

Київський національний університет будівництва і архітектури
Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет будівництва і архітектури
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису

АБУ ДІБ СВІТЛАНА МИКОЛАЇВНА


УДК 504.062.4

ДИСЕРТАЦІЯ
ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ІНЖЕНЕРНИХ ЛІСОЗАХИСНИХ
НАСАДЖЕНЬ НА ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННІ ЛАНДШАФТИ

Спеціальність 101 – Екологія
Галузь знань 10 – Природничі науки

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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


Світлана АБУ ДІБ

Науковий керівник: Ткаченко Тетяна Миколаївна, д. т. н., професор

Київ – 2022

АНОТАЦІЯ

Абу Діб С.М. Екологічна оцінка впливу інженерних лісозахисних насаджень на природно-антропогенні ландшафти. - Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 «Екологія» – Київський національний університет будівництва і архітектури, Міністерство освіти і науки України, Київ, 2022.

Дисертаційна робота присвячена дослідженням еколого-стабілізуючих функцій спеціалізованих екосистем захисних лісових насаджень (ЗЛН), які забезпечують оптимальний розвиток та відновлення урбо- та агроценозів. Особлива увага приділялась визначенню та впровадженню нових, раніше ніде не використаних, функцій та властивостям ЗЛН, які мають не лише локальний, а й глобальний ефект.

У першому розділі проаналізовано літературні джерела вибраної тематики та встановлено особливості розвитку, експлуатації та відновлення ЗЛН на територіях, які порушені антропогенною діяльністю. Охарактеризовано функціональні особливості захисних лісових насаджень та визначено їх нові функції. Розглянуто ЗЛН в контексті самостійної біоценотичної системи, яка має системний вплив на середовище. Проаналізовано існуючі типи та види конструкцій ЗЛН та визначено їх екологіоефективність за певних умов антропогенного впливу. Було визначено основні проблеми сучасного захисного лісорозведення та запропоновано новий підхід до визначення ЗЛН в контексті глобального екологічного ефекту.

У другому розділі представлено розроблені автором методи визначення інженерно-екологічних параметрів і показників характеристики складових системи ЗЛН. За допомогою методів екологічного моніторингу, шляхом аналізу вихідних даних екологічних параметрів та оцінки ефективності дії всіх складових системи захисних насаджень та їх впливу на навколишнє середовище

визначено їх екологічну роль. Виділено основні параметрами, які змінюють свої показники у процесі експлуатації інженерної лісозахисної фітомеліорації (поглинання діоксиду вуглецю, продукування кисню, затримання пилу та сажі) та проведено екологічний моніторинг за вище зазначеними показниками за 1990-2020 рр.

В процесі оцінки ролі ЗЛН на територіях агро- та урбоценозів, були розроблені необхідні комплексні екологічні показники і параметри (сталість розвитку довкілля та його екологічна ємність), що характеризують природоохоронну діяльність в агролісництві.

За результатами експериментів було запропоновано лінійну функціональну залежність між екологічними факторами, які досліджуються за тридцятирічний період та розроблено функцію безпеки довкілля, яка характеризує найменші ризики втрати сталості рівноваги та зроблено апроксимацію взаємозалежності між екологічними факторами, які досліджувались в динаміці за 30-річний період. Розроблено нову якісну модель впливу ЗЛН та агро- та урбоценози. Це дозволило встановити динаміку продукування об'ємів кисню захисними лісовими насадженнями за період з 1990-2020 роки.

Було розроблено і запропоновано характеристику стану довкілля за об'єктивними кількісними показниками: сталістю рівноваги довкілля в регламентованих межах після антропогенних змін ландшафту та за показником екологічної ємності території агро- та урбоценозів агролісництва.

Була здійснена за 2008-2020 роки оцінка стану ґрунтів території ЗЛН, які розташовані вздовж ділянок автошляхів та розраховано основні забруднювачі навколишнього середовища вздовж автомобільних доріг (вміст важких металів та залишкових концентрацій нітратів та хлороганічних пестицидів), а також вставлена їх відповідність гранично допустимим концентраціям, які захисні лісові насадження здатні очищати (застосування методів фітоекстракції).

Було розроблено і запропоновано модель, яка графічно показує оптимальний баланс території у системі «ЗЛН – агро-, урбоценози».

Для її побудови необхідно об'єднати графіки граничної екологічної ємності території екосистеми ЗЛН з її граничним екологічним навантаженням.

Було розраховано діаметр дренажної водопропускної труби, яка закладена поперек дорожнього полотна для чорноземів звичайних, які переважають на вибраній ділянці дослідження. Це дало змогу забезпечити реалізацію нових, раніше не розвинених, властивостей та функцій ЗЛН.

У третьому розділі, на основі проведених моніторингових даних, лісомеліоративних розрахунків та типових видів конструкцій ЗЛН, було запропоновано нове конструктивне рішення при вирощуванні системи ЗЛН, яка б задовольняла існуючі потреби для захисту та відновлення порушених територій агро- та урболандшафтів.

Було вдосконалено існуючу методику забезпечення самовідновлення порушених територій за допомогою фітомеліорації з врахуванням вибору певних порід деревостанів. Було доведено доцільність запропонованого рішення щодо поєднання лісомеліоративних та технічних заходів і засобів задля забезпечення сталого розвитку екологічних систем на антропогенно змінених ландшафтах та запропоновано інженерне вирішення проблеми відводу дощових і талих вод з ділянки дослідження. Було розраховано та запропоновано встановлення дренажної системи відводу дощових і талих вод з території дорожнього полотна на прилеглі ділянки ЗЛН.

У четвертому розділі було зроблено загальну екологічну оцінку стану геологічного середовища антропогенних ландшафтів Богуславського агролісництва.

Було зроблено розріз ґрунтового профілю та показано переважаючі типи ґрунтів території і встановлено, що на нього діє низка антропогенних та природних факторів: ґрунтова меліорація, обробіток землі, внесення добрив, механічні впливи, процеси вивітрювання, еродування, які стають причиною виснаження ґрунтових ресурсів, а особливо верхнього родючого шару – гумусу. Показано геохімічне дослідження ґрунтового профілю ЗЛН території антропогенних ландшафтів за період 1990 – 2020 рр.

Було проведено оцінку ступеня хімічного забруднення ґрунтів токсичними металами та розраховано зміну якості стану ґрунтів на ділянці території, яка прилегла до автошляху, в залежності від впливу на неї та місця розташування ЗЛН певних видів деревних порід та встановлено їх очисну здатність.

Зроблено оцінку стану забруднення ґрунтів Богуславського агролісництва та оцінку небезпеки, яку становлять залишкові концентрації вмісту нітратів та хлорорганічних пестицидів за 30-річний період (1990-2020 роки) та розроблено іконографічну модель. Знайдені залишкові концентрації нітратів та хлорорганічних пестицидів у ґрунтах агролісництва були оцінені за токсикоекологічними критеріями.

У п'ятому розділі було проаналізовано ЗЛН як спеціалізовані екосистеми захисного типу. Досліджено взаємозв'язки всередині самої системи та між конструкціями ЗЛН та природним і антропогенним середовищем, розглянуто принципи формування структури спеціалізованої системи ЗЛН із ненасиченим біоценозом. Було доведено, що розробка системи управління територіями на засадах екологічно орієнтованого лісівництва є одним з найважливіших методів стабільного функціонування екосистеми ЗЛН. Виходячи з цього винятково важливою є розробка природовідповідної стратегії забезпечення стійкого екологічно-безпечного розвитку таких екосистем. Тобто вирішення однієї із визначальних складових даної стратегії є збереження порушених територій відповідно до Стратегії сталого розвитку.

У шостому розділі було застосовано екосистемний підхід для оцінки стану екосистеми захисного типу. Було проаналізовано систему керування станом ЗЛН та розроблено та запропоновано нові методи поетапної оптимізації ведення управління ЗЛН, які дозволяють більш ефективно використовувати їх природній ресурс та забезпечувати їх еколого-інженерні можливості. Встановлено, що забезпечення еколого-безпечного функціонування територій агро- та урбоценозів як системи може здійснюватися лише на основі обґрунтування співвідношення ЗЛН, земельних угідь, площ ділянок доріг тощо.

Результати роботи впроваджені у виробничу діяльність Богуславського агролісництва для вдосконалення існуючої системи еколого-меліоративних заходів та відновлення порушених територій.

Ключові слова: захисні лісові насадження, екосистема, еколого-стабілізуючі функції, урбоценоз, агроценоз, лісомеліорація.

ABSTRACT

Abu Deeb S.M. Scientific bases of ecological estimation of impact that caused by engineering forest protection plantations on natural and anthropogenic landscapes. - Qualifying scientific work on the manuscript rights.

Dissertation of the Doctor of Philosophy degree in the specialty 101 "Ecology" - Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, 2022.

This dissertation is devoted to the research of specialized ecosystems of protective forest plantations (PFP) ecological-stabilizing functions which are providing optimal development and restoration of urban and agrocenosis.

In the first chapter were analyzed the literary sources of the selected subject and were established the features of the development, exploitation and restoration of natural resources in the territories disturbed by anthropogenic activities. Was defined the functional features of protective forest plantations are characterized their new functions. PFP was considered in the context of an independent biocenotic system that has a systemic impact on the environment. Were analyzed the existing types and types of constructions of PFP and their environmental efficiency and determined under certain conditions of anthropogenic influence. Were identified the main problems of modern protective afforestation and was proposed a new approach to determining the environmental protection in the context of the global ecological effect. Was characterized and described the functional features of protective forest plantations and

determined their new functions. We had considered PFP in the context of an independent biocenotic system that has a system impact on the environment.

The author presented methods for determining engineering and environmental parameters and indicators of the PFP system components characteristics. Ecological role of PFP is determined by ecological monitoring methods with using and initialising ecological parameters data analysing including an evaluating effectiveness of all components in the system of PFP and their environmental impact. The main parameters that change their indicators during the forest protection phytomelioration operation (carbon dioxide absorption, oxygen production, dust and soot retention) are identified and ecological monitoring is carried out according to the presented indicators for 1990-2020 years period.

In the process of assessing the role of environmental protection in the territories of agro- and urban coenoses, were developed the necessary complex ecological indicators and parameters (sustainability of environmental development and its ecological capacity) characterizing environmental protection activities in agroforestry.

According to the results of experiments, was proposed a linear functional dependence between environmental factors, which was studied over a period of thirty years. An environmental safety function was developed. It is characterizing the lowest risks of loss of equilibrium and approximate a relationship between environmental factors, which were also studied in this time period. A new qualitative model of the PFP and agro - and urbocenoses impact has been developed.

In 2008-2020, was made an assessment of the PFP territory soils state, which are located along highways. Main area pollutants along highways was calculated, as well as their compliance with the maximum allowable concentrations (content of heavy metals and residual concentrations of nitrates and chlorogenic pesticides), that protective forest stands can clean (using phytoextraction methods).

Was developed and proposed a model, which graphically shows the optimal balance of the territory in the system "PFP - agro-, urbocenoses".

For their construction, it is necessary to combine the graphs of the marginal ecological capacity of the territory of the PFP ecosystem with its marginal ecological load.

Was calculated a diameter of the drainage culvert, which is laid across the road surface for ordinary chernozems that prevail in the selected study area. This made it possible to ensure the realization of new, previously undeveloped, properties and functions of the PFP.

In third section, on the basis of conducted monitoring data and forest reclamation calculations with typical types of PFP constructions, was proposed a new constructive solution during PFP system growing, which would satisfy the existing needs for the protection and restoration of disturbed areas of agro- and urban landscapes.

An existing method of ensuring self-restoration of disturbed areas with the phytomelioration methods using has been improved, according to the choice of certain species of stands. We had proved an expediency of the proposed solution which include a combining forest reclamation and technical measures and tools to ensure the sustainable development of ecological systems in anthropogenically altered landscapes. Was proposed an engineering solution to the problem of drainage of rain and melt water from the study site. Was calculated and proposed an installation of a drainage system for the removal of rainwater and meltwater from the territory of the road surface to the adjacent areas of the PFP.

In fourth section a general ecological assessment of geological environment has been made on the state of the Boguslav agroforestry anthropogenic landscapes.

Was made a section of the soil profile and were shown predominant types of soil in the territory. It was established, that a number of anthropogenic and natural factors act on it: soil reclamation, land cultivation, fertilization, mechanical effects, weathering processes, erosion, which cause the depletion of soil resources, and especially the upper fertile layer - humus.

In dissertation is shown a geochemical research of the soil profile on the territory of PFP with agro- and urbocenosis for the period 1990 – 2020 years.

Was assessed and calculated a degree of toxic metals chemical contamination in soils with the change their quality of the area that is adjacent to the highway with considering an impact of certain species of trees and their cleaning capacity and the PFP location.

An assessment of the state of soil contamination and an assessment of the risk of residual concentrations of nitrates and organochlorine pesticides over a 20-year period (1990-2010) was conducted and developed an iconographic model.

Residual concentrations of nitrates and organochlorine pesticides that were found in agroforestry soils were evaluated according to toxicological criteria.

In fifth section was analysed PFP as specialized ecosystems of protective type. The interrelations within the system itself and between the structures of PFP and the natural and anthropogenic environment are studied. Considered structure formation principles of the specialized system of PFP with unsaturated biocenosis.

It has been proven that the development a management system of territory on the basis of ecologically oriented forestry, is one of the most important methods for the stable functioning of the PFP ecosystem. Based on this, it is extremely important to develop a nature-friendly strategy for ensuring the sustainable ecologically safe development of such ecosystems. That is, the solution to one of the defining components of this strategy is the preservation of disturbed territories in accordance with the Sustainable Development Strategy.

In sixth section was used an ecosystem approach to assess the state of the protective type ecosystem. Was analyzed a management system of PFP, developed and proposed its new methods of step-by-step optimization. They are allowed to use PFP natural resource more efficiently and provide their ecological and engineering opportunities. It has been established that ensuring the ecologically safe functioning of the territories of agro- and urbocenoses as a system, can be carried out only on the basis of substantiation of the ratio of natural resources, land plots, areas of road sections, etc.

The work results are implemented in the production activities of Boguslav agroforestry to improve the existing system of ecological and reclamation measures and restoration of disturbed areas.

Key words: protective forest plantations, mesoecosystem, ecological and stabilizing functions, urbonocenosis, agrocenosis, forest reclamation.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. **Абу Діб С.М.** Екологічна оцінка стану лісових (захисних) екосистем Богуславського агролісництва Київського регіону. Екологічна безпека та природокористування. 2011. Вип. 7. С. 176-180. **(Фахове видання)**
2. Удод В.М. **Абу Діб С.М.** Роль лісу (ЗЛН) в екологічній стабілізації стану агроландшафтів. Екологічна безпека та природокористування. 2011. Вип. 8. С 119-130. **(Фахове видання)**
Особистий внесок здобувачки полягає у розробці комплексних екологічних показників, які дозволяють всебічно охарактеризувати стан ЗЛН території агроландшафтів.
3. Удод В.М. **Абу Діб С.М.** Структурно-функціональна оптимізація агролісомеліоративних еколого-економічних систем. Екологічна безпека та природокористування. 2012. Вип. 9. С. 105-108. **(Фахове видання)**
Особистий внесок здобувачки полягає у розробці найоптимальніших підходів до оптимізація лісокористування та лісовідновлення.
4. Удод В.М. **Абу Діб С.М.** Екологічна характеристика природно-техногенних ландшафтів Богуславського агролісництва. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. 2012. Вип. 5/2012 (76). С. 102-105. **(Фахове видання)**
Особистий внесок здобувачки полягає у проведенні екологічної оцінки стану лісових мезоекосистем Богуславського агролісництва.
5. Удод В. М., **Абу Діб С. М.** Екологічна оцінка генезису формування структури спеціалізованої мезоекосистеми на антропогенних агроландшафтах. Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки. 2013. Вип. 35. С. 108-118. **(Фахове видання)**

Особистий внесок здобувачки полягає у розробці шляхів оптимізації інженерно-захисної фітомеліорації на агроландшафтах.

6. Удод В. М., Котовенко О. А., **Абу Діб С.М.** Екологічний підхід до визначення ролі захисних лісових насаджень щодо відновлення антропогенних ландшафтів. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. 2013. Випуск 2/2013 (79). С. 125-128. **(Фахове видання)**

Особистий внесок здобувачки полягає у вивченні кореляційної залежності та апроксимації взаємної залежності між досліджуваними екологічними факторами.

7. Удод В. М., **Абу Діб С. М.** Екологічна оцінка стану природно-антропогенних ландшафтів в межах дії інженерних лісозахисних конструкцій. Екологічна безпека та природокористування. 2014. Вип. 14. С.80-85. **(Фахове видання)**

Особистий внесок здобувачки полягає у розробці схеми комплексних інженерно-екологічних показників і параметрів інженерних лісозахисних конструкцій.

8. Tkachenko T., **Abu Deeb S.** Protective Forest Plantations as a System of Protection Biocenoses and Technocenoses from the Negative External Factors Impacts. Climate Change & Sustainable Development. New Challenges of the Century: Monograph. Mykolaiv: PMBSNU – Rzeszow: RzUT, 2021. P. 442-451.

Особистий внесок здобувачки полягає у розробці вдосконаленого типу конструкцій захисних лісових насаджень на територіях урбо- та агроценозів.

9. **Abu Deeb S.**, Tkachenko T., Mileikovskiy V. Environmental Assessment of Relationships and Mutual Influences in the System "Protective Forest Plantations – Anthropogenic Landscapes". IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 940. Article ID 012083. P. 1-5. ISSN: 1755-1315 **(Scopus)**.

