбл ВзшрКлясКлт	Зона незначного запилення (Прир. ШтчнПртЕрз. Смзр.)	Крона – здоров. Листя – осл. Гілки –здоров.
5.	Дендропарк Довгинцівський м.Кривий Ріг	Сухі сугруди С1	ДбзвКлясДбчрвГрлс РбпсГрзв ЛпсрСзвШвчр	Зона середнього запилення (ШтчнВтрзх. Смзр.)	Крона – осл. Листя – осл. Гілки –осл.

6.	Водозахисні насадження Карачунівського водосховища м.Кривий Ріг	Сухі сугруди С1 Свіжі сугруди С2	ДбзвРбпсШвчрКлт ГргЯсзв	Зона незначного запилення (ШтчнПртЕрз. Смзр.)	Крона – осл. Листя – осл. Гілки –осл.
7.	Водозахисні та шумопилозахисні насадження ш.Артем-1, Урочище «Дубки» м.Кривий Ріг	Вологі груди D3	ДбзвВзглЯсзвКлясКлт	Зона середнього запилення (ШтчнПртЕрз. Смзр.)	Крона – осл. Листя – здор. Гілки –осл.
8.	Лісонасадження філії «Дніпровське лісове господарство» ДП «Ліси України» м.Кривий Ріг	Сухі сугруди С1	ДбзвВзглЯсзвКлясКлгс Клт	Зона помірно значного запилення (Штчн Шпзх. Смзр.)	Крона – осл. Листя – осл. Гілки –осл.
9.	Шумо-пилозахисні Насадження Урочище «Кільце Соборності» м.Кривий Ріг	Свіжі сугруди С2	ЯсзвРбпсДбзвКлясКлт АлнвСккж	Зона помірно значного запилення (Штчн Шпзх. Смзр.)	Крона – осл. Листя – здор. Гілки –осл.
10	Шумо-пилозахисні Насадження СЗЗ ПАО «Арселор Міттал Кривий Ріг» м.Кривий Ріг	Свіжі сугруди С2	ЯсзвКлясТпчрРбпсКлпл Алнв	Зона значного запилення (Штчн Шпзх. Смзр.)	Крона – осл. Листя – осл. Гілки –осл.

Примітка 1. Скорочення назв деревних порід у формулах деревостану: Дбзв – дуб звичайний *Quercus robur* L.; Клпл – клен польовий *Acer campestre* L.; Кляс – клен ясенелистий *Acer negundo* L.; Клт – клен татарський *Acer tataricum* L.; Клгс – клен гостролистий *Acer platanoides* L. ; Взгл – в'яз гладкий *Ulmus laevis* Pall.; Взшр – в'яз шершавий *Ulmus glabra* Huds. ; Ясзв – ясен звичайний *Fraxinus excelsior* L.; Рбпс – акація біла *Robinia pseudoacacia* L.; Дбчр – дуб червоний *Quercus rubra* L.; Лпсл – липа серцелиста *Tilia cordata* L.; Сзв – сосна звичайна *Pinus sylvestris* L. ; Брпв – береза повисла *Betula pendula* Roth. ; Грлс - груша лісова *Pyrus pyraeaster* L. ; Грзв – груша звичайна *Pyrus communis* L. ; Швчр – шовковиця чорна *Morus nigra* L. ; Грг – горіх грецький *Juglans regia* L. ; Тпчр – тополя чорна *Populus nigra* L. ; Тпбл – тополя біла *Populus alba* L. ; Тптр – тополя тремтяча *Populus tremula* L. ; Сккж – скумпія коженна *Cotinus coggygia* Scop. ; Алнв – айлант найвищий *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle;

Примітка 2. Прерз – протиерозійні водозахисні; Втрзх. - вітрозахисні; Урбнз. – урбанізовані; Шпзх. – шумо-пилозахисні. Інш. – іншого призначення.

Примітка 3. Прир. – Ділянки природного походження; Штчн. – ділянки штучного походження; Смзр. – ділянки із самозарастанням.

ДОДАТОК Д

ПОГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи
Дніпровського національного
університету імені Олеся Гончара
Олег МАРЕНКОВ
2025 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. проректора з науково-педагогічної роботи
Дніпровського національного
університету імені Олеся Гончара
Наталія ГУК
2025 р.



впровадження результатів роботи, поданої на здобуття наукового ступеня
доктора філософії Квітка Максима Олександровича «Еколого-біологічні особливості та оцінка
стійкості деревних угруповань спеціального призначення центральної частини Криворізького в
освітній процес Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара».