Особистий внесок здобувачки полягає у розробці графічного аналітичного методу розрахунку потенційних негативних ефектів на навколишнє середовище та їх граничних порогів.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

10. **Абу Діб С.М.** Роль лісу в екологічній стабілізації агроландшафтів. Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених та і студентів “Сучасні екологічно безпечні та енергозберігаючі технології в природокористуванні”. Ч. 2. Київ: КНУБА, 2011. С.120-123. *(Очна форма участі)*.
11. **Абу Діб С.М.** Захисні лісові насадження як один з факторів екологічної стабілізації стану агроландшафтів. Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених та студентів “Екологічні проблеми природокористування та ефективне енергозбереження”. Ч. 2. Київ: КНУБА, 2012. 120-123. *(Очна форма участі)*.
12. **Абу Діб С.М.** Роль захисних лісових насаджень у підтриманні екологічної рівноваги на територіях антропогенно змінених ландшафтів. Актуальні проблеми, пріоритетні напрямки та стратегії розвитку України: тези доповідей III Міжнародної науково-практичної онлайн-конференції, м.Київ, редкол. О.С. Волошкіна та ін. Київ: ІГТА, 2021. 500-503. *(Очна форма участі)*.
13. **Abu Deeb S, Tkachenko T.** Dynamics of soil pollution by nitrates and organochlorine pesticides on the territory of agrocenocenes. Міжнародна науково-практична конференція «Екологія, Ресурси, Енергія», Київ, 24-26 листопада 2021 р.: Робоча програма і тези доповідей. Київ, 2021. С. 33. *(Дистанційна форма участі)*.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	17
ВСТУП.....	18
РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ ЗАХИСНИХ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН АНТРОПОГЕННО ЗМІНЕНИХ ЛАНДШАФТІВ.....	26
1.1. Антропогенні ландшафти та їх вплив на навколишнє та життєве середовище	26
1.2. Функціональна роль захисних лісових насаджень в розвитку агро- та урболандшафтів.....	28
1.3. Становлення і сучасні проблеми захисного лісокористування	32
1.4. Система показників екологічного контролю в екологічній оцінці функціонування захисних лісових насаджень в практичних умовах.....	35
1.5. Фітомеліорація та відновлення територій агро- та урболандшафтів у контексті їх сталого розвитку.....	38
Висновки до розділу 1.....	44
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	46
2.1. Об'єкти дослідження.....	46
2.1.1. Характеристика ДП "СЛП "Київоблагроліс" Богуславського державного агролісництва.....	46
2.1.2. Характеристика захисних лісових насаджень ДП "СЛП "Київоблагроліс" Богуславського державного агролісництва	47
2.2. Методи дослідження	50
2.2.1. Екологічна оцінка впливу захисних лісових насаджень на території агро- та урбоценозів.....	50
2.2.2. Геофізична оцінка стану агро- та урбоценозів	56
2.2.3. Методи оцінки стану забруднення ґрунтів важкими металами.....	57
2.2.4. Методи оцінки забруднення ґрунтів нітратами та хлорорганічними пестицидами	58
2.2.5. Моделювання оцінки експлуатації захисних лісових ресурсів	60

2.2.6	Методи підбору оптимальних конструктивних та видових рішень при проектуванні захисних лісових насаджень вибраної ділянки території ...	61
2.2.7.	Технічне вирішення проблеми стоків дощових і талих вод з дорожнього полотна на прилеглі території	63
2.2.8.	Прогнозування можливих позитивних та негативних ефектів захисного лісокористування.....	65
	Висновки до розділу 2.....	65

РОЗДІЛ 3. МОНІТОРИНГ ВПЛИВУ ЗАХИСНИХ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН АГРО- ТА УРБОЛАНДШАФТІВ..... 66

3.1.	Екологічна оцінка впливу захисних лісових насаджень на території агро- та урбоценозу.....	66
3.2.	Визначення екогеологічних факторів, які притаманні захисним лісовим насадженням на антропогенно змінених ландшафтах та змінюють їх в процесі природокористування.....	68
3.3.	Апроксимація взаємної залежності між екологічними факторами, які досліджуються, з використанням лінійної функції яка описує плив захисних лісових насаджень на дослідні території	72
3.4.	Моделювання впливу захисних лісових насаджень на агро- та урбоценози та навколишнє середовище	78
3.5.	Конструктивні особливості розміщення вздовж ділянок автошляхів захисних лісових насаджень як фактору впливу на екологічний стан прилеглої території.....	79
	Висновки до розділу 3.....	85

РОЗДІЛ 4. ЗАГАЛЬНА ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА СТАНУ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА ТЕРИТОРІЇ АГРО- ТА УРБОЦЕНОЗІВ АГРОЛІСНИЦТВА 86

4.1.	Геохімічна, гідрологічна, геофізична, екосистемна оцінка стану агро- та урбоценозів.....	86
------	--	----

4.2. Оцінка змін геологічного середовища під дією природних та антропогенних факторів	90
4.2.1. Механічні ушкодження ґрунтів	91
4.2.2. Забруднення ґрунтів токсичними металами та їх наслідки	92
4.2.3. Забруднення ґрунтів пестицидами та їх наслідки	102
Висновки до розділу 4.....	106
РОЗДІЛ 5. ЗАХИСНІ ЛІСОВІ НАСАДЖЕННЯ ЯК СПЕЦІАЛІЗОВАНИЙ БІОГЕОЦЕНОЗ	108
5.1. Взаємозв'язки та взаємодії всередині фітоценозу в межах біогеоценозу захисних лісових насаджень	108
5.2. Взаємозв'язки, які зумовлені інженерними конструкціями захисних лісових насаджень та природним і антропогенним середовищем	110
5.3. Узгодженість існування екосистеми захисних лісових насаджень із законами та принципами загальної екології	113
5.4. Система організаційно-технічних та екологічних заходів для забезпечення сталого розвитку екосистем захисного типу на територіях агро- та урбоценозів Богуславського району Київського регіону.....	115
Висновки до розділу 5.....	118
РОЗДІЛ 6. РЕФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГО-КОНТРОЛЬНИХ ЗАХОДІВ В АГРОЛІСНИЦТВІ.....	119
6.1. Стан існуючої системи заходів контролю в агролісництві.....	119
6.2. Розробка комплексних екологічних методів контролю за станом захисних лісових насаджень на територіях агро- та урбоценозів	121
6.3. Отримання можливого позитивного еколого-економічного ефекту від впровадження новітніх заходів екологічного контролю.....	125
Висновки до розділу 6.....	126
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	128
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	131
ДОДАТКИ	152

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ЗЛН	захисні лісові насадження
ПТС	природно-техногенна система
RN	road network (дорожня мережа)
RF	forest resources (лісові ресурси)
ЕЛСМ	екологічна лісомеліоративна система моніторингу
п,п'-ДДТ	4,4'-ДДТ - 1,1,1-трихлор-2,2-біс (п-хлорфеніл) етан
п,п'-ДДЕ	4,4' ДДЕ - 1,1-дихлор-2,2-біс (п-хлорфеніл) етилен
ГХЦГ	гексахлорциклогексан
ГДК	гранично допустима концентрація
СПЗ	сумарний показник забруднення
ЗК	залишкова концентрація

ВСТУП

Актуальність теми. Екологічна ситуація в Україні характеризується значним техногенним навантаженням на природні ландшафти. На відміну від природних ландшафтів, які мають високу здатність до саморегуляції і самовідновлення своїх властивостей, антропогенно змінені ландшафти надзвичайно вразливі і потребують постійного захисту. На сьогоднішній день кількість порушених територій досягла критичних рівнів, тому проведення ефективної екологічної оцінки та використання інженерних рішень з подальшим виконанням екологічних завдань є нагальною потребою сьогодення.

Існуючі нормативні еколого-методичні підходи використовують, як правило, лише визначення параметрів, які характеризують протидію геофізичним потокам, а от еколого-функціональні можливості лісових насаджень, що забезпечують стійкий розвиток природних та урбосистем, залишаються поза увагою.

Необхідність змінювати стратегічний підхід використання захисних лісових насаджень (ЗЛН) стала критичною в теперішніх умовах розвитку суспільства. Стало доцільним їх вивчення і розвиток з більш широкої перспективи, а саме як захисні насадження територій агро- та урбоценозів, які виконують багаторівневі екологічні функції та впливають не лише на їх території, а й на прилеглі до них ділянки, тим самим створюючи унікальні екосистеми з власними функціями та властивостями.

Одним із перспективних напрямків оптимізації експлуатації ЗЛН є застосування причинно-наслідкових взаємозв'язків всередині самої унікальної екосистеми, що дозволяє оптимізувати природоохоронну діяльність, а розробка сучасних методів рекультивації та відновлення агроценозів дає можливість по новому підійти до вирішення проблеми забезпечення їх сталого розвитку. Саме взаємозв'язки та взаємоприсосованість абіотичних, біотичних та антропогенних факторів дозволяє розглядати ЗЛН як частину лісової екосистеми захисного типу із ненасиченим біогеоценозом. А існуюча концепція

розвитку екосистем обумовлює встановлення наукових закономірностей їх розвитку, що дає змогу оцінити еколого-стабілізуючу роль складових біогеоценозу ЗЛН на територіях агро- та урбоценозів.

Раніше системи ЗЛН здебільшого розглядалися як системи захисту агроценозів. Наші дослідження дозволяють по-іншому висвітлити місце ЗЛН у системі сучасного ландшафтознавства завдяки екосистемному та технічному підходам. Саме такі підходи дозволяють розглядати ЗЛН як унікальні стійкі кліматостабілізуючі системи, які здатні продуктивно поглинати парникові гази, пил, продукувати кисень, приймати участь у ґрунтоутворенні, формуванні та стабілізації біорізноманіття, швидко відводити надлишки дощових вод з автодоріг тощо.

Екосистемний підхід зобов'язує розробку комплексних методів інженерно-екологічного контролю із врахуванням принципів Концепції сталого розвитку. Дослідження взаємозв'язків між природними системами та агроценозами, їх взаємовплив та взаєморозвиток дає можливість вирішити проблеми асиміляційної здатності до самовідновлення даних порушених територій. Тому науково-прикладне забезпечення екологічної безпеки функціонування ЗЛН на порушених територіях є актуальним природоохоронним завданням.

Дослідження лісових насаджень з більш широкої перспективи дає можливість по іншому оцінити їх значимість для забезпечення екологічної рівноваги екосистем. А їх функціональне різноманіття дозволяє виконувати принципи і завдання Європейської «Зеленої угоди». Адже зміна світової парадигми у контексті захисту довкілля є актуальною проблемою нашого сьогодення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась на кафедрі охорони праці та навколишнього середовища Київського національного університету будівництва і архітектури в рамках тем «Трансформація складових біосфери в процесі природокористування» та «Еколого-стабілізуюча роль захисних лісових насаджень у забезпеченні екобезпечного розвитку урбо та агроценозів».

Програма робіт спланована до виконання відповідно до Указу Президента України №722/2019 «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року», Закону України «Про основні засади (стратегію) державної економічної політики України на період до 2020 р.», Закону України «Про загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки» від 21 вересня 2000 року, програми Європейської «Зеленої угоди» учасником якої є наша держава та відповідно до державної програми «Ліси України 2030», яка наразі на стадії затвердження, а також згідно науково-дослідної роботи «Управління дощовими стічними водами з використанням «зелених» конструкцій» (державний реєстраційний № 0120U101145, 2021 р.), де авторка є виконавицею.

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи стало забезпечення належного рівня екологічної безпеки територій агро- та урбоценозів за рахунок науково обґрунтованого комплексного підходу при застосуванні захисних лісових насаджень та вдосконалення системи екологічного моніторингу прилеглих територій.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання:

- провести науковий аналіз даних науково-технічної літератури з проблеми;
- здійснити екологічну оцінку стану порушених територій з врахуванням всіх факторів зовнішнього впливу;

- визначити причинно-наслідкові зв'язки між біотичними, абіотичними та антропогенними факторами при функціонуванні насаджень захисного типу;

- створити базу даних (екологічний моніторинг 1990 - 2020 рр.) антропогенного навантаження на природно-змінені ландшафти та проаналізувати характер змін в системі ЗЛН;

- розробити нові комплексні методи інженерно-екологічних параметрів і показників щодо контролю за функціонуванням насаджень захисного типу на територіях урбо- та агроценозів;

- провести комплексний екологічний моніторинг та оцінку впливу захисних лісових насаджень на рівень якості ґрунтів та їх здатність до самоочищення та самовідновлення на територіях урбоценозів;

- розробити системи контролю відведення талих та дощових стоків з територій, прилеглих до ЗЛН;

- зробити структурно-функціональну оптимізацію інженерних конструкцій ЗЛН та визначити їх функціональний вплив на відновлення порушених територій;

- обґрунтувати еколого-стабілізуючу роль захисних лісових насаджень як гарантію їх екологічно безпечного розвитку.

Об'єкт дослідження – процес зміни екологічного стану територій агро- та урбоценозів Богуславського агролісництва Київської області.

Предмет дослідження – вплив захисних функцій лісових насаджень в контексті їх екологостабілізуючої ролі в умовах агроценозів та урбоценозів; розробка інженерних методів контролю екологічного стану територій.

Методи дослідження. Екологічний моніторинг та статистична обробка даних, вивчення обліково-фондових матеріалів, методи математичного моделювання, статистичного аналізу та прогнозування, польові методи моніторингу.

Наукова новизна отриманих результатів. Вперше застосовано екосистемний підхід, який дає змогу встановити причинно-наслідкові зв'язки між біотичними, абіотичними та антропогенними чинниками в межах ЗЛН та розробити класифікацію цих насаджень як складової спеціалізованої екосистему захисного типу з ненасиченим біоценозом та визначено еколого-стабілізуючу роль інженерних лісозахисних конструкцій та територіях агро- та урболандшафтів.

Вперше запропоновано комплексні методи контролю інженерно-екологічних параметрів і показників щодо визначення еколого-стабілізуючої ролі захисної лісової екосистеми на територіях урбо- та агроценозів.

На пріоритетному рівні отримані параметри, показники і характеристики стану ЗЛН (за тридцятирічний період) в межах спеціалізованої екосистеми для Білоцерківсько-Богуславської зони.

Вперше запропоновано інженерно-екологічне вирішення проблеми відводу та очищення стоків дощових і талих вод з прилеглих територій автодоріг за допомогою впровадження застосування конструктивних особливостей захисних лісових насаджень та залежно від типів деревних порід на певних ділянках порушених територій.

Вдосконалено комплексний підхід до визначення еколого-інженерних показників ЗЛН на території агроценозу та принципово новий підхід до вирішення проблеми самовідновлення порушених територій.

Практичне значення одержаних результатів. На основі результатів експериментальних робіт запропоновано систему організаційних, технічних та екологічних заходів та впроваджено їх у діяльність Богуславського агролісництва, а саме:

- розроблено екосистемний підхід щодо впровадження комплексних методів інженерно-екологічного контролю функціонування ЗЛН;
- визначено різні етапи розвитку ЗЛН та показано структурно-функціональні зміни окремих їх складових залежно від факторів зовнішніх впливів;
- оптимізація природоохоронних функцій в рамках окремих складових ЗЛН;
- проаналізовано і оцінено стан захисних інженерних конструкцій та запропоновано технічне рішення для забезпечення ефективного виконання екологічних функцій ЗЛН за рахунок підсилення вертикальної диференціації деревостанів та оптимальної їх відстані від точки забруднення;
- запропоновано і впроваджено технічне вирішення проблеми стоку дощових і талих вод та їх очищення з ділянки автодороги на польові насадження за допомогою системного підходу використання ЗЛН (акт впровадження

результатів досліджень в Богуславське агролісництво №281 від 21 серпня 2021 р. наведено в додатку І).

- результати дисертаційної роботи інтегровані у навчальний процес на кафедрі охорони праці та навколишнього середовища Київського національного університету будівництва і архітектури для студентів спеціальності 101 «Екологія» у навчальну дисципліну «Загальна екологія» (додаток І).

Особистий внесок здобувача. Аналіз літератури за темою досліджень, основний обсяг експериментальної роботи: екологічний моніторинг, математичні розрахунки, обробка та аналіз отриманих даних, побудова математичних моделей, прогнозування стану ЗЛН, розробка екологоефективної системи ЗЛН.

Особистий внесок здобувача в опублікованих наукових роботах:

- проаналізовано стан захисних лісових насаджень на території Богуславського агролісництва Київської області та роботи з лісорозведення та лісовідновлення, які проводяться агролісництвом [1,6,10];

- показано роль ЗЛН в екологічній стабілізації стану агро- та урбоценозів; запропоновано підходи щодо визначення функцій лінійного програмування, які покладені в основу інформаційних технологій методики екологічного контролю стану агроценозів; запропоновано системний підхід вивчення ЗЛН на їх території [2,11];

- проаналізовано застосування методів інженерно-захисної фітомеліорації у забезпеченні еколого-безпечного розвитку природних і штучних систем [3,5,6,7];

- розроблено математичні моделі прогнозування стану ЗЛН з врахуванням різних факторів впливу [11];

- розглянуто застосування різних типів конструкцій захисних лісових насаджень в агролісництві та їх вдосконалення задля оптимізації лісокористування та лісовідновлення [3,7];

- визначено за багаторічний період функціональні властивості ЗЛН, рівень забрудненості ґрунтів пестицидами і токсичними металами та зміну вмісту в ньому гумусу [4,8,13];

- розроблено еколого-технічний підхід до формування системи захисних лісових насаджень на територіях урбоценозів з точки зору забезпечення сталого розвитку всіх систем [5,6,12];

- запропоновано механізми впровадження нових еколого-контрольних методів для забезпечення стабілізації розвитку антропогенно порушених ландшафтів в межах системи ЗЛН [5,9];

- запропоновано новий підхід та розширення екологічних функцій ЗЛН як природнього фільтру для очищення дощових і талих вод з територій урболандшафтів, прилеглих до ЗЛН, тобто застосування фітоекстракції [4].

Постановка загального завдання дослідження, обґрунтування екосистемного підходу виконання робіт, трактування та узагальнення експериментальних результатів, обговорення висновків дисертації проводились спільно з науковим керівником – д.т.н., проф. Ткаченко Т.М.