1. «10» листопада 2025 р. пр. № 4 на засіданні вченої ради біолого-екологічного факультету у
складі 14 осіб заслухали повідомлення здобувача Максима Квітка про результати виконання
наукового дослідження.

2. Стисло характеристика результатів дослідження:

У результаті дослідження деревних екосистем ключових ділянок було обліковано 1607
екземпляр деревинних рослин які належали до 97 видів з 64 родів і 29 родин. В межах
санітарно-захисного поясу озеленення на ділянках з деревними насадженнями шумозахисного
та пілотахисного призначення встановлені такі значення: еціогеліофіти (66,23 %),
мезоксерофіти (50,07 %), мезотрофи – (72,22 %), 16 видів в середньому із 23 представлених. У
межах урбанізованої території м. Кривого Рогу на ділянках водозахисного та ґрунтозахисного
призначення в трофоморфному спектрі за видами різноманіттям встановлено домінування
видів еціогеліофітів (60,64 %), мезоксерофітів (54,58 %), мезотрофів, які складають 69,23 %, це
27 видів в середньому із 39 представлених. З них суто мезотрофи складають 67,30 %, а 1,92 %
становлять мезотрофи-калісфіли. Вміст загальної води у листках домінуючих порід становить
від $52,48 \pm 2,52$ % на ділянках з природно-кліматичними умовами до $61,65 \pm 0,08$ % на ділянках з
аеротехногенним забрудненням (*Ulmus laevis* L.). Зменшення концентрації фотосинтетичних
пігментів (Chl a, Chl b) відзначається в листових пластинках *Acer platanoides* L. (Chl a – від
 $7,30 \pm 0,009$ до $4,74 \pm 0,006$ мг Хл/г сухої маси; Chl b – від $3,09 \pm 0,005$ до $1,78 \pm 0,008$ мг Хл/г сухої
маси) та *Ulmus laevis* L. (Chl a – від $7,12 \pm 0,007$ до $4,09 \pm 0,003$ мг Хл/г сухої маси). Механізми
адаптивності у деревних рослин домінуючих порід, за умов осмотичних стресів сформувалась
як низка компенсаторних реакцій, серед яких провідну роль відіграє пролін. Узагальнюючи
результати досліджень з 2022 по 2025 рр., слід відзначити, що деревна рослинність в умовах
центральної частини Криворізького району на фоні антропогенного забруднення щорічно
продукує від $84,10 \pm 0,42$ до $1143,11 \pm 0,08$ г/м² рік⁻¹ листового опаду, при середньому значенні
 $412,04 \pm 2,8$ г/м² рік⁻¹.

3. Впровадження отриманих результатів та апробація даних були використані при викладанні
курсу: «Орахожерейне та промислове квітництво», «Принципиально навчально-дослідна діяльність та
піднесення школи».

Kvitko M.O., Savosko V.M., Lykholat Y.V., Holubiev M.I., Hrygoruk I.P., Lykholat O.A.,
Kofan I.M., Chuvashova N.O., Yevushenko E.O., Lykholat T.Y., Marenkov O.M., Ovchinnikova Y.Y.
(2022). Assessment of the ecological hybrid threat to industrial area in connection with the vital state
of artificial woody plantations in Kryvyi Rih District (Ukraine) // [IOP Conference Series: Earth and](#)

Environmental Science Volume 1049 Published online: 05 July 2022. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1049/1/012046> <https://iopscience.iop.org/issue/1755-1315/1049/1>

Lykholat T. Y., Lykholat O. A., Marenkov O. M., Kvitko M. O., Panfilova H. L., Savosko V. N., Belic Y. V., Vyshnikina O. V. and Lykholat Y. V. (2022). *Proteolytic processes in organism of different age rats exposed to xenoestrogens* // Materials of XIV International Conference on Mathematics, Science and Technology Education (ICoM-STEd 2022) Kryvyi Rih, Ukraine, May 18-20, *Journal of Physics: Conference Series*, Volume 2288, 22 June 2022. doi:10.1088/1742-6596/2288/1/012013 <https://iopscience.iop.org/issue/1742-6596/2288/1>

Lykholat, O., Khromykh, N., Lykholat, T., Didur, O., Kvitko, M., & Lykholat, Y. (2023). Research of phenolic compounds content in yoshta berries for the perspective of cultivation and use in healthy nutrition in the steppe zone of Ukraine. *EUFEKA: Life Sciences*, (3), 27-33. DOI <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2023.002985> <https://journal.ea-jr.eu/life/article/view/2985>

Lykholat O., Kvitko M., Marenkov O., Lykholat T., Kobeyushko O., Lykholat Y. (2023). Accumulation of endocrine-disrupting compounds (EDCs) in *Procambarus Virginalis* tissue in Dnipro river: ecological and hygienic aspects // The IV International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2023). Kryvyi Rih, Ukraine, May 23-26, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 1254, Issue 1, 2023. The proceedings book <https://iopscience.iop.org/issue/1755-1315/1254/1> DOI: 10.1088/1755-1315/1254/1/012014

Bielyk Y. V., Lykholat Y. V., Lykholat T. Y., Kvitko M. O. (2024). Botanical and ecological characteristics of the floristic core of woody-shrub plant communities on technogenically devastated lands (Kryvyi Rih, Ukraine). *Ecology and noospherology*. 35(1), 28–32 doi: 10.15421/032404

Kulbachko Y. L., Boroday Ye. S., Lykholat T. Y., Lykholat O. A., Kvitko M. O., Marenkov O. M., Yevtushenko E. O. and Lykholat Y. V. (2024). Accumulation of heavy metals by different representatives of biota in the operation zone of the Prydniprovsk thermal power plant // The Materials of the V International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2024). Kryvyi Rih, Ukraine, May 21-24, 2024. Sustainable Futures in a Changing World – Reflections from the 5th International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2024). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 1415. DOI [10.1088/1755-1315/1415/1/012005](https://doi.org/10.1088/1755-1315/1415/1/012005)

Kvitko M. O., Lykholat T. Y., Lykholat O. A., Marenkov O. M., Lykholat Y. V. (2024). Assessment of changes in the structure of the forest ecosystems for example sanitary woody plantations in the Steppe Dnipro. // The Materials of the V International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2024). Kryvyi Rih, Ukraine, May 21-24, 2024. Sustainable Futures in a Changing World – Reflections from the 5th International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2024). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 1415. DOI [10.1088/1755-1315/1415/1/012048](https://doi.org/10.1088/1755-1315/1415/1/012048)

Kvitko M. (2024). Порівняльний аналіз життєвості деревних насаджень Криворізького району в умовах степу. Питання степового лісництва та лісової рекультивації земель. Том 53, 2024.

<https://steppeforestry.dp.ua/index.php/vslr/issue/view/14> DOI: <https://doi.org/10.15421/44245301>

Kvitko M. O., Kabir A.M., Lykholat T. Y., Lykholat O.A., Lykholat Y. V. (2025). Сучасний стан паркових дерев урбанізованих територій степового Придніпров'я України. Екологічний вісник Криворіжжя. 2025, Вип. 9. С. 6-14. <https://journal.kdpu.edu.ua/ecolog/en/issue/view/219/226>

Juraseva H. K., Akhmedova V. U., Khazratov A. T., Kvitko M. O., Mustafina F. U., (2025). Abdinazarov S. Kh., Bronnikova L. I. Microclonal propagation of the species from the collection of the botanical garden: *Acer platanoides* f. Rimson King (Aceraceae Juss.). *Ноутатки сучасної біології*. ВНУ ім. Лесі Українки, 1, 2025. 161-167

Mustafina F.U., Juraseva H. K., Khazratov A. T., Albertovna S. M., Abdinazarov S. K., Bronnikova L. I., Kvitko M. O. (2025). Microclonal propagation of the species from the collection of

the Botanical garden: *Ungernia sewertzowii* (Regel) B.Fedtsch. (Amaryllidaceae I.St.-Hil.). Науковий вісник Ужгородського університету. Ужгород, 2025, 58, 163-168

<https://doi.org/10.32782/1998-6475.2025.58.22>

<https://journals.uzhnu.edu.ua/index.php/biology/article/view/1354/1441>

Сушенко І. Г., Кабар А. М., Квітко М. О., Лихолат Ю. В. (2025). Рідкісні види трапляючихся рослин, що зростають у лісопарку Дружби народів (м. Дніпро). Екологічний вісник Криворіжжя. 2025. Вип. 9. С.53-59. <https://journal.kdpu.edu.ua/ecolog/en/issue/view/219/226>

4. Пропозиції ради:

Запропоновано впровадити результати дисертаційної роботи Максима Квітко «Еколого-біологічні особливості та оцінка стійкості деревних угруповань спеціального призначення центральної частини Криворіжжя».