Апробація матеріалів дисертації

Основні положення і результати дисертаційної роботи були представлені та обговорені на міжнародних конференціях: Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених і студентів КНУБіА «Екологічні проблеми природокористування та ефективне енергозбереження» (м.Київ, Україна, **2010**), «Сучасні екологічно безпечні та енергозберігаючі технології в природокористуванні» (м.Київ, Україна, **2011**); Міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми екологічної безпеки» (м. Кременчук, Україна, **2012**), International Forum on Climate Change and Sustainable Development: New Challenges of the Century (Mykolaiv, **2021**), The 2nd JESSD Symposium (School of Environmental Science, Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia), Другій міжнародній науково-практичній конференції «Екологія. Ресурси. Енергія» (Київ, **2021**).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 13 наукових робіт. З них 7 – у наукових фахових виданнях, 1 розділ колективної монографії, 1 стаття – у наукометричній базі «SCOPUS» та 4 тези доповідей у наукових конференціях.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, шести розділів, загальних висновків, списку використаних джерел з 239 найменувань, додатків; містить 12 рисунків і 24 таблиці. Загальний обсяг роботи становить 177 сторінок, серед яких 114 сторінок основного тексту.

РОЗДІЛ 1

ВПЛИВ ЗАХИСНИХ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН АНТРОПОГЕННО ЗМІНЕНИХ ЛАНДШАФТІВ

1.1. Антропогенні ландшафти та їх вплив на навколишнє та життєве середовище

Розвиток людства неможливий без використання природних ресурсів планети. Але будь-яке втручання людини призводить до їх дестабілізації, змін та, подекуди, деградації навколишнього середовища.

Наприкінці ХХ століття антропогенно змінені ландшафти вже займали 92-95% території Правобережної частини України [1].

Саме тому середовище, в якому проживає населення є природно-антропогенним, а це, в свою чергу, чинить негативний вплив на природне середовище та на здоров'я людини [2; 3].

Згідно з висновками вчених [4], достатньо змінити будь-який компонент, який входить до складу ландшафту, щоб той автоматично перетворився на антропогенний.

Поняття «антропогенний ландшафт» трактується у різних літературних джерелах по різному [5-8], але найбільш визнаним у наукових колах є визначення, що *антропогенний ландшафт* – це ті комплекси, які повністю чи частково (хоча б один компонент) зазнали корінних змін під впливом людини [9].

Особливістю, яка об'єднує всі антропогенні ландшафти є певний ступінь їх трансформації, змін, які відбулися внаслідок впливу людини. Звідси виникає поняття антропогенної трансформації [10].

Антропогенна трансформація – зміна природних систем внаслідок впливу господарської діяльності людини. Ця інтегрована характеристика враховує не лише зміни структури геосистеми в цілому, але й фізичні та хімічні забруднення компонентів ландшафтної системи та зміни біотичної складової системи. Вона

характеризує сукупний вплив різних видів навантажень на ландшафтну систему і є результатом взаємодії людини та навколишнього середовища в межах певних геосистем.

Під час такої трансформації на території ландшафтів відбуваються декілька типів змін, які розрізняються за:

- орієнтованістю впливу: прямі або опосередковані зміни;
- глибиною змін: функціонування, динаміка, розвиток;
- зворотністю: зворотні, незворотні;
- направленістю: прогресивні, регресивні;
- ступенем відповідності поставленій меті: цілеспрямовані, побічні.

Саме тому рівень перетворення ландшафту залежить від величини, типу, інтенсивності, направленості та характеру впливу господарської діяльності людини на компоненти навколишнього середовища [10].

Антропогенним ландшафтам притаманні зміни біологічного та геохімічного кругообігів, водно-теплого балансу, особливі процеси ґрунтоутворення, які відрізняються чисельністю та видами біотичної складової.

Особливістю антропогенних ландшафтів є те, що всі зміни в них відбуваються набагато швидше, ніж в незайманій природі. Результатом впливу людини на ландшафт є його спрощення як біологічної системи: виникнення монокультурних агро – та лісокультурних ландшафтів. Це призводить до зниження природного відтворення та стійкості ландшафту і він стає вразливішим до негативних впливів. Експлуатуючи антропогенні екосистеми, людина намагається створити лише два трофічних рівні для отримання кращого урожаю – культурну рослину та продуцентів, детритофагів та редуцентів в ґрунті для підтримання його родючості [11].

Крім цього в антропогенних ландшафтах частіше спостерігається порушення хімічної рівноваги, яке формується протягом тривалих геологічних періодів розвитку природного середовища. У місцях тривалого антропогенного впливу, виникають невласиві природі поєднання та концентрації окремих елементів. Все це викликає порушення балансу природного середовища [12].

Слід зазначити, що всі, без винятку, антропогенні ландшафти є природними комплексами, адже вони були створені з природних (натуральних та антропогенних) компонентів і їх розвиток відбувається за природними закономірностями. Від натуральних (антропогенно не змінених) ландшафтних комплексів вони відрізняються лише за генезисом. Завдяки цьому антропогенні ландшафти утворюють один з багатьох генетичних рядів ландшафтів [13].

Зважаючи на все вище сказане, саме вивчення антропогенних ландшафтів є актуальною задачею сьогодення, яку ми намагалися вирішити на прикладі антропогенних ландшафтів захисного типу, до яких належать ЗЛН Богуславського агролісництва [1].

Так, наприклад, у зв'язку з активним агро- та урбовпливами на деяких територіях активізувались ерозійно-деструктивні процеси і почався змив і виніс родючого шару ґрунту [14]. Це стало однією з основних причин активного створення і відновлення захисних лісових насаджень на території Богуславського агролісництва.

1.2. Функціональна роль захисних лісових насаджень в розвитку агро- та урболандшафтів

Раніше при оцінці лісових ресурсів найбільша увага приділялась їх продуктивним функціям, але зараз спостерігається чітко виражена тенденція до збільшення розуміння захисних функцій лісів та їх екологічних послуг [15]. Тому що автотрофний блок біосфери, який забезпечує існування природних систем, зазнає істотного антропогенного впливу, адже територія України на 68% – це зона інтенсивного впливу техногенних чинників [16], які зумовлюють екологічно небезпечний розвиток природно-техногенних систем (ПТС), що проявляється якісним та кількісним виснаженням складових біосфери, скороченням біологічного і ландшафтного різноманіття, ризиком техногенних уражень [17; 18] тощо.

ЗЛН є складною системою, яка характеризується взаємопов'язаністю всіх природних факторів. Наприклад, крони дерев у процесі фотосинтезу поглинають сонячну енергію і тим самим накопичують органічну речовину.

Вони є штучно створеними, шляхом посадки або посіву для захисту сільськогосподарських угідь, ґрунтів, водойм, доріг, населених пунктів від несприятливих природних [19] та антропогенних [20] факторів.

Крім цього, вони мають своєрідний біодизайн, який покращує умови праці та проживання людини [21].

Комплекс протиерозійних лісових насаджень утворюють вітроломні та водорегулювальні позахисні лісові смуги, розташовані відповідно до особливостей рельєфу місцевості та основного напрямку переважаючих вітрів; прибалкові, прияружні та прибережні лісові смуги; суцільні та куртинні лісові насадження на сильноеродованих, сильнодеградованих та інших, не придатних для сільськогосподарського виробництва землях; насадження, розташовані на незрошуваних землях та вздовж ділянок зрошуваних земель (зрошуваних і скидних каналів тощо) [22].

ЗЛН є екосистемами, які складаються з біотичних підсистем і технічних компонентів [23]. Саме вони здатні зменшити негативний антропогенний вплив на довкілля, створити лісомеліоративний ефект на території агро- та урболандшафту, підвищити продуктивність с/г культур [24] та забезпечити екологічну рівновагу території. У разі тривалої дії лісових смуг (30-50 років і більше) в умовах розташування чорноземів інтегральне покращення стану ґрунтів становить близько 25% [25]; ЗЛН є природними продуцентами добрив, що, в свою чергу дозволяє зменшити використання промислових хімікатів [26].

Зокрема ЗЛН створюють передумови для відновлення екологічної рівноваги на агро- та урболандшафтах, що в свою чергу є основою їх сталого та збалансованого розвитку [27]. Вони мають унікальну властивість сприяти захисту та відновленню окремих компонентів порушених ландшафтів: ґрунтів, водних об'єктів, повітря тощо [28].

Специфікою ЗЛН є їх здатність діяти стабільно і довгостроково у часі та просторі [29]. У часі – від моменту створення до моменту поширення впливу. У просторі – інтенсивніше і глибше за будь-яке інше рослинне угруповання, зберігаючи здатність захищати різні компоненти агро- та урболандшафтів та посилювати їх стійкість завдяки збереженню, відновленню та збагаченню біорізноманіття [30].

За своїм екологічними і господарським значенням заліснені території поділяються на першу і другу групи [31].

Всі ЗЛН належать до лісів I групи – ліси, що виконують переважно захисні функції; ліси протиерозійні [32].

Таким чином, сучасні ЗЛН виконують такі основні функції: екологостабілізуючу (забезпечення гомеостатичності розвитку агро- та урболандшафтів та здатності формувати лісове середовище, поетапно відновлювати екологічний стан колишніх еродованих територій і створювати передумови для подальшого ефективного використання земель), захисну (охорона лісових і нелісових елементів агро- та урболандшафту від деградації, втрати своїх властивостей в процесі експлуатації або під впливом зовнішніх факторів) [33], соціальну (санітарно-гігієнічну, рекреаційну), споживацьку (як джерела деревини), кольматувальну (затримання мулуватих ґрунтових частинок твердої складової поверхневого стоку під час втрати ним транспортної здатності) [34].

Відомо [35; 36], що ЗЛН, як рослинні асоціації, мають специфічні функції, завдяки яким зменшуються ерозійні процеси, відновлюються властивості уражених ерозією ґрунтів, відбувається відновлення балансу на території агро- та урболандшафтів [37-39]. Як показують дослідження [40; 41] і практика, полежахисні лісові смуги позитивно впливають на захист території не тільки безпосередньо близько від самого насадження. Вони позитивно впливають як на атмосферу, так і на педосферу [42]. Тому є доцільним висвітлення їх захисних функцій, таких як поглинання токсичних речовин та очищення дощових і талих вод. Дальність впливу залежить головним чином від висоти лісонасадження.

Сфера найбільшого позитивного впливу ЗЛН простягається на відстань, кратну приблизно 30 висотам насадження. Це пояснюється тим, що ліси захищають агро- та урбоценози від шкідливих вітрів, зменшують непродуктивне випаровування вологи рослинами і ґрунтом і затримують сніг на полях; забезпечують уповільнення і краще поглинання поверхневого стоку з подальшою фільтрацією та очищенням, що, в свою чергу, зменшує ймовірність виникнення ерозійних процесів на території агро- та урболандшафтів [43-46] (рис.1.1). це дає можливість говорити про розширення екологічних функцій ЗЛН.

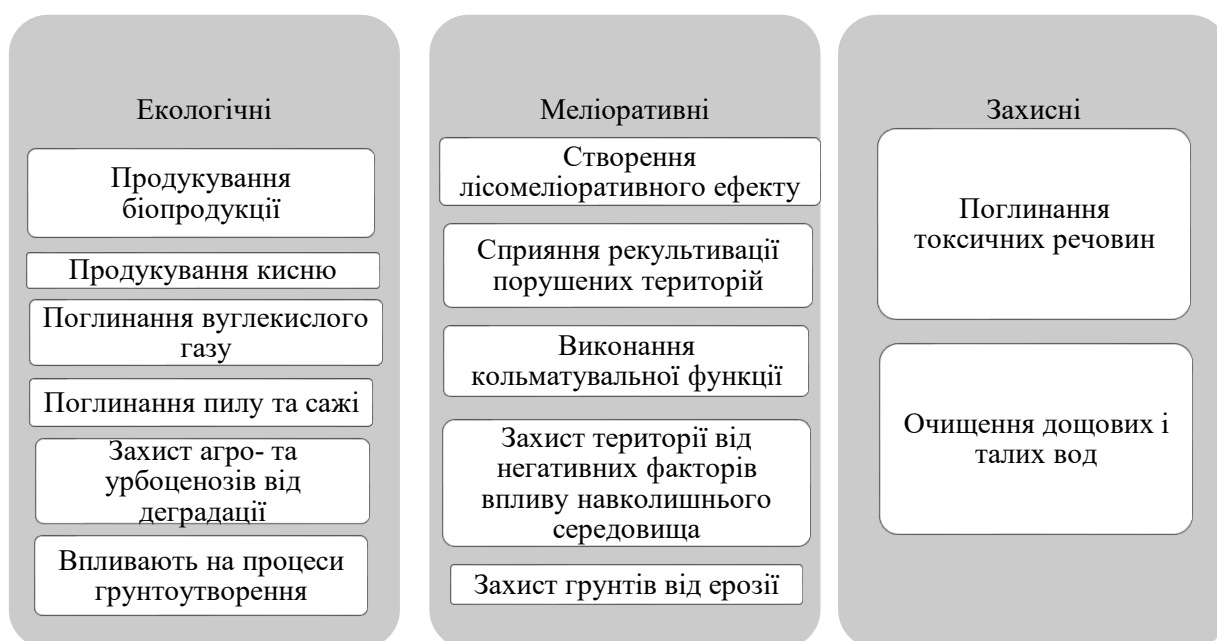


Рис. 1.1. Основні функції, які виконують ЗЛН на порушених територіях агро- та урбоценозів

Крім цього, на сучасному етапі розвитку агро- та урболандшафтів важливим напрямком використання ЗЛН є інтеграція принципів сумісного вирощування дерев на цих територіях, що зумовлює можливість використання техніки догляду за ґрунтом під час проведення господарських заходів з вирощування лісу. Цей напрям дістав назву – *лісове землеробство* [47].

Підсумовуючи викладене, можна стверджувати, що агро- та урболандшафти, які межують з лісозахисними насадженнями, нерозривно і дуже

тісно пов'язані із ними і створюють єдину, багатоінтегральну систему, яка функціонує і динамічно розвивається в межах певної території.

Хоча, зважаючи на те, що ця система є динамічною, багато функцій ЗЛН ще не відкрито і не визначено, в майбутньому, напевно, з'являться нові їх функції в природі, господарстві та різних галузях життєдіяльності людини [48].

1.3 Становлення і сучасні проблеми захисного лісокористування

Захисному лісокористуванню передувала велика кампанія степового лісорозведення, яка мала значні успіхи і стала основою для виникнення інших видів лісорозведення на теренах нашої держави [49].

В подальшому лісорозведення почало стрімко розвиватись [50].

У 1882-1899 роках, після великої посухи, було створено першу експедицію під керівництвом В.В.Докучаєва, метою якої була розробка поліпшеного типу степового сільського господарства на основі раціонального використання лісового і водного господарства, вдосконалення степового господарства [51]. Експедицією було проведено низку унікальних наукових досліджень, які комплексно вирішували проблеми боротьби з несприятливими природними явищами: посухами, суховіями, пиловими бурями, водною і вітровою ерозією ґрунту тощо. Основна роль відводилась захисному лісорозведенню. Все це стало новим етапом у його розвитку.

В подальшому, зважаючи на успішні починання попередників, головним управлінням землеустрою та землеробства почалось створення меліоративних служб, і це, в свою чергу, наблизило захисне лісорозведення до агроландшафтів [52].

Протягом декількох наступних десятиліть лісова меліорація, створення захисних насаджень та полезахисних смуг інтегрувалась на новий, державний рівень і стала справою державної політики та отримала широкомасштабний розвиток [53].

Але вже з 1991 р. на території України почався період різкого занепаду лісової меліорації. Заплановані її об'єми не виконувалися через глибоку кризу суспільства, а створені за попередні роки захисні лісові насадження на значних площах залишилися без належного догляду [54].

Через загострення ситуації і занепад та часткову втрату захисних лісових насаджень у 2000 році було прийнято низку законодавчих актів із врегулювання ситуації у лісівничій справі [55; 56], після впровадженні яких було створено агролісомеліоративну службу захисних насаджень і лісів.

Але попри всі намагання проводити якісну політику із розведення ЗЛН, на сьогоднішній день екологічний стан антропогенно змінених ландшафтів у державі характеризується масштабним загрозливим проявом через низку існуючих проблем [57-59], які негативно впливають на екологічний стан довкілля, знижують продуктивність земельних ресурсів, а отже, і урожайність с/г культур та чинять негативний вплив на навколишнє середовище.

Сучасний стан захисних лісових насаджень та їх систем не забезпечує захищеність та стабільний розвиток порушених територій через їх недостатню полезахисну лісистість та захищеність, а також надмірну розораність [60; 61]. Близько 40% захисних лісових смуг мають незадовільний стан і лісомеліоративні властивості [62; 63].

За останні 20 років полезахисна лісистість ландшафтів зменшилась з 1,5% до 1,3% тоді як оптимальна становить – 3-3,5% [64]. Крім цього за [65; 66] контроль за врахування земель, відведених під захисне лісорозведення ведеться незлагоджено та існують розбіжності у даних. Все це спричинено недосконалістю лісової політики, закладеної ще в XVII ст. [67; 68] та сприяє погіршенню контролю за станом та кількістю територій, відведених під ЗЛН та пов'язано з припиненням фінансування на створення полезахисних лісових смуг та інших видів лісомеліоративних насаджень, неналежним доглядом за існуючими ЗЛН [69] та недостатністю методів впливу та контролю органами, які відповідають за облік територій [70].

На сьогодні розроблено багато підходів [71-73] і програм розвитку захисного лісорозведення та покращення стану існуючих ЗЛН [74-76].

Основними напрямками розробок наукових основ функціонування і стану захисних лісів і ЗЛН на агро- та урболандшафтах є:

- формування основ управління за допомогою лісомеліоративних методів на засадах сталого розвитку [77-78];

- збільшення полезахисної лісистості територій до оптимального рівня (до 19 %) з врахуванням комплексних взаємовідносин між компонентами природного ландшафту та антропогенним впливом [79; 80] з подальшим підвищенням екологічної ролі захисних лісових насаджень різного цільового призначення;

- оптимальне поєднання технічних і лісомеліоративних заходів з управлінням структурою агро- та урболандшафтів [81];

- розробка принципів природоохоронної діяльності, спрямованої на захист і збереження існуючих захисних насаджень, а також відновлення екологічного стану порушених територій [82];

- підвищення стійкості лісових екосистем до негативних факторів впливу навколишнього середовища [83];

- створення ділянок лісової та лучної рослинності на територіях агро- та урбоценозів [84];

- консервація деградованих та забруднених земель шляхом їх заліснення.

Багаторічний досвід (більше 200 років) створення ЗЛН та вже існуючі розробки із захисного лісорозведення, за підтримки держави, дають можливість створити повну мережу ЗЛН та вирішити ці та низку інших проблем захисного лісокористування та лісорозведення. Адже саме ЗЛН, які забезпечують природну стійкість та підвищують здатність до самовідновлення та самозбереження агро- та урболандшафтів, здатні вивести ці території на новий біологічний рівень – як природні коридори, які можуть поєднувати заповідники, національні парки та інші природоохоронні території та будуть виступати в ролі буферних зон з територіями інтенсивної діяльності людини. Та все це можливо лише за умов, що

буде зроблено повний і якісний аналіз стану ЗЛН, впроваджено нову та якісну політику лісокористування з вирішенням економічних та екологічних проблем [85].

1.4. Система показників екологічного контролю в екологічній оцінці функціонування захисних лісових насаджень в практичних умовах

Необхідність здійснення екологічного контролю за станом ЗЛН зумовлена динамікою стану ЗЛН внаслідок впливу природних та антропогенних чинників [86-88], з метою не лише невиснажливого їх використання, а й збереження первинного ресурсного потенціалу [89]. Відомо [90], що негативні впливи та величини шкоди, заподіяної ЗЛН, мають циклічний характер, пов'язаний з циклічністю розвитку природних систем.

Формування ландшафтів, стійких до антропогенних навантажень, потребує визначення оптимального співвідношення природних і антропогенно змінених територій, оскільки їх співвідношення є основним критерієм оцінки екологічного стану агро- та урболандшафтів [91].

Тому, на наш погляд, розробка системи показників екологічного контролю необхідна для стимулювання раціонального природокористування на засадах еколого-безпечного лісівництва. Вона повинна бути оптимальною та враховувати всі сторони захисного лісокористування. Основними принципами такої системи є власне системність, інформативність та коректність [92].

Виконаний аналіз показників екологічного контролю за станом ЗЛН [93; 94] дає можливість запропонувати систему екологічних показників оцінки стану функціонування ЗЛН.

Згідно [95] до цієї системи пропонуємо включити такі групи показників: I – ресурсність; II – інтенсивність; III – екологічність. Окремі групи показників наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Система показників екологічного контролю використання ЗЛН

<i>Ресурсні</i>	<i>Інтенсивності</i>	<i>Екологічності</i>
- площа ЗЛН ($S_{ЗЛН}$); - площа допоміжних ресурсів (RN); - ресурси господарського використання (RF)	коефіцієнт використання ресурсів за площею (K_S)	- знищення або пошкодження ЗЛН в процесі експлуатації ($E_{пЗЛН}$); - ерозія верхнього шару ґрунту (E_S)

До першої групи входять показники площі ЗЛН ($S_{ЗЛН}$), площа ресурсів, які використовуються як допоміжні (дороги) (RN), обсяг ресурсів, залучених до використання (RF). Перші два показники містять дані про лісовий фонд, який належить до території лісництва. Третій показник визначається за схемою:

$$RF = S_{ЗЛН} - RN \quad (1.1)$$

Ресурси, залучені до використання – це території ландшафтів, на яких проводиться діяльність.

До другої групи показників – інтенсивність, відноситься коефіцієнт використання ресурсів за площею (K_S), який визначається за формулою:

$$K_S = \frac{RF}{S_{ЗЛН}} \quad (1.2)$$

Третя група показників – екологічність використання ресурсів ЗЛН, характеризує рівень шкоди, який чинить будь-яка діяльність на територіях агро- та урболандшафтів. Вона враховує такі показники:

- знищення або пошкодження ЗЛН в процесі користування ($E_{пЗЛН}$);
- ерозію верхнього шару ґрунту (E_S).

Всі ці показники приймаються за даними агролісництва.

Показник екологічності використання ЗЛН ($E_{ЗЛН}$) розраховують за формулою:

$$E_{\text{ЗЛН}} = E_{\text{пЗЛН}} + E_{\text{S}} \quad (1.3)$$

Показник екологічності визначається у відсотках. Перший ступінь – «дуже низький», коли рівень впливу на ЗЛН не перевищує 10%; другий рівень – «низький», де рівень впливу становить не більше 25%; третій – «середній» - 40%; четвертий – «високий» - 60%; п'ятий – «дуже високий» - 80% і більше.

Дана система екологічного контролю використання ЗЛН охоплює лише деякі сторони комплексного лісокористування. Але, попри це, вона яскраво відображає основні критерії, за якими можна охарактеризувати екологічний стан ЗЛН, які знаходяться поблизу територій агро- та урболандшафтів і оцінити ступінь їх впливу.

Важливу роль у забезпеченні комплексної екологічної оцінки ЗЛН відіграє система своєчасного інформування щодо негативних змін, які виникають в процесі їх експлуатації. Екологічна лісомеліоративна система моніторингу – це система спостережень за станом ЗЛН та насаджень інших категорій лісоаграрних ландшафтів, їх оцінка як біоекологічних систем і інфраструктурних елементів агро- та урболандшафтів [96] (рис.1.2).

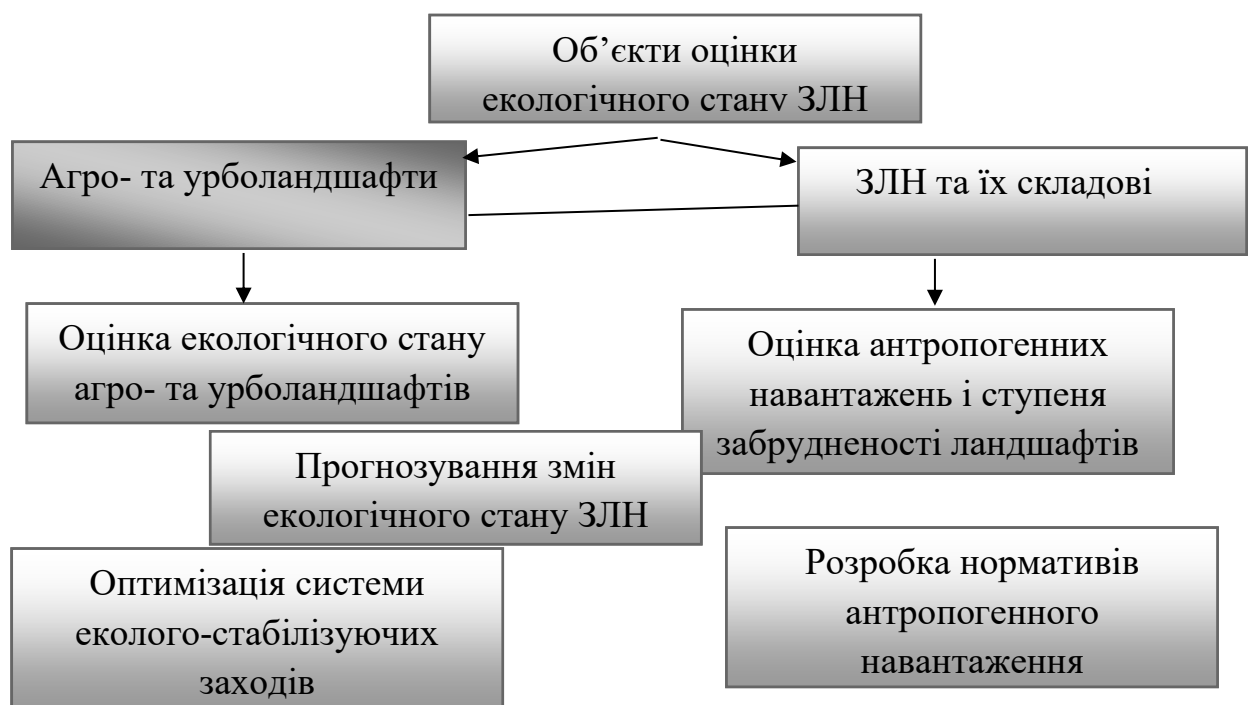


Рисунок 1.2 - Блок-схема заходів комплексної екологічної оцінки стану ЗЛН

Ця система включає екологічний, агроекологічний та агролісомеліоративний моніторинг стану ЗЛН і слугує для вдосконалення та оптимізації функціонування ЗЛН на порушених територіях, забезпечення їх сталого розвитку, інвентаризації і ранжування екологічних факторів, які впливають на лісові екосистеми; оцінки екологічної ситуації; прогнозування змін екологічного стану агро- та урболандшафтів; оптимізації системи заходів щодо стабілізації і поліпшення екологічної ситуації [97-99].

Таким чином, можна припустити, що реалізація вказаних комплексних заходів екологічного контролю зможе забезпечити динамічну рівновагу функціонування та розвитку ЗЛН в контексті самостійної біоценотичної системи, яка має системний вплив на середовище.

1.5 Фітомеліорація та відновлення територій агро- та урболандшафтів у контексті їх сталого розвитку

Фітомеліорація – це один з методів комплексного покращення природних умов за допомогою рослин [100]. Вона спрямована на формування фітоценотичного покриву, який є автотрофним блоком біоценозу агро- та урболандшафту [101].

Фітомеліорації допомагають у боротьбі з негативними природними явищами: посухи, пилові бурі, ерозії [102]. Але, в той самий час, нераціональне використання біологічних компонентів навколишнього середовища, особливо лісової рослинності, сприяє не покращенню, а погіршенню існуючого екологічного стану території.

Всі фітомеліорації поділяються на 2 групи:

- лісові фітомеліорації;
- меліорації за допомогою трав'яної рослинності.

На територіях агро- та урбоценозів доцільно використовувати лісові меліорації – ЗЛН [103].

За характером дії ЗЛН поділяються на вітроломні та водорегулюючі. Перші використовуються для того, щоб ослабити силу вітру, і тим самим покращити природні процеси, пов'язані з вітровим режимом. Другий тип ЗЛН виконує функцію поглинання і очищення твердого і рідкого поверхневого стоку (використання методів фітоекстракції) [104-105].

За меліоративним призначенням захисні лісонасадження поділяються на такі основні види [106; 107]:

- лісові смуги для захисту полів від шкідливих вітрів, зменшення непродуктивного випаровування вологи рослинами і ґрунтом і затримання снігу на полях. Ці смуги знижують швидкість вітру на міжсмугових просторах і зменшують вертикальне переміщення і пов'язане з ним перемішування різних шарів повітря;

- лісові смуги та інші захисні насадження водорегулюючого і протиерозійного призначення (протиерозійні лісові насадження). До них відносяться:

а) водорегулюючі смуги на схилах;

б) прибалкові та приярові смуги;

в) суцільні і колкові насадження на непридатних для обробітку вододілах, крутих ділянках схилів, по берегах і дну балок і укосів ярів (розмивів);

г) лісові смуги та насадження на зрошуваних землях і навколо водойм.

Конкретні гідрологічні функції поділяються на:

- затримувальну – вплив на затримання дощової води;

- акумуляційну – вплив на накопичення води;

- уповільнюючу – вплив на уповільнення стоку;

- регуляційну – вплив на збалансованість стоку води;

- водозахисну – вплив на якість та гігієну води, в т.ч. мутність водотоків та подальше замулювання водойм;

- нівальну – вплив на якість, кількість, розподіл та переміщення снігу

На захищених лісосмугами полях поліпшуються фізичні властивості ґрунту, вологість приземного шару повітря тут вища, ніж у відкритому полі, а

температурний режим для теплолюбних рослин сприятливіший. Врожайність зернових культур при цьому підвищується в середньому на 2-3 ц/га.

Лісонасадження на пісках захищають території від видування, засипання піском, а також оберігають від занесення піском водойми, канали, населені пункти та інші об'єкти народногосподарського значення [108; 109].

Питання використання водних функцій захисних насаджень тісно пов'язане з питанням водного балансу лісових екосистем [110]. Водний баланс в лісових екосистемах демонструє взаємозалежність між компонентами надходження води (атмосферні опади) і компонентами витрат води (сумарне випаровування, поверхневий та підземний стік води) тим самим впливаючи на інфільтраційні властивості ґрунтів. Якщо атмосферні опади (у даному випадку води, які змиваються з дорожнього полотна та талі води) (Z) є єдиним джерелом води для лісових насаджень, ми можемо викласти рівняння загального водного балансу наступним чином:

$$Z = \Delta W + ET + O \quad (1.4)$$

У довгостроковій перспективі, відповідно, середня кількість опадів дорівнює сумарному випаровуванню (ET) і стоку (просочуванню) води (O). ΔW – зміна запасів води в ґрунті та фітомасі.

За рахунок підвищення інфільтраційних властивостей ґрунтів, відбуваються процеси уповільнення стоку води при великій кількості опадів і виконується акумуляційна функція лісів [110].

Забезпечення рівноваги фізико-хімічних властивостей ґрунтів впливає на їх здатні очищати воду з поверхневих стоків дорожнього покриття, тим самим забезпечуючи відновлення забруднених вод.

Як показали моніторингові дані та експериментальні дослідження з розподілення забруднюючих речовин на придорожній території, максимальні їх концентрації спостерігаються саме над дорожнім полотном [111]. Було доведено,

що ЗЛН перешкоджають розсіюванню забруднюючих речовин та розбавляють їх потоками незабрудненого повітря. Все це наочно доводить, що концентрація забруднень в межах ЗЛН набагато більша, ніж на більш віддалених від неї територіях, що в свою чергу негативно впливає на екосистему ЗЛН.

Важливе фітомеліоративне значення мають конструкції ЗЛН.

Під *конструкцією лісового насадження* на територіях агро- та урбоценозів розуміють ступінь і характер її проникливості для вітру [112; 113]. Конструкція визначає аеродинамічні властивості ЗЛН [114].

Згідно [115-116] існує 5 основних типів конструкцій ЗЛН: щільна, помірно ажурна, ажурна, ажурно-продувна, продувна (табл. 1.2)

Таблиця 1.2 - Конструкції ЗЛН та їх характеристики

Лісова смуга	Характер просвітів за профілем	Площа просвітів, %	
		між стовбурами	в кронах
Щільна	Без просвітів	0	0
Помірно ажурна	Незначна кількість просвітів	15-20	15-20
Ажурна	Середня кількість просвітів	25-35	25-35
Ажурно-продувна	Багато просвітів між стовбурами і мало в кронах	60-70	15-30
Продувна	Багато просвітів між стовбурами, без просвітів в кронах	60-70	0

Тип конструкції залежить від щільності, ширини насаджень та складу порід. Крім цього водопоглинання на території ЗЛН залежить від мікрорельєфу, товщини лісової підстилки, яка здатна затримувати воду у 2-4 рази більше за свою масу. Найкращі протиерозійні властивості мають густі чагарникові смуги, в яких основна маса ґрунтів знаходиться на відстані 1,5-2,5 м від верхнього узлісся. Конструкція насаджень визначається співвідношенням у профілі смуги вітропроникних або вітронепроникних ділянок. Найефективніший вітрозахисний вплив лісових смуг на елементи мікроклімату обмежується зоною

25 висот ЗЛН, які вони мають досягти у віці 25-30 років, а зволоження ґрунту – 16 висот [117-119].

Поперечні смуги ЗЛН розміщують на відстані, враховуючи існуючу структуру території та особливості її водозборів. Максимальні відстані між ними не повинні перевищувати 1000-1500 м.

Тоді, коли структура агро- та урболандшафтів не дозволяє створювати мережу смуг зазначених максимальних розмірів, тоді їх доцільно пристосувати до постійних меж у бік зменшення площі міжсмугових полів [120].

Продувна конструкція ЗЛН [103] продувається вітром через проміжки в приземній частині в зв'язку з відсутністю підліску чи підросту; вітровий потік проходить в основному через ці проміжки. З метою забезпечення найбільшої ефективності насадження такої конструкції повинні змикатися кронами – через верхній край цієї смуги вітер майже не проходить, а віє над нею [121].

Ажурний тип [103] конструкції ЗЛН зазвичай має 2-3 ярусну будову з підростом чи підліском, з невеликими наскрізними проміжками, які рівномірно розміщені по профілю; вітровий потік в основному проходить через насадження, не змінюючи загального напрямку. Перевага конструкції такого типу полягає в тому, що вітро- та снігорозділення більш рівномірне.

Існує [122] більш розширена класифікація типів конструкцій ЗЛН, метою якої є оптимізація конструкцій та адаптація їх до конкретних ґрунтово-кліматичних умов, видів насаджень та з врахуванням типів змішування лісових порід (табл. 1.3.).

Оптимальними є ЗЛН таких конструкцій, які мають високу захисну ефективність і біологічну стійкість та володіють основними рисами і елементами лісового біоценозу: займають певну територію і є досить вузькими; мають високозімкнений головний намет та досить розвинутий другий ярус і підлісок; сформовану лісову підстилку. Саме тому найефективнішими, з точки зору меліоративних властивостей, є ЗЛН ажурної та продувної конструкцій, які достатньо продуваються знизу і мають густу структуру вгорі.