Голова вченої ради біолого-екологічного факультету,
д.б.н., професор



Олена СЕВЕРИНОВСЬКА



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(КДПУ)

вул. Університетська, 54, м. Кривий Ріг, Дніпропетровська область, 50086, тел. (056) 470-13-34
 E-mail: kdp@kdp.edu.ua, Код ЄДРПОУ 40787802

12 ГРУ 2025

№ 08-743/3/1

На № _____

Д О В І Д К А

**про впровадження результатів роботи, поданої на здобуття наукового ступеня
 доктора філософії Квітка Максима Олександровича «Еколого-біологічні
 особливості та оцінка стійкості деревних угруповань спеціального призначення
 центральної частини Криворіжжя» в освітній процес
 Криворізького державного педагогічного університету**

Результати дослідження Квітка М.О. були апробовані та впроваджувалися у освітній процес факультетів Криворізького державного педагогічного університету впродовж 2022-2025 навчальних років.

У цілому, після проведення апробації науково-педагогічними працівниками університету було позитивно оцінено розроблену Квітком М.О. структуру і зміст моделі екологічної оцінки стійкості деревної чагарникової рослинності деревних угруповань спеціалізованого призначення центральної частини Криворіжжя та можливості адаптації деревних угруповань до пилового забруднення промислових підприємств. Розробки здобувача наукового ступеня дозволили глибше проаналізувати особливості розвитку деревної рослинності деревної рослинності Центральної частини Криворізького району.

Використання даних та отриманих результатів були впроваджені апробовані при викладанні курсу: «Основи безпеки життєдіяльності», «Основи здоров'язбереження та безпеки життєдіяльності», «Регіональна екологія». В подальшому, матеріали та результати можуть бути використані для підготовки навчально-методичних розробок, курсових робіт та навчально-експериментальних проектних робіт здобувачів освіти.

Основні положення дисертаційного дослідження було обговорено на засіданні кафедри хімії та безпеки життєдіяльності (протокол №5 від 20.11.2026 р.). Науковий доробок Квітка М.О. отримав позитивну оцінку від викладачів кафедри, що підтверджує його теоретичну та практичну значущість.

0225

РЕКТОР



Ярослав ШАМКО



Впровадження результатів науково-дослідницької роботи

Організація: Криворізький ботанічний сад НАН України.

Цим актом підтверджується, що результати науково-дослідної роботи, виконаної в Дніпровському національному університеті (імені Олеся Гончара та доребренітською темою «Вирощування різноманітних, реліктових природних видів рослин і малопоширених сортів культурних рослин в умовах Степового Придніпров'я» (№ 0122U001454, період виконання 2022-2024 рр.), та дисертаційної роботи Квіткі М. О. на здобуття доктори філософії за темою «Еколого-біологічні особливості та оцінка стійкості деревних угруповань спеціального призначення центральної частини Криворізького» впроваджені в Криворізькому Ботанічному саду НАН України.

Від впровадження результатів: варіанти моделі екологічної оцінки стійкості деревної чагарникової рослинності на територіях спеціалізованого призначення центральної частини Криворізького та специфіка адаптації деревних угруповань до зовнішнього забруднення промислових підприємств. Встановлено, що *Ulmus laevis* L. має найвищі показники (52,48±2,52 % від загальної маси листків на ділянках з природно-кліматичними умовами, 61,65±0,08 % від загальної маси листків на ділянках з антропогенним забрудненням). Значною мірою варіював показник водного дефіциту у *Acer platanoides* L. на різних ділянках коефіцієнт порівнював з 43,31±2,52 % від загальної маси листків до 69,27±0,08 % від загальної маси листків. Значення концентрації фотосинтетичних пігментів (Chl a, Chl b) відмічається в листових пластинках *Acer platanoides* L. (Chl a - від 7,30±0,009 до 4,74±0,006 мг Хл/г сухої маси; Chl b - від 3,09±0,005 до 1,78±0,008 мг Хл/г сухої маси) та *Ulmus laevis* L. (Chl a - від 7,12±0,007 до 4,09±0,003 мг Хл/г сухої маси). Деревна рослинність в умовах центральної частини Криворізького району на фоні антропогенного забруднення щорічно продукує від 84,10±0,42 до 1143,11±0,08 г/м² рік листового опаду, при середньому значенні 412,04±2,8 г/м² рік⁻¹.

Характеристика масштабу впровадження: єдиноразове.

Назва результатів науково-дослідної роботи: якісно нові.

Форма впровадження: передані результати будуть використовуватися для подальшого аналізу стійкості деревних насаджень центральної частини Криворізького. Враховуючи, що впровадження має науковий характер, то економічний ефект не розраховується.

Науковий керівник, д.б. томн,
д.б.н., проф.

ЮРІЙ ЛИХОДІАТ