Таблиця 1.3 - Конструкції, типи змішування, ґрунтово-кліматичні зони різних видів ЗЛН

Конструкція ЗЛН	Ажурність, %		Тип змішування	Види ЗЛН	Ґрунтово-кліматичні зони
	між стовбурами	в кронах			
Непродувна (широкі смуги), щільна (вузькі смуги)	0–10	0–10	деревно-чагарниковий; змішаний	прияружні, прибалкові, водоохоронні, уздовж залізниць; стокорегулювальні; полезахисні (в системі); уздовж автодоріг (останні три смуги – вузькі)	всі
Ажурна	15–35	15–35	змішаний	стокорегулювальні; полезахисні; уздовж автодоріг	всі; Степ; всі
Продувна: помірно	30–50	0–10	змішаний	полезахисні	Лісостеп південний; Степ
сильно	60–70	0–10	деревно-тіньовий	полезахисні	Полісся; Лісостеп
Ажурно-продувна помірно	30–50	10–15	змішаний	полезахисні	Лісостеп південний; Степ
сильно	60–70	15–30	деревно-тіньовий	полезахисні; алейні лісові смуги уздовж автодоріг	Полісся; всі
Алейні, малорядні	15–60	15–50	змішаний, деревно-тіньовий	уздовж автодоріг; алейні	всі

За типами змішування ЗЛН поділяють на: деревно-чагарниковий, деревно-тіньовий і комбінований (змішаний). Деревно-чагарниковий тип змішування формується за участю не більше 70% деревних і не менше 30% кущових порід за кількістю посадкових місць. За змішаного типу участь деревних порід становить понад 70%, а кущових – до 30%. Деревно-тіньовий тип змішування передбачає відсутність кущових порід, або їх наявність не більше 5%.

Взаємозв'язок між конструкціями і типами змішування ЗЛН такий: щільна конструкція вузьких смуг має деревно-чагарниковий, продувна і ажурно-продувна – деревно-тіньовий, а ажурна – комбінований тип змішування. Помірно

продувна і помірно ажурно-продувна конструкції та широка лісова смуга щільної (непродувної) конструкції мають також комбінований тип змішування [120].

Формування і підтримання конструкції ЗЛН у процесі експлуатації забезпечується вимогами законодавчого лісокористування і лісовідновлення. Основне завдання створення ЗЛН полягає у тому, що при доборі деревостанів необхідно створити такі умови, які б протягом свого довгострокового функціонування дозволили б без значних затрат підтримувати їх конструктивний стан, високу захисну та лісомеліоративну роль та забезпечували і зберігали б необхідні еколого-функціональні властивості лісових насаджень [122; 123].

Для цього слід проводити комплекс лісогосподарських заходів: садіння чагарників, вилучення дерев, що всихають, рубки догляду, агротехнічний догляд за ґрунтом, ремонт і реконструкція ЗЛН, відновні роботи [124-126].

Саме тому, очевидно, що виконанням вище вказаних заходів, а також посиленням цілеспрямованої роботи з упорядкування системи ведення лісового господарства, можна досягти поступового покращення ситуації в контексті еколого-безпечного розвитку та відновлення агро-та урбоценозів.

Висновки до розділу 1

1. На основі аналізу даних літератури можна зробити висновок, що ЗЛН як антропогенно змінені ландшафти, відіграють велику роль у процесах ведення діяльності на агро- та урболандшафтах і слугують природними буферними зонами, створюючи цілісну взаємопов'язану систему «агро-, урболандшафт - ЗЛН».

2. Сучасний стан ЗЛН, у процесі експлуатації, не відповідає встановленим нормам за лісотаксаційними показниками через різке зниження рівня ведення лісового господарства та недотримання вимог екологічно збалансованого лісівництва. Основним завданням сучасного управління є розробка нових ефективних методів повернення лісорозведення і лісовідновлення.

3. Взаємодія людини і природи є дуже складним процесом, який потребує цілковитої впевненості у одержаних результатах. Процес взаємодії повинен

бути зорієнтованим на екологічно невиснажливе лісівництво і базуватись на основі еколого-економічних засад лісорозведення і лісовідновлення.

4. ЗЛН можуть слугувати в ролі стабілізуючої ланки на територіях агро- та урболандшафтів, через свої унікальні властивості як самостійна біоценотична система, яка має системний вплив на навколишнє середовище.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Об'єкти дослідження

Об'єкти дослідження: процес зміни екологічного стану територій агро- та урбоценозів ДП "Спеціалізоване лісогосподарське підприємство "Київоблагроліс", вплив ЗЛН на стан агро- та урболандшафти та взаємовідносини у системі «агро-, урболандшафти – ЗЛН».

2.1.1. Характеристика ДП "СЛП "Київоблагроліс" Богуславського державного агролісництва.

Для вивчення ролі ЗЛН в екологічній стабілізації стану агроландшафтів нами обрано ДП "Спеціалізоване лісогосподарське підприємство "Київоблагроліс" Богуславського державного агролісництва Київської області, яке підпорядковане департаменту екології та природних ресурсів Київської обласної державної адміністрації та відноситься до Білоцерківсько-Богуславської зони [127] (Додаток Б).

Початок вивчення лісового фонду, який зараз належить підприємству, відноситься до 1990 року.

ДП "СЛП "Київоблагроліс" Богуславського державного агролісництва розташоване в південній частині Київської області на території Богуславського адміністративного району.

Згідно до лісорослинного районування територія агролісництва віднесена до Лісостепової зони.

Клімат району характеризується пізніми весняними та ранніми осінніми заморозками, які згубно впливають на сходи і молоді пагони деревних порід; суховійними південними вітрами весною, які зменшують приживлюваність лісових культур.

Середня тривалість вегетаційного періоду становить 170 днів.

Середньорічна температура повітря становить $+7,0^{\circ}\text{C}$, абсолютна максимальна $+39^{\circ}\text{C}$, абсолютна мінімальна -36°C .

Кількість опадів за рік - 510 мм.

Середня дата перших осінніх заморозків – 15 вересня, останніх весняних – 15 травня.

Сніговий покрив з'являється 25 грудня, час сходження снігу в лісі – 20 березня. Товщина снігового покриву – 20 см.

Середня глибина промерзання ґрунту – 50 см [128].

Територія агролісництва розташована поблизу населених пунктів та має широку автомобільну мережу.

Відповідно до [129] дороги, які проходять через територію дослідницької ділянки відносяться до доріг територіальних місцевого значення V категорії з інтенсивністю руху до 150 транспортних одиниць на добу в середньому на рік .

Відповідно до рівнів впливів на навколишнє середовище, дороги на території агролісництва належать до доріг III екологічного класу – автодороги II і III кат. з розрахунковою інтенсивністю руху до 2000 пр.од/добу і споруди на них, технічно нескладні дорожні об'єкти.

При проектуванні ЗЛН на заданій ділянці біля автодороги враховувався показник гранично допустимої концентрації шкідливих речовин для деревних насаджень (табл. 2.1).

2.1.2. Характеристика захисних лісових насаджень ДП "СЛП "Київоблагроліс" Богуславського державного агролісництва.

Ліси Богуславського району [130] належать до лісів I групи – ліси, що виконують переважно захисні функції; ліси протиерозійні [131-134].

Ліси першої групи виконують ґрунтозахисну і водоохоронну, оздоровчо-санітарну й естетичну функції. Вони займають всю площу фонду агролісництва, яка складає 4065,0 га [135, 136].

Таблиця 2.1 - Значення ГДК дерев для певного виду забруднень, мг/м³

Речовина	Гранично допустимі концентрації, мг/м ³	
	с/р	с/д
F	0,020	0,003
HCHO	0,020	0,003
SO ₂	0,300	0,015
Cl ₂	0,025	0,015
NO ₂	0,040	0,040
NH ₃	0,100	0,040
N ₂ S	0,080	0,080
H ₂ SO ₄	0,100	0,030
C ₆ H ₆	0,100	0,050
O ₃	-	-
CH ₄ O	0,200	0,100
C ₆ H ₁₂	0,200	0,200
CO	3,000	1,000
Pb	0,003	0,0027

Вкриті лісовою рослинністю землі займають 94,7% загальної площі земель лісового фонду агролісництва; штучно створені насадження займають 71,1% - цей показник свідчить про цілеспрямовану діяльність працівників лісового господарства по залісненню яружно-балкових земель, інших непридатних в сільськогосподарському виробництві земель. Площа нелісових земель - 4,0 га або 0,1%.

В лісовому фонді [130] переважають насадження таких деревних порід як акація біла - 1141,8 га або 29,7%; сосна звичайна - 914,8 га або 23,8%; дуб звичайний 833,0 га або 21,7%; граб звичайний - 506,1 га або 13,2%.

Насадження деревних порід, які не відповідають умовам місцезростання і цільовому призначенню, займають 45,9 га або 1,2% вкритих лісовою рослинністю земель. Решта насаджень, які не відповідають типам умов місцезростання, створені штучним шляхом в протиерозійних лісах і відповідають цільовому призначенню.

Поділ насаджень за віковими групами нерівномірний. Нині (станом на 2021 рік) в лісовому фонді переважають середньовікові насадження - 1977,9 га або

46,2%; стиглі і перестійні насадження займають площу 830,9 га або 26,4%; молодняки -998,2 га або 23,4%, а площа пристигаючих насаджень 255,5 га або 4,0%, що нижче оптимальної (12,6%) в три рази (табл.2.2, рис.2.1).

Таблиця 2.2 - Фактичний і оптимальний поділ площі вкритих лісовою рослинністю земель з переважанням основних лісоутворюючих порід за групами віку,% [138]

Групи основних лісоутворюючих порід	Фактичний				Оптимальний			
	Молодняки	Середньовікові	Пристигаючі	стиглі і перестійні	Молодняки	Середньовікові	Пристигаючі	Стиглі і Перестійні
Група лісів								
Хвойні	57,4	42,6			28,6	42,8	14,3	14,3
Твердолистяні	13,6	44,2	5,6	36,6	24,1	47,7	12,1	16,1
М'яколистяні	2,5	83,3	1,7	42,5	23,3	52,5	11,6	12,6
Разом:	23,4	46,2	4,0	26,4	25,1	46,9	12,6	15,4

Кожна господарська секція орієнтована на вирощування певних корінних або цільових порід, у відповідності до типів лісу, на основі заходів, що забезпечують одержання до віку стиглості максимального запасу деревини потрібної товарної структури, найбільш ефективного виконання захисних, водоохоронних, санітарно-гігієнічних та інших корисних природних функцій лісу [139].

Із побічних лісових користувань в підприємстві розміщені пасіки, збирання грибів, ягід, лікарських рослин. Відпуск деревини за останні два роки з лісів агролісництва в середньому становить 9,33 тис.м³, яка використовується, в основному, для забезпечення потреб району. Основними асортаментами, що заготовлюються в агролісництві є пиловник, будліс, техсировина та дрова паливні

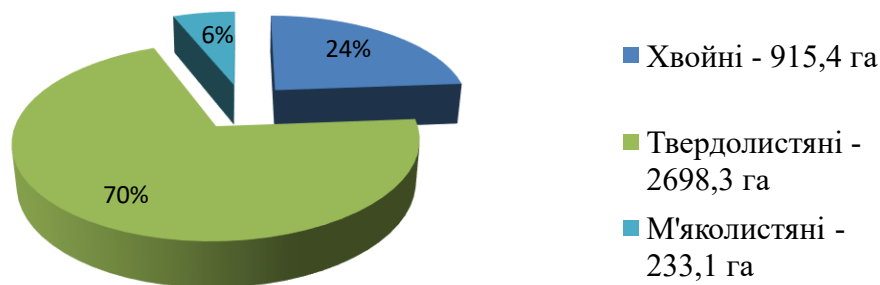


Рисунок 2.1 - Розподіл вкритих лісовою рослинністю земель за групами порід [140, 141]

2.2. Методи дослідження

2.2.1. Екологічна оцінка впливу захисних лісових насаджень на території агро- та урбоценозів

Екологічну роль ЗЛН, які розміщені поблизу територій агро- та урбоценозів вивчали за допомогою методів екологічного моніторингу.

Основними методологічними підходами екологічної оцінки впливу ЗЛН на території агро- та урбоценозів є принципи комплексності та кількісного обліку всіх компонентів ЗЛН, які є лісовою екосистемою захисного типу із ненасиченим біогеоценозом; врахування переваг окремих складових ЗЛН, які розташовані на територіях агро- та урбоценозів; врахування взаємовпливу; проведення оцінки стану ЗЛН в залежності від природно-екологічних умов місцезростання; динамічні дослідження стану ЗЛН внаслідок впливу на них зміни екологічних умов.

Існує багато методичних підходів екологічної оцінки території.

Нами в дослідженнях використана базова методика [141; 142] оцінки екологічного ефекту від експлуатації ЗЛН, яка базується на визначенні їх еколого-стабілізуючого впливу на територіях агро- та урбоценозів. Основними факторами, які змінюють свої показники в процесі експлуатації є: продукування кисню, поглинання вуглекислого газу, затримання пилу та сажі.

Сукупний максимально можливий обсяг кисню розраховували за формулою:

$$V_{\text{заг.}O_2} = \sum_{j=1}^4 q_{11} S_1 + q_{12} S_2 + q_{13} S_3 + q_{14} S_4, \quad (2.1)$$

де $V_{\text{заг.}O_2}$ – сума максимально можливого обсягу кисню, що продукується на всій площі ЗЛН, м³;

$q_{11}, q_{12}, q_{13}, q_{14}$ - обсяг кисню, що продукується 1 га лісу, для різних порід деревостанів: твердолистяних, м'яколистяних, хвойних, змішаних (природного лісовідновлення) відповідно, м³;

S_1, S_2, S_3, S_4 - площа лісу території агро- чи урбоценозу, яка зайнята окремими групами деревостанів: твердолистяними, м'яколистяними, хвойними, змішаними (природним лісовідновленням) відповідно, га.

Сукупний максимально можливий обсяг вуглекислого газу розраховували за формулою:

$$V_{\text{заг.}CO_2} = \sum_{j=1}^4 q_{21} S_1 + q_{22} S_2 + q_{23} S_3 + q_{24} S_4, \quad (2.2)$$

де $V_{\text{заг.}CO_2}$ - сума максимально можливого обсягу вуглекислого газу, що поглинається на всій площі ЗЛН, м³;

$q_{21}, q_{22}, q_{23}, q_{24}$ - обсяг вуглекислого газу, що поглинається 1 га лісу для різних порід деревостанів: твердолистяних, м'яколистяних, хвойних, змішаних (природного лісовідновлення) відповідно, м³.

Сукупний максимально можливий обсяг пилу і сажі розраховували за формулою:

$$V_{\text{заг.}PC} = \sum_{j=1}^4 q_{31} S_1 + q_{32} S_2 + q_{33} S_3 + q_{34} S_4, \quad (2.3)$$

де $V_{заг.ПС}$ - максимально можливий обсяг пилу і сажі, що затримується на всій площі ЗЛН, м³;

$q_{31}, q_{32}, q_{33}, q_{34}$ - обсяг пилу та сажі, що затримується 1 га лісу для різних порід деревостанів: твердолистяних, м'яколистяних, хвойних, змішаних (природного лісовідновлення) відповідно, м³.

Допустимий знижений обсяг продукування кисню ЗЛН розраховували за формулою:

$$b_1 = pV_{заг.O_2}, \quad (2.4)$$

де b_1 - допустимий знижений обсяг продукування кисню ЗЛН в процесі лісокористування, м³;

p – коефіцієнт у межах $0 < p < 1$ (в даних дослідів $p = 0,9$).

Допустимий знижений обсяг поглинання вуглекислого газу ЗЛН розраховували за формулою:

$$b_2 = fV_{заг.CO_2}, \quad (2.5)$$

де b_2 - допустимий знижений обсяг поглинання вуглекислого газу ЗЛН в процесі лісокористування, м³;

f – коефіцієнт у межах $0 < f < 1$ (в даних дослідів $f = 0,9$).

Допустимий знижений обсяг затримання пилу і сажі ЗЛН розраховували за формулою:

$$b_3 = hV_{заг.пс}, \quad (2.6)$$

де b_3 - допустимий знижений обсяг затримання пилу і сажі ЗЛН в процесі лісокористування, м³;

$0 < h < 1$ (в даних дослідів $h=0,9$).

Відношення загального обсягу кисню, загального обсягу вуглекислого газу та загального обсягу пилу і сажі до середнього розміру лісокористування розраховували за формулою:

$$V_{\text{сук.}O_2,CO_2,PC} = \sum_{j=1}^4 q_{11} + q_{12} + q_{13} + \frac{q_{14}}{a_1} + q_{21} + q_{22} + q_{23} + \frac{q_{24}}{a_1} + q_{31} + q_{32} + q_{33} + \frac{q_{34}}{a_1}, \quad (2.7)$$

де $V_{\text{сук.}O_2,CO_2,PC}$ - відношення загального обсягу кисню, що продукується на площі ЗЛН; загального обсягу вуглекислого газу, що поглинається на площі ЗЛН; загального обсягу пилу і сажі, що затримується на площі ЗЛН до середнього розміру лісокористування на 1 га площі ЗЛН;

a_1 - середній розмір лісокористування на 1 га вкритих лісами (ЗЛН) агролісництва, м³.

Основні екологічні параметри, які обумовлюють еколого-функціональні властивості ЗЛН розраховували при різних умовах природокористування.

Коефіцієнт нормативної відповідності площі ЗЛН до площі агро- та урбоценозу розраховували за формулою:

$$K_2 = \frac{S_{\text{ЗЛН}}}{S_{\text{аг.}}}, \quad (2.8)$$

де $S_{\text{ЗЛН}}$ – площа ЗЛН, га;

$S_{\text{аг.}}$ – площа агроландшафту, га.

Коефіцієнт ефективності реалізації протиерозійних заходів розраховували за формулою:

$$K_3 = \frac{Se_\phi}{e_n}, \quad (2.9)$$

де e_ϕ – показник фактичної ерозії;
 e_n – показник потенційної ерозії.

Індекс екологічної відповідності екологічних функцій ЗЛН природному стану агро- та урбоценозу розраховували за формулою:

$$I_{e.e} = \sum_{i=1}^3 K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.10)$$

де K_1 - коефіцієнт природних умов України, який складається з: забезпечення орними землями, зміни атмосферного тиску, сейсмічного стану, властивостей сонячної радіації, величини атмосферних опадів, температурного режиму, для зони Лісостепу становить 3,5;

K_2 - коефіцієнт нормативної відповідності площі ЗЛН до площі агроландшафту;

K_3 - коефіцієнт ефективності реалізації протиерозійних заходів.

Нами було розроблено і запропоновано характеристику стану довкілля за об'єктивними кількісними показниками: сталістю рівноваги довкілля в регламентованих межах після антропогенних змін ландшафту та за показником екологічної ємності території агро- та урбоценозів агролісництва.

Сталість рівноваги довкілля в регламентованих межах після антропогенних змін на території агро- та урбоценозів було розраховано за формулою [141]:

$$S = \sum_{i=1}^n E_a, \quad (2.11)$$

де E_a - мінімальна, середня та максимальна асиміляційна здатність антропогенних ландшафтів ($0 < E_a < 1$, $E_a = 0,9$).

Екологічну ємність системи можна розрахувати на основі максимального об'єму забруднювачів, які впливають на екосистему за одиницю часу та може бути виведений, акумульований або трансформований всередині неї без суттєвих порушень її динамічної рівноваги.

Розрахунок екологічної ємності системи проводили за такою формулою [141]:

$$C_e = HS_a \sum_{i=1}^3 X_{it} \cdot p_{PFP}, \quad (2.12)$$

де C_e – екологічна ємність території, ГВт;

H – господарська ємність біосфери (1-2 ТВт);

S_a – площа захисних лісових насаджень;

$\sum_{i=1}^3 X_{it}$ – сума всіх екологічних факторів, які зумовлені еколого-стабілізуючими властивостями ЗЛН (продукування кисню, поглинання вуглекислого газу, затримання пилу та сажі), м³ [27];

p_{PFP} – коефіцієнт поглинання біомасою ЗЛН основних забруднювачів.

Для знаходження точного значення коефіцієнта p_{PFP} було використано формулу [141]:

$$A_a = S_{fu} \cdot p_{PFP}, \quad (2.13)$$

де A_a – величина поглинання біомасою основних видів забруднювачів на залісненій території України;

S_{fu} – площа залісненої території України.

Спочатку було розраховано величину A_a для території ЗЛН агролісництва, а потім, виходячи з основних даних, коефіцієнт p_{PFP} для цієї території.

Для узагальненої оцінки екологічної стійкості території ЗЛН після розрахунку всіх показників було розраховано значення коефіцієнта стійкості системи ЗЛН, як кратність перевищення її екологічної ємності над природоємністю вибраної території [141]:

$$K_s = C_e/C_n, \quad (2.14)$$

де C_e – екологічна ємність території екосистеми ЗЛН, ГВт;

C_n – природоємність території агролісництва (сукупність обсягів господарського вилучення та ураження місцевих відновних ресурсів) (у нашому випадку вона становить 2,91 т).

Градація показника K_s : $K_s \leq 1$ – перевищення екологічної ємності над природоємністю території не спостерігається, а ситуація у районі дослідження вважається задовільною; $1 < K_e \leq 2$ – ситуація небезпечна; $2 < K_e < 10$ – ситуація критична; $K_e \geq 10$ – ситуація вкрай небезпечна.

У дослідженні екологічна техноємність території визначалася за величиною продукування кисню, поглинання вуглекислого газу та затримання пилу та сажі оскільки ці показники є одними з найсуттєвіших лімітуючих факторів розвитку системи «ЗЛН – агро- та урбоценози».

2.2.2. Геофізична оцінка стану агро- та урбоценозів

Геофізична оцінка стану території агро- та урбоценозу проводилась методами статистичного аналізу та статистичної обробки даних Центральної геофізичної лабораторії м. Києва за 30-річний період (1990-2020 роки).

2.2.3 Методи оцінки стану забруднення ґрунтів важкими металами

Оцінка забруднення ґрунтів важкими металами проводилася на основі попередньої екологічної оцінки стану ґрунтів, під час якої в ґрунтах були виявлені важкі метали: *Pb*, *Zn*, *Mn*, *Cu*, *Ni*, *Cd* в ґрунтах Богуславського агролісництва. При оцінці були використані дані відбору зразків чорнозему, що відбирались при ґрунтовому обстеженні району у період з 1990-2020 роки із ґрунтоутворних порід та верхнього гумусового горизонту. Одержані дані були математично оброблені і порівняні з нормативними значеннями ГДК [143].

Оцінка екологічної небезпеки ґрунтового забруднення проводилась згідно [144].

Оцінка ступеня хімічного забруднення ґрунтів проводилась згідно [145]. При оцінці розраховували коефіцієнт небезпеки забруднення ґрунтів важкими металами (K_n), за формулою:

$$K_n = C_e / \text{ГДК}, \quad (2.15)$$

де C_e - вміст елемента-забруднювача в пробі, мг/кг;

ГДК – гранично допустима концентрація елемента, мг/кг.

Гігієнічна оцінка стану ґрунтів проводилась на основі [146].

Було розраховано сумарний показник забруднення ґрунтів важкими металами за формулою:

$$Z_c = \sum_i^n Kk - (n - 1), \quad (2.16)$$

де Kk - коефіцієнт концентрації хімічної речовини, який дорівнює відношенню вмісту елемента в ґрунті до його фонові концентрації;

n - число елементів, які визначаються.

2.2.4. Методи оцінки забруднення ґрунтів нітратами та хлорорганічними пестицидами

Забруднення ґрунтів нітратами та хлорорганічними пестицидами оцінювалось за методиками [147-152].

Залишкові концентрації нітратів та хлорорганічних пестицидів у ґрунтах розраховували за формулою:

$$\bar{X}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{ij}, \quad (2.17)$$

де X_j - залишкова концентрація нітратів та хлорорганічних пестицидів у ґрунтах на території агролісництва за період з 1990-2020 роки, мг/кг;

X_{ij} - вміст пестицидів в i -й об'єднаній пробі на j -ій території агро- чи урбоценозу, мг/кг;

n - кількість об'єднаних проб.

Значення середньоквадратичного відхилення варіаційного ряду розраховували за формулою:

$$\sigma = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_j)^2 \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (2.18)$$

де X_j - залишкова концентрація нітратів та хлорорганічних пестицидів у ґрунтах агролісництва за період з 1990-2020 роки, мг/кг;

X_{ij} - вміст пестицидів в i -й об'єднаній пробі на j -ій території агро- чи урбоценозу, мг/кг;

n - кількість об'єднаних проб.

Коефіцієнт варіації розраховували за формулою:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{X}_j} \cdot 100, \% \quad (2.19)$$

де σ - значення середньоквадратичного відхилення варіаційного ряду,

\bar{X}_j - залишкова концентрація нітратів та хлорорганічних пестицидів у ґрунтах агролісництва за період з 1990-2020 роки, мг/кг;

Дослідження кінетики швидкості детоксикації нітратів та хлорорганічних пестицидів у ґрунтах. Дослідження проводилось за [153].

Попередня оцінка стану забруднення ґрунтів показала, що детоксикація пестицидів у ґрунті та рослинах відбувається за експоненційною моделлю [154], яка виражається формулою:

$$C_t = C_0 \cdot e^{-kt}, \quad (2.20)$$

де k - постійна швидкості протікання процесу (руйнування пестициду);

t – час експонування;

C_0 та C_t – концентрації: початкова та у певний момент часу, відповідно, мг/кг;

e – основа натурального логарифму (2,718...).

Для визначення T_{50} використовують моделі деструкції токсикантів в тому або іншому середовищі, за допомогою яких визначається константа швидкості розпаду:

$$k = \frac{2.303}{t} \lg \frac{C_0}{C_t}, \quad (2.21)$$

де k – константа швидкості розкладу, яка не залежить від початкових концентрацій і від часу спостережень, а обумовлена лише фізико-хімічними властивостями сполук, кліматичними умовами й здатністю до біотрансформації території;

t - час, рік;

C_0, C_t - концентрації: початкова та у певний момент часу, відповідно, мг/кг.

Враховуючи k , визначають T_{50} за формулою:

$$T_{50} = 0,693/k, \quad (2.22)$$

де T_{50} - період піврозпаду пестициду в об'єкті дослідження, рік;

k – константа розкладу.

Тобто процеси деструкції можна описати за допомогою експоненціальної моделі кінетики деструкції, яка заснована на цих двох параметрах, за допомогою яких визначається персистентність сполук.

Цими показниками характеризується вплив пестицидів на біоту у цілому.

2.2.5. Моделювання оцінки експлуатації захисних лісових ресурсів

Для розробки науково обґрунтованої стратегії прогнозування та нейтралізації загроз екологічній безпеці набуває значення кількісна оцінка та ранжування можливих негативних ефектів природокористування.

Створено [155] багато моделей для оцінки можливих загроз при різних типах впливів на ЗЛН та їх самих на оточуюче середовище. Нами було розроблено і запропоновано модель, яка графічно показує оптимальний баланс території у системі «ЗЛН – агро-, урбоценози».

Для її побудови необхідно об'єднати графіки граничної екологічної ємності території екосистеми ЗЛН з її граничним екологічним навантаженням.

2.2.6 Методи підбору оптимальних конструктивних та видових рішень при проектуванні захисних лісових насаджень вибраної ділянки території

Методичним апаратом дослідження було проведення екологічного моніторингу системи за допомогою екологічної оцінки потенціалу території ЗЛН, яку було проведено на основі оцінки лісогосподарської діяльності Богуславського агролісництва з лісоведення та способів відновлення лісів і лісорозведення. Проектування розміщення посадок проводилось таким чином, щоб на відстані від осі автодороги могли спостерігатись мінімальні концентрації забруднюючих речовин, а їх висота та ширина відповідала максимальній амплітуді хвильового переміщення частинок забруднювачів.

Керуючись методикою [156], яка базується на теоретико-емпіричній моделі Гаусса, було розраховано основні забруднювачі навколишнього середовища вздовж автомобільних доріг.

Для їх розрахунку дорожнє полотно було поділено на ділянки (D_{mn}) певної довжини ($L_{D_{mn}}$, м) з однорідними умовами руху. За вихідні дані було прийнято, що лінія емісії забруднювачів проходить по центру площинного джерела. Орієнтовну оцінку максимальної разової концентрації NO_2 , Pb, C_xH_y або CO на невеликих висотах у зоні впливу дорожньої мережі розраховують за формулою:

$$C_i = \frac{800 \cdot M_i^l}{\sigma(R_{PT}) \cdot U_B \cdot K(\vartheta_B)} + C_i^{фон}, \quad (2.24)$$

де C_i – концентрація i -ї речовини, мг/м³;

$C_i^{фон}$ – фонові максимальна разова концентрація забруднювача, мг/м³,

M_i^l - погонна потужність емісії i -ї речовини джерелом D_{mn} , г/с·м;

$\sigma(R_{pm})$ - середньоквадратичне відхилення гауссового розсіювання по вертикалі, м;

R_{pm} - відстані від точки PT до краю проїжджої частини (прийнято 10 м);

U_B - швидкість вітру, що переважає в розрахунковий місяць теплого періоду з найбільшою інтенсивністю руху (для вибраної території становить 35 м/с);

$K(v_\theta)$ – функція кута v_θ між напрямом вітру та дорогою (становить 16° для розрахункового весняно-літнього періоду).

На територіях, які знаходяться поблизу автошляхів найбільше відбувається викидів в атмосферного повітря діоксиду азоту NO_2 та потрапляння до ґрунтів сполук свинцю Pb . Глибина проникнення цих забруднювачів на територію розраховується за формулою:

$$R_{ГДК}NO_2 = 47,62 \ln(2,5 \cdot 10^{-2} \cdot N_{пін} \cdot N_{ВА} \cdot \exp(-0,148 H_{Дж}), \quad (2.25)$$

$$R_{ГДК}Pb = 47,62 \ln(0,124 N_{пін} \cdot N_{ВА} \cdot \exp(-0,1)), \quad (2.26)$$

де $R_{ГДК}NO_2$ – максимально можлива глибина проникнення NO_2 на територію поблизу ділянки дороги до рівня 1.0 ГДК.мр, м;

$N_{пін}$ – інтенсивність руху автотранспорту в найбільш завантажений період, нат. од./год.пік;

$N_{ВА}$ – частка вантажних автомобілів, частка;

$H_{Дж}$ – висота проїжджої частини над рівнем землі, м;

$R_{ГДК}Pb$ – максимально можливе поширення Pb у ґрунтах придорожньої території (до рівня 1.0 ГДК.гр), м.

Вздовж автошляхів відбувається накопичення сполук свинцю. Розрахунок їх концентрації у ґрунті проводиться за:

$$C_{Pb.гр} = 2.57(1 - \exp(-1.75 C_{мр.Pb})), \quad (2.27)$$

де $C_{Pb.гр}$ – концентрація в ґрунті відносно ГДК.гр. Pb .;

$C_{мр.Pb}$ – концентрація в атмосферному повітрі, ГДК.мр. Pb .

На основі розрахованих даних було проведено підбір конструктивного рішення захисних лісових насаджень та вибір деревних порід. Планування відбувалось таким чином, щоб ЗЛН могли виконувати очисні, відновлювальні, бар'єрні та рекреаційні функції вздовж автомобільних шляхів.

2.2.7. Технічне вирішення проблеми стоків дощових і талих вод з дорожнього полотна на прилеглі території

Розрахунок діаметру дренажної водопропускної труби, яка закладена поперек дорожнього полотна проводився за [157-158] для чорноземів звичайних, які переважають на вибраній ділянці дослідження.

Приток води на 1 погонний метр дренажу проводився за:

$$q = k_{\phi} \cdot i_{\text{вод.ш.}} \cdot h, \quad (2.28)$$

де q – водний приток на 1 погонний метр довжини дренажної труби, м²/добу;

k_{ϕ} – коефіцієнт фільтрації, (0,95 м/добу для чорноземів);

$i_{\text{вод.ш.}}$ – ухил водяного шару;

h – глибина води у водяному шарі, м.

Сумарний приток дренажної води розраховували за:

$$Q = q \cdot L, \quad (2.29)$$

де Q – сумарний приток дренажних вод, м³/добу;

q – водний приток на 1 погонний метр довжини дренажної труби, м²/добу;

L – довжина дренажної труби, м.

Витрату дренажних вод у трубі при 50% наповнення, розраховували за:

$$K = \frac{2 \cdot Q}{i_d^{0.5}}, \quad (2.30)$$

- де K – витрата дренажних вод у дренажній трубі при 50 % наповнення;
 Q – сумарний приток дренажних вод, м³/добу;
 i_d – нахил дренажної труби.

Внутрішній діаметр дренажної труби при 50% наповненні визначали за:

$$d = K^{0,375} / 3,3, \quad (2.31)$$

- де d – внутрішній діаметр дренажної труби при 50% наповненні, м;
 K – витрата дренажних вод у дренажній трубі при 50% наповнення труб.

Швидкісну характеристику труби визначали за залежністю:

$$W = 30.4 \cdot d^{2/3}, \quad (2.32)$$

- де W – швидкісна характеристика труби;
 d – внутрішній діаметр дренажної труби при 50% наповненні, м.

Швидкість руху дренажних вод у дренажній трубі визначали за:

$$V = W i_d^{0,5}, \quad (2.33)$$

- де V – швидкість руху дренажних вод у дренажній трубі, м/с;
 W – швидкісна характеристика труби;
 i_d – нахил дренажної труби.

2.2.8. Прогнозування можливих позитивних та негативних ефектів захисного лісокористування

Методи прогнозування базувались на попередній екологічній оцінці стану території агролісництва з використанням методик оцінки стану територій, обтяжених антропогенним навантаженням. Оцінка впливу ЗЛН на екологічний стан території агро- та урбоценозів проводилась з використанням методів [94; 131] та реалізацією моделі за допомогою табличного процесора Microsoft Excel, вводом таблиці початкових даних та заданням формул потрібних розрахунків у відповідних клітинах з використанням програми-надбудови «Пошук рішень».

Екологічна оцінка потенціалу території ЗЛН, які розміщені поблизу ділянок автошляхів проводилась за [159]. Розрахунок діаметру пропускної труби для відводу дощових і талих вод з ділянки автошляху на території ЗЛН проводилась за [158]. Вибір оптимального типу конструкції ЗЛН, які б відповідали умовам місцезростання та забезпечували екологічний захист території проводили за [34].

Критеріальна оцінка з прогнозуванням можливих змін внаслідок забруднення ґрунтів важкими металами проводилася за [134; 135; 147-149]. Критеріальна оцінка з прогнозуванням можливих змін внаслідок забруднення ґрунтів нітратами та хлорорганічними пестицидами проводилась за [138-147].

Висновки до розділу 2

1. Обґрунтовано методологію проведення досліджень, яка передбачала використання як теоретичних, так і експериментальних досліджень.
2. Запропоновано комплекс методів і методик для проведення теоретичних та експериментальних досліджень з метою вирішення поставлених у роботі завдань.
3. Розроблено методологію дослідження, яка базується на запропоновано характеристику стану довкілля за об'єктивними кількісними показниками із використанням сучасних методів та методик теоретичних досліджень і перевіркою отриманих результатів у реальних умовах.

РОЗДІЛ 3

МОНІТОРИНГ ВПЛИВУ ЗАХИСНИХ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН АГРО- ТА УРБОЛАНДШАФТІВ

3.1. Екологічна оцінка впливу захисних лісових насаджень на території агро- та урбоценозу

Лісові екосистеми – одна з найважливіших складових безпечного розвитку природних систем та невід’ємна складова у забезпеченні стійкого розвитку соціально-економічних систем. Саме тому для дотримання збалансованих підходів забезпечення екологічної безпеки держави на різних рівнях (регіональному, локальному) потрібен широкий аналіз інформації про захисні лісові системи, їх екологічні та технічні функції та про роль, яку вони відіграють у збереженні та відтворенні порушених територій.

Екологічна оцінка впливу ЗЛН на території агро- та урбоценозу проводилась на основі оцінки лісогосподарської діяльності Богуславського агролісництва [31, 138] щодо лісоведення та способів відновлення лісів і лісорозведення.

За лісорослинним районуванням територія агролісництва віднесена до лісостепової зони. Серед абіотичних факторів, що негативно впливають на ріст і розвиток ЗЛН, слід відзначити пізні весняні та ранні осінні заморозки, суховійні південні вітри весною. Природні та антропогенні фактори спричиняють ерозійні процеси на ґрунтах та їх змивання, утворення балок, ярів. В зв’язку з цим всі лісогосподарські насадження віднесені до категорії захисності – протиерозійні ліси [139].

Зважаючи на ті функції, які виконують ЗЛН, можна констатувати, що всі вони є надзвичайно корисними для безпеки життєдіяльності людини та агро- та урбоценозів, а також забезпечують сталий розвиток соціально-економічних систем.

Визначальним для забезпечення такого стану є сучасне лісорозведення та лісовідновлення, що підтверджують дані таблиці 3.1 [1].

Таблиця 3.1 - Лісовий фонд агролісництва [136, 137]

<i>Лісові екосистеми категорії захисності</i>	<i>Площа та % окремих груп за даними лісовпорядкування</i>	
	<i>га</i>	<i>%</i>
Ліси I групи, які виконують протиерозійні функції, в тому числі:	4065,0	100
штучно створені насадження	2890,22	71,1
природно поновлені	479,67	11,8
деревні породи, які не відповідають умовам місцезростання і цільовому призначенню	40,78	1,2
нелісові землі	4,065	0,1

У лісових біогеоценозах даного агролісництва переважають [136, 137] насадження таких деревних порід: акація біла - 1141,8 га або 29,7% від загальної площі; сосна звичайна - 914,8 га або 23,8%; дуб звичайний 833,0 га або 21,7%; граб звичайний - 506,1 га або 13,2%.

Санітарний стан лісів характеризується наступним:

- запас сухостійних і пошкоджених дерев складає 4,99 тис м³;
- осередки хвороб лісу визначені на площі 216,4 га, в тому числі потребує проведення санітарно-захисних заходів 201,8 га.

Крім цього, даний район віднесено до 4 зони посиленого радіологічного контролю відповідно до сучасного законодавства щодо цього питання [160].

Лісогосподарська діяльність підприємства не передбачає рубки головного користування, а лише рубки, пов'язані з веденням лісового господарства, санітарні рубки, рубки лісовідновні (табл. 3.2). Внаслідок цих рубок відбувається заготівля деревини, яка використовується на потреб району.

Рубки спрямовані на поліпшення стану лісових біогеоценозів (категорії захисності), породного складу та якості лісів, на своєчасне використання стиглої деревини та посилення еколого-стабілізуючої ролі лісових насаджень.

Таблиця 3.2 - Рубки, пов'язані з веденням лісового господарства, обсяг заготівлі деревини за рік, тис.м³

Рубки головного користуван ня	Рубки догляду			Санітарні рубки		Рубки лісовід- новні	Усьо- го
	проріджу- вання	прохідні рубки	разом	суцільні	вибіркові		
	1,3-1,5	1,0-1,2	2,3-2,7	0,3-0,4	1,0-1,1	0,6-0,65	4,2- 4,85

3.2. Визначення екогеологічних факторів, які притаманні захисним лісовим насадженням та змінюють їх в процесі природокористування

ЗЛН є тим самим природним фільтром, який відновлює цілющу силу відпрацьованого повітря. Чим кращі умови для їх росту, тим більше вони виділяють кисню і тим швидше поглинають вуглекислий газ. Аналіз літератури показав [161], що більше половини фотосинтетичного кисню атмосфери надходить від лісів. Щорічно вони асимілюють 30-35 млрд.т CO₂, продукуючи при цьому 20-23 млрд.т органічної маси. Тим самим ліси відіграють одну з головних ролей у регулюванні газового складу атмосферного повітря. Для визначення еколого-стабілізуючої ролі системи ЗЛН на території агро- та урбоценозів було використано [162] і обчислено екологічні фактори та знайдено функції лінійного програмування з подальшим практичним впровадженням їх можливостей у виробничу діяльність підприємства.

Враховуючи структурно-функціональні особливості ЗЛН, нами на пріоритетному рівні було внесено доповнення в структурну схему лінійного програмування еколого-стабілізуючих функцій ЗЛН відносно площ агро- та урбоценозів:

- відношення площі ЗЛН до дробу допустимого зниженого обсягу продукування кисню, допустимого зниженого обсягу поглинання вуглекислого газу, допустимого зниженого обсягу затримання пилу та сажі (з урахуванням розміру лісокористування на 1 га вкритих ЗЛН територіях агролісництва;

- інтегральний індекс екологічної відповідності екологічних функцій ЗЛН природному стану агро- чи урбоценозів.

Для розв'язання задачі лінійного програмування, що показує модель оптимального використання ЗЛН на порушених територіях, нами було визначено екологічні фактори та розраховано їх параметри в різних умовах лісокористування, визначено допустимий знижений обсяг продукування кисню, допустимий знижений обсяг поглинання вуглекислого газу, допустимий знижений обсяг затримання пилу та сажі за один календарний період (2016 рік) (табл.3.3).

Таблиця 3.3 - Основні позначення та кількісні показники екологічних факторів, що використовуються в дослідях [163, 164]

<i>Екологічні фактори</i>	<i>Групи дерево-станів</i>	<i>Твердо-листяні породи</i>	<i>М'яко-листяні породи</i>	<i>Хвойні породи</i>	<i>Змішані породи (природне лісові-дновлення)</i>
1	2	3	4	5	5
Обсяг кисню, що продукується 1 га лісу, для різних порід деревостанів, м ³	q ₁₁ 18194	q ₁₂ 19594	q ₁₃ 21110	q ₁₄ 13995	
Обсяг вуглекислого газу, що поглинається 1 га лісу для різних порід деревостанів, м ³	q ₂₁ 18231	q ₂₂ 19635	q ₂₃ 21154	q ₂₄ 14024	
Обсяг пилу та сажі, що затримується 1 га лісу для різних порід деревостанів, м ³	q ₃₁ 19483	q ₃₂ 17012	q ₃₃ 21333	q ₃₄ 18488	
Площа лісу на агроландшафті, яка зайнята окремими групами деревостанів, га	S ₁ 1339	S ₁ 1142	S ₁ 915	S ₁ 497	
Мах можливий обсяг кисню, що продукується окремими групами деревостанів на певній площі ЗЛН, м ³	q ₁₁ S ₁ 24361766	q ₁₂ S ₂ 223763 34	q ₁₃ S ₃ 193156 50	q ₁₄ S ₄ 69555 15	
Мах можливий обсяг вуглекислого газу, що поглинається окремими породами деревостанів ЗЛН, м ³	q ₂₁ S ₁ 24411309	q ₂₂ S ₂ 22423170	q ₂₃ S ₃ 19355910	q ₂₄ S ₄ 6969928	
Мах можливий обсяг пилу і сажі, що затримується окремими групами деревостанів на певній площі ЗЛН, м ³	q ₃₁ S ₁ 26087737	q ₃₂ S ₂ 19427704	q ₃₃ S ₃ 19519695	q ₃₄ S ₄ 9188536	
Загальна площа агролісництва, га	S _a =4065				
Площа, яка сукупно зайнята лісами в ЗЛН, га	S _{злн} =3893				
Сукупний мах можливий обсяг кисню, що продукується на всій площі ЗЛН, м ³	$V_{\text{заг. O}_2} = \sum_{j=1}^4 q_{1j} S_j + q_{13} S_3 + q_{14} S_4 = 73009265$				
Сукупний мах можливий обсяг вуглекислого газу, що поглинається на всій площі ЗЛН, м ₃	$V_{\text{заг. CO}_2} = \sum_{j=1}^4 q_{2j} S_j + q_{23} S_3 + q_{24} S_4 = 66387317$				

Закінчення Таблиці 3.3

Сукупний тах можливий обсяг пилу і сажі, що затримується на всій площі ЗЛН, м ³	$V_{\text{заг.ПС}} = \sum_{j=1}^4 q_{31} S_1 + q_{32} S_2 + q_{33} S_3 + q_{34} S_4 = 74223672$
Допустимий знижений обсяг продукування кисню ЗЛН в процесі лісокористування, м ³	$b_1 = pV_{\text{заг.О}_2}$, де $0 < p < 1$ (в даних дослідів $p=0,9$) $b_1 = 65708338$
Допустимий знижений обсяг поглинання вуглекислого газу ЗЛН в процесі лісокористування, м ³	$b_2 = fV_{\text{заг.СО}_2}$, де $0 < f < 1$ (в даних дослідів $f=0,9$) $b_2 = 59748585$
Допустимий знижений обсяг затримання пилу і сажі ЗЛН в процесі лісокористування, м ³	$b_3 = hV_{\text{заг.пс}}$, де $0 < h < 1$ (в даних дослідів $h=0,9$) $b_3 = 66801305$
Відношення загального обсягу кисню, що продукується на площі ЗЛН; загального обсягу вуглекислого газу, що поглинається на площі ЗЛН; загальний обсяг пилу і сажі, що затримується на площі ЗЛН до середнього розміру лісокористування на 1 га площі ЗЛН	$V_{\text{сук.О}_2, \text{СО}_2, \text{ПС}} = \sum_{j=1}^4 q_{11} + q_{12} + q_{13} + q_{14}/a_1 + q_{21} + q_{22} + q_{23} + q_{14}/a_1 + q_{31} + q_{32} + q_{33} + q_{34}/a_1 = 92606$ (30371+30436+31799)
Відношення площі ЗЛН ($S_{\text{ЗЛН}}$) до математичного дробу $S_{\text{ЛН}}/\text{сукупний } V_{\text{сук.О}_2, \text{СО}_2, \text{ПС}}$.	$X_1 = S_{\text{ЗЛН}}/30371 = 0,13$ $X_2 = S_{\text{ЗЛН}}/30436 = 0,13$ $X_3 = S_{\text{ЗЛН}}/31799 = 0,12$
Середній розмір лісокористування на 1 га вкритих лісами (ЗЛН) агролісництва, м ³	$a_1 = 2,4$

Після аналізу науково-технічної літератури, було встановлено, що відсутні кількісні характеристики впливу ЗЛН на стан агро- та урбоценозів, які б враховували в динаміці зміни екологічних факторів (продукування кисню, поглинання вуглекислого газу, затримання пилу та сажі) та були б пов'язані з природними умовами України та комплексними екологічними показниками і могли б проілюструвати еколого-функціональну роль ЗЛН на цих територіях.

В результаті довгострокових досліджень було запропоновано комплексні екологічні показники, які разом з кількісним визначенням екологічних факторів повністю розкривають функціональне значення системи ЗЛН для агро- та урбоценозів та вплив на їх екологічний стан та відновлення (табл.3.4).

Результатами досліджень [136] стало визначення кількісних параметрів екологічних факторів, які обумовлюють екологічний вплив системи ЗЛН на стан порушених територій агро- та урбоценозу (табл.3.5). Екологічний ефект дії факторів не знижується нижче рівня 90% від максимального (для даного рівня лісокористування).

Таблиця 3.4 - Основні узагальнені екологічні параметри, які обумовлюють еколого-функціональні властивості ЗЛН [163]

Параметри	Вихідні дані	Спосіб визначення	Кількісна характеристика
Коефіцієнт природних умов України, K_1	Забезпечення орними землями, зміни атмосферного тиску, сейсмічний стан, властивості сонячної радіації, величина атмосферних опадів, температурний режим, e	Відповідно (3)	3,5
Коефіцієнт нормативної відповідності площі ЗЛН до площі агроландшафту, K_2	S – площа агролісництва S_{zag} – площа ЗЛН	$K_2 = S_{ЗЛН} / S_{агрол.}$	0,84 $0 < 0,84 < 1$
Коефіцієнт ефективності реалізації протиерозійних заходів, K_3	e_f – фактична ерозія e_n – потенційна ерозія	$K_3 = e_f / e_n$	0,31 $0,1 < 0,31 < 1$ $0 < 0,9 < 1$
Індекс екологічної відповідності екологічних функцій ЗЛН природному стану агроландшафту, $I_{e.v.}$	K_1 -природні умови України K_2 -коефіцієнт ефективності реалізації протиерозійних заходів K_3 -коефіцієнт нормативної відповідності ЗЛН до площі агроландшафту	$I_{e.v.} = \sum_{i=1}^3 K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$	0,9 $0 < 0,9 < 1$
Екологічна ємність системи ЗЛН, C_e , m^3	H – господарська ємність біосфери (1-2 ТВт); S_a – площа захисних лісових насаджень; $\sum_{i=1}^3 X_{it}$ - сума всіх екологічних факторів, які зумовлені еколого-стабілізуючими властивостями ЗЛН, m^3 , p_{PFP} – коефіцієнт поглинання біомасою ЗЛН основних забруднювачів	$C_e = H S_a \sum_{i=1}^3 X_{it} \cdot p_{PFP}$	107428,4
Коефіцієнт стійкості системи ЗЛН	C_e – екологічна ємність території екосистеми ЗЛН, ГВт; C_n – природоємність території агролісництва (сукупність обсягів господарського вилучення та ураження місцевих відновних ресурсів)	$K_s = C_e / C_n$	0,005 (ситуація у районі дослідження вважається задовільною)

Таблиця 3.5 - Кількісні параметри екологічних факторів, які зумовлені еколого-стабілізуючими властивостями ЗЛН

Екологічні фактори \ Групи деревостанів	Твердолистяні породи	М'яко-листяні породи	Хвойні породи	Змішані породи (природне відновлення)	Кількісний показник дії екологічних факторів
Продукування кисню 1 га лісу ЗЛН з урахуванням втрат продукування кисню в процесі лісокористування (a_1), м ³	18194:2,4*= = 7581	19594:2,4*= =8164	21110:2,4*= =8796	13995:2,4*= =5133	73009265- -65708339 =7300926**
Поглинання вуглекислого газу 1 га лісу ЗЛН з урахуванням втрат поглинання вуглекислого газу в процесі лісокористування (a_1), м ³	18231:2,4*= =7596	19635:2,4*= =8182	21154:2,4*= =8814	14024:2,4*= =5844	66387317- -59748585 = 6638732**
Затримання пилу та сажі 1 га лісу ЗЛН з урахуванням втрат затримання пилу і сажі в процесі лісокористування (a_1), м ³	19483:2,4*= =8120	17012:2,4*= =7088	21333:2,4*= =8889	18480:2,4*= =7703	74223672- -66801305 = 7422367**

Примітки:

* - з урахуванням середнього розміру 1 га захисних насаджень в процесі лісокористування

** - екологічний ефект дії факторів не повинен знизитись нижче рівня 90% від max можливого (з урахуванням основних узагальнених екологічних параметрів).

Дослідження [136] дозволили нам констатувати, що продукування кисню, поглинання вуглекислого газу, затримання пилу та сажі мають найбільші коефіцієнти кореляції в процесі вивчення динаміки їх змін.

Отримані результати за вибраний календарний період дозволили нам зробити висновок, що взаємозалежність між даними екологічними факторами можна виразити лінійними функціями [165].

Встановлено, що за один календарний рік між екологічними факторами (продукування кисню, поглинання вуглекислого газу, затримання пилу та сажі) є кореляційна залежність, яка дозволяє на своїй основі (саме за календарний рік) використати лінійну функцію з використанням екологічних факторів та комплексних екологічних нормативів (саме максимум функції), а за 30-річний період (1990-2020 роки) прослідковується динаміка змін.

Встановлено, що захисні лісові насадження з отриманням протиерозійної дії найбільш ефективні в умовах існування еколого-економічних систем.

Показано, що екологічно безпечне функціонування, за результатами науково-дослідних робіт, стану агро- та урбоценозів підпорядковується принципу Ле-Шательє-Брауна.

На основі аналізу отриманих даних, можна зробити висновок, що для комплексної оцінки впливу системи ЗЛН на агро- та урбоценози доцільно використати критерії [160; 166], які характеризують стан лісокористування на цих територіях під впливом різних екологічних ситуацій (табл. 3.6).

В ході проведених досліджень, на основі отриманих результатів можна стверджувати, що у відповідь на зовнішній вплив відкритої системи ЗЛН оптимізують екологічний стан території агро-та урбоценозів, сприяючи росту асиміляційного потенціалу території.

Таблиця 3.6 - Оцінка деградації території агро- та урбоценозів

Показники \ Параметри	Екологічне лихо	Надзвичайна екологічна ситуація	Відносно задовільна ситуація
Швидкість деградації, % площі за рік	>4	2-4	<0,5
Швидкість збільшення площі еродованих ґрунтів, % площі за рік	>5	2-5	<0,5
ЗЛН на територіях агро- та урбоценозів, % від оптимальної площі	<10	<30	>90
Швидкість зменшення річної продукції рослинності ЗЛН, % за рік	>7,5	3,5-7,5	<1
Стан деревостанів як індикатор екологічного стану агроурбоценозу – зміна площі ЗЛН, яка зайнята нормативними групами дерев, % від загальної площі ЗЛН	<5	<30	<80
Техногенне ураження деревостанів, % від загальної площі ЗЛН	>50	30-50	<5
Захворюваність деревостанів, %	>50	30-50	<10

3.3. Апроксимація взаємної залежності між екологічними факторами, які досліджуються, з використанням лінійної функції яка описує вплив захисних лісових насаджень на дослідні території

В результаті проведених досліджень за один календарний період (2016 рік), було сформовано лінійну функціональну залежність впливу системи ЗЛН на території агро- та урбоценозів [167, 168]:

$$E_{ст.} = \sum_{i=1}^3 (X_1 + X_2 + X_3) \cdot y, \quad (3.1)$$

де $E_{ст.}$ – еколого-стабілізуючий вплив ЗЛН,

X_1, X_2, X_3 – див. табл. 1,

y – індекс екологічної відповідності функціональних властивостей ЗЛН до природного стану агро- та урбоценозу.

Формування лінійної залежності з використанням екологічних факторів та комплексних екологічних нормативів стало можливим з огляду на те, що умовно можна вважати всі залежності за один проміжок часу лінійними.

В цілому, було встановлено, що між факторами встановлюється кореляційна залежність, тому, для отримання більш чіткої характеристики, було зроблено апроксимацію взаємозалежності між екологічними факторами, які досліджувались також в динаміці за 30-річний період (1990-2020 роки), а не лише за один календарний період (2016 рік), де залежності умовно можна вважати лінійними.

Тому, за аналогічною методикою, було розроблено модель динамічного цілочисельного програмування за 30-річний період.

Для реалізації даної методики і формулювання довгострокової лінійної залежності було використано табличний процесор Microsoft Excel.

Всі отримані дані було зведено до таблиці 3.7.

Розраховані коефіцієнти кореляції [167] між сукупним максимально можливим обсягом кисню, що продукується на всій площі ЗЛН; сукупним максимально можливим обсягом вуглекислого газу, що поглинається на всій площі ЗЛН; сукупним максимально можливим обсягом пилу і сажі, що затримується на всій площі ЗЛН, які розташовані на територіях агро- та урбоценозів показали, що у відсотковому відношенні 3 головні компоненти пояснюють 82,6% загальної дисперсії всіх показників, причому на першу головну компоненту припадає 28,4 % загального вкладу компонент у структуру досліджуваного явища. Друга компонента пояснює 26,8 % загальної дисперсії, третя – 27,4 %.

Це свідчить про те, що ЗЛН в повній мірі виконують свої захисні, кліматорегулюючі та очисні функції і при кількісній зміні значень показників відбувається зміна впливу самих ЗЛН на навколишнє середовище та стан агро- та урбоценозів.

Таблиця 3.7 - Сукупний тах можливий обсяг кисню, вуглекислого газу та пилу й сажі що продукується, поглинається та затримується на всій площі ЗЛН, м³ [168]

Рік	Сукупний тах можливий обсяг кисню, що продукується на всій площі ЗЛН, м ³	Сукупний тах можливий обсяг вуглекислого газу, що поглинається на всій площі ЗЛН, м ₃	Сукупний тах можливий обсяг пилу і сажі, що затримується на всій площі ЗЛН, м ³
1990	69419991,6	69563598,5	69417811,7
1991	69470550,4	69614262,4	69469856,1
1992	69515444,3	69659248,52	69516622,89
1993	69560338,2	69704234,64	69563389,68
1994	69605232,1	69749220,76	69610156,47
1995	69650126	69794206,88	69656923,26
1996	69695019,9	69839193	69703690,05
1997	69739913,8	69884179,12	69750456,84
1998	69785018,8	69929376,78	69797436,96
1999	69829912,7	69974362,9	69844203,75
2000	69874806,6	70019349,02	69890970,54
2001	69958888,5	70103605,14	69971761,33
2002	70003782,4	70148591,26	70018528,12
2003	70049098,5	70194000,46	70065721,57
2004	70093992,4	70238986,58	70112488,36
2005	70152001	70297115	70174988
2006	70306811,6	70452246,6	70174988
2007	72062672	72211774,2	71996026,9
2008	72666059,2	72816421,8	72549976,4
2009	73057033	73208206,4	72964925,3
2010	73367139	73518956	73809985
2011	73367143	73808706,4	74179659
2012	73367147	74208567	74675427
2013	73367215	73508766,7	75376543
2014	73367227,5	73908786,2	75671908
2015	73367237	73290208,1	76086418
2016	73367257	73308273,4	76576543
2017	73367286	733452103,6	76990347
2018	73367267	73348762	77279745
2019	73367301,5	73368981,9	77598634
2020	73367567	73418671,3	77978876
Коефіцієнт кореляції R_{xy}	0,806939455	0,80693687	0,807157797

Так як між даними факторами існує лише кореляційна залежність і коефіцієнт кореляції знаходиться в межах 0,81, було сформульовано лінійну функцію еколого-стабілізуючої ролі системи ЗЛН на територіях агро- та урбоценозу таким чином:

$$E_{ст.}(x_1 \dots x_{30}) = \sum_{i=1}^{30} (X_1 + X_2 + X_3) y, \quad (3.2)$$

де $E_{ст}$ – еколого-стабілізуючий ефект дії ЗЛН,

X_1, X_2, X_3 – відношення площі ЗЛН ($S_{ЗЛН}$) до математичного дробу $S_{ЛН}/$ сукупний $V_{сукО2, CO2, ПС}$.

y – індекс екологічної відповідності функціональних властивостей ЗЛН природного стану агро- та урбоценозу.

Проведені дослідження дали можливість встановити [168] динаміку продукування об'ємів кисню захисними лісовими насадженнями за період з 1990-2020 роки і показали, що за цей період обсяги продукування зросли в середньому на 18,6 %; динаміку поглинання вуглекислого газу захисними лісовими насадженнями за період з 1990-2020 роки і показали, що за цей період обсяги поглинання вуглекислого газу зросли в середньому на 17 % та динаміку затримання пилу та сажі захисними лісовими насадженнями за період з 1990-2020 роки і показали, що за цей період обсяги затримання пилу та сажі зросли в середньому на 11 %.

3.4. Моделювання впливу захисних лісових насаджень на агро- та урбоценози та навколишнє середовище

Важливого значення для вироблення науково обґрунтованої стратегії прогнозування та нейтралізації загроз екологічній безпеці набуває кількісна оцінка та ранжування можливих негативних ефектів природокористування.

Як свідчить аналіз літератури [166] створено багато моделей для оцінки можливих загроз при різних впливах на навколишнє середовище.

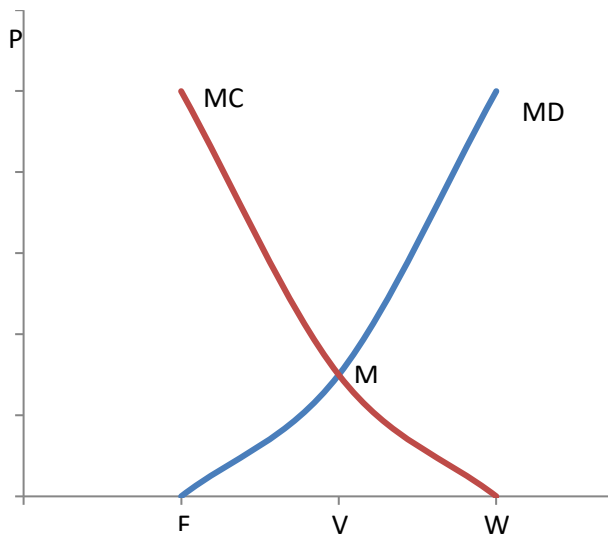
Для розробки науково обґрунтованої стратегії прогнозування та нейтралізації загроз екологічній безпеці набуває значення кількісна оцінка та ранжування можливих негативних ефектів природокористування.

Нами було розроблено і запропоновано модель, яка графічно показує оптимальний баланс, створений на території у системі «ЗЛН – агро-, урбоценози». Для її побудови слід об'єднати графіки граничної екологічної ємності території біогеоценозу ЗЛН з її граничним екологічним навантаженням.

Припустимо, що для системи «ЗЛН – агро-, урбоценози» оптимальним буде значення екологічної ємності рівне V . Отже, необхідно зменшити антропогенне навантаження на територію на величину, яка дорівнює відрізку WF .

Якщо продовжувати зменшувати існуючий антропогенний вплив (AB) на територію агро- та урбоценозів і ЗЛН, то екологічна ємність території зросте до величини, більшої $V-W$, яка потребуватиме додаткового екологічного забезпечення (окультурення). Це – перевищення виграшу від природоохоронної діяльності у вигляді неповного екологічного завантаження території (зліва від V , $MC > MD$). Це означає неефективний розподіл ресурсів, тобто невиправдане зниження AB на територію на користь природоохоронної діяльності.

З правого боку, навпаки, показник екологічної ємності є недостатнім для задоволення потреб системи, що може призвести до екологічного переизавантаження території і, в свою чергу, до екологічного лиха (рис. 3.1.) [169-173]. В цьому випадку діяльність на території ЗЛН направлена лише на отримання вигоди і не задовольняє екологічних вимог території.



WF – відрізок зменшення антропогенного навантаження;
MC – відрізок неповного екологічного завантаження території;
MD – відрізок екологічного перенавантаження;
V – середнє значення екологічної ємності території ЗЛН

Рисунок 3.1 - Модель балансу території ЗЛН

За допомогою даної моделі можна наочно довести, що в однаковій мірі є екологічно невиправдано ні збільшення, ні зменшення АВ на ЗЛН. В свою чергу, це дає змогу оцінити всі можливі екологічні ефекти природокористування в системі і показати важливість збереження балансу між екологічною ємністю території екосистеми з її граничним екологічним навантаженням.

3.5. Конструктивні особливості розміщення вздовж ділянок автошляхів захисних лісових насаджень як фактор впливу на екологічний стан прилеглої території

При проектування системи ЗЛН території агро- та урбоценозів [140] було враховано тип дороги та кількість автотранспорту за розрахунковий період. Це дало змогу обчислити концентрації основних забруднювачів навколишнього середовища від продуктів згорання автомобільного палива та підібрати оптимальну для даних умов конструкцію ЗЛН, яка б забезпечувала природоохоронні умови та сприяла відтворенню забруднених територій. Було розраховані концентрації для трьох основних забрудників (NO_2 , Рb, CO) (табл 3.8), так як дорога місцевого значення і не має інтенсивного транспортного потоку, тому концентрації інших забрудників є незначними (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Карта-схема розташування досліджуваної ділянки території

Таблиця 3.8 - Розрахункові значення рівнів основних забруднюючих речовин на ділянці дослідження та їх граничні норми очищення за допомогою ЗЛН, мг/м³

<i>Назва речовини</i>	<i>Концентрація, C_i, мг/м³</i>	<i>Гранично допустимі концентрації (середньорічні), мг/м³</i>
NO ₂	0,042	0,040
Pb	0,603	1,064
CO	0,0878	0,099

Розрахунки показали, що не відбувається значного перевищення ГДК основними забруднювачами, а ті надлишки, які присутні на вибраній ділянці території можуть бути очищені системою ЗЛН.

Як свідчать моніторингові дані та експериментальні дослідження [156] з розподілення забруднюючих речовин на придорожній території, максимальні їх концентрації спостерігаються саме над дорожнім полотном. Було доведено, що ЗЛН перешкоджають розсіюванню забруднюючих речовин та розбавляють їх потоками незабрудненого повітря. Все це наочно доводить, що концентрація

забруднень в межах ЗЛН набагато більша, ніж на більш віддалених від неї територіях, що в свою чергу негативно впливає на екосистему ЗЛН.

Враховуючи всі отримані результати моніторингових досліджень, було запропоновано [140] схему розміщення ЗЛН на придорожній території, яка б забезпечувала природоохоронні вимоги та зменшувала негативні наслідки впливів від автотранспорту.

Відомо, що різні типи деревостанів по різному реагують на забрудники навколишнього середовища та мають різні еколого-агроекологічні відновні властивості. Підбір видів рослин та схема їх розташування на вибраній ділянці дослідної території проводився в залежності від таких фізико-морфологічних властивостей. Основними показниками, які враховувались при підборі деревних культур були: асиміляційний потенціал, здатність розвиватись на потенційно забруднених шкідливими викидами територіях, здатність забезпечувати еколого-регулюючі функції, природний потенціал до самовідновлення, вплив на ґрунтовий покрив.

Проектування розміщення посадок проводилось таким чином, щоб на відстані від осі автодороги могли спостерігатись мінімальні концентрації забруднюючих речовин, а їх висота та ширина відповідали максимальній амплітуді хвильового переміщення частинок забруднювачів.

На основі проведених моніторингових даних та лісомеліоративних розрахунків та типових видів конструкцій ЗЛН, було запропоновано трирядну ажурно-продувну конструкцію з двома рядами чагарників (рис. 3.2).

Найоптимальнішою відстанню від дорожнього полотна було прийнято 11,25 м, в залежності від інтенсивності транспортного потоку. Ширина ЗЛН була прийнята приблизно 15 м, це є оптимальною шириною для забезпечення фізико-екологічних та санітарно-рекреаційних параметрів вибраної ділянки території. Основною породою, які було вибрано серед асортименту порід, які найдоцільніше вирощувати на звичайних чорноземах, що характерні для вибраної території, була вибрана акація біла, супутньою - липа мілколиста, а

чагарники – обліпіха та шипшина (табл.3.9). Всі види порід, ефективність яких підтверджена для вибраної зони, наведена у табл. 3.9.

Таблиця 3.9 - Основний асортимент деревних та кущових порід для захисного лісорозведення на дослідній території [140]

Грунтово-географічні умови	Породи, які рекомендовані для вирощування		
	головні	супутні	чагарники
Звичайні чорноземи	Сосна (звичайна, чорна), акація біла, береза, платан, дуб, верба, тополя, горіх	Груша лісова, граб, клен, липа	Бузина чорна, ліщина, обліпіха, смородина, терн, шипшина вільха

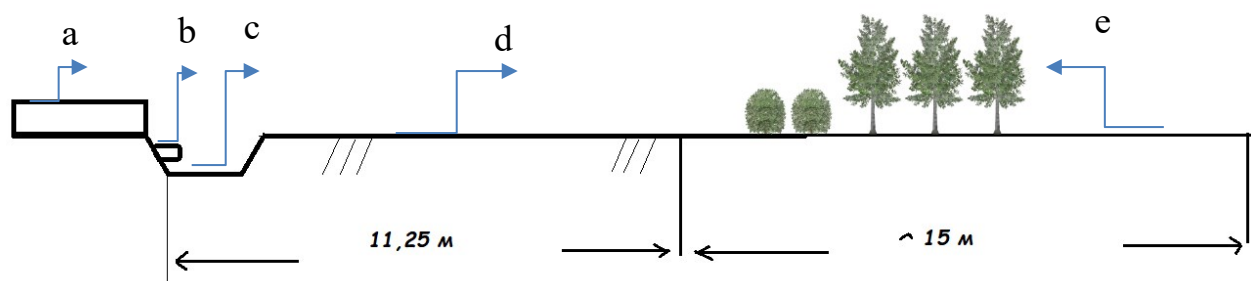


Рисунок 3.3 - Схема захисних насаджень вздовж дослідної ділянки дороги [140]
a – дорожнє полотно, *b* – водопропускна труба, *c* – бічна канава, *d* – ділянка узбіччя від дорожнього полотна до ЗЛН, *e* – ЗЛН

Як видно на рис. 3.3, на вибраній ділянці було запропоновано встановлення водопропускної труби, яка має на меті забезпечити водовідвід дощових та талих вод, тим самим запобігти руйнуванню дорожнього полотна та розмиву дорожнього насипу. Було виконано перевірочний розрахунок діаметру дренажної труби, залежно від коефіцієнту фільтрації ґрунту, її глибини залягання, довжини та нахилів водного шару та самої дренажної труби. Дані розрахунків занесено до табл. 10.

Таблиця 3.10 - Розрахунок діаметру дренажної труби під дорожнім насипом

<i>Вихідні дані</i>				
Коефіцієнт фільтрації чорноземів – $k_f = 0,95$ см/добу	Глибина води у водному шарі – $h = 1$ м	Нахил водного шару, $i_{вод.ш.} = 0,003$	Нахил дренажної труби, $i_d = 0,006$	Довжина дренажної труби, $L = 12$ м
Розрахункові дані				
Приток води на 1 пог.м труби	$q = 0,95 \cdot 0,003 \cdot 1 = 0,00285$ м/добу			
Приток води сумарний	$Q = 0,00285 \cdot 12 = 0,0342$ м ³ /добу			
Витратна характеристика води дренажі при 50% наповнення	$K = 2 \cdot 0,0342 / 0,006^{0,5} = 0,82$			
Внутрішній діаметр дренажу (при 50% наповнення)	$d = 0,82^{0,375} / 3,3 = 0,28$ м			
Швидкісна характеристика дренажної труби	$W = 30,4 \cdot 0,28^{2/3} = 12,58$			
Швидкість водного потоку у дренажній трубі	$V = 12,58 \cdot 0,06^{0,5} = 3,08$ м/с			

Розрахований діаметр дренажної труби ($d = 280$ мм) є достатнім для відведення дощових і талих вод обабіч дорожнього полотна та забезпечення меліоративних потреб території (рис. 3.4, 3.5).

Всі змиті води відводяться на територію ЗЛН, які в свою чергу виступають природним бар'єром на шляху міграції змитих забрудників у ґрунти та ґрунтові води. Тим самим виконуються фітоекстракційні функції ЗЛН.



Рисунок 3.4 - Схема розташування дренажної системи відносно ділянки дорожнього полотна



Рисунок 3.5 – Зображення ділянки місцевості зі змонтованою дренажною системою

Висновки до розділу 3

Таким чином, в ході проведених досліджень впливу захисних лісових насаджень на території агро- та урбоценозів агролісництва було встановлено, що:

1. За один календарний рік (2016) між екологічними факторами (продукування кисню, поглинання вуглекислого газу, затримання пилу та сажі) існує лінійна залежність, яка дозволяє на своїй основі використати лінійну функцію із застосуванням екологічних факторів та комплексних екологічних нормативів (саме максимум функції) та показує кореляційні зв'язки у системі; так само і за багаторічний період (1990-2020 роки) між екологічними факторами (продукування кисню, поглинання вуглекислого газу, затримання пилу та сажі) також встановлена кореляційна залежність і апроксимація взаємозалежності між екологічних факторами;

2. ЗЛН території агролісництва забезпечують біологічну стійкість автотрофного блоку агро- та урбоценозів, а ЗЛН протиерозійної дії найбільш ефективні в умовах існування еколого-економічних систем;

3. використання методу фітоекстракції при проектуванні системи ЗЛН повністю відповідає дотриманню екологічної рівноваги всередині агро-та урбоценозів, а ЗЛН виконують свої очисні та бар'єрні функції у повній мірі та відповідно до встановлених ГДР;

4. проектування меліоративної дренажної системи під дорожнім полотном дає можливість уникнути руйнування дороги та відвести дощові і талі змиті води централізовано з подальшим їх природнім фільтрування та очищенням кореневою системою ЗЛН.

РОЗДІЛ 4

ЗАГАЛЬНА ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА СТАНУ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА ТЕРИТОРІЇ АГРО- ТА УРБОЦЕНОЗІВ АГРОЛІСНИЦТВА

4.1. Геохімічна, гідрологічна, геофізична, екосистемна оцінка стану агро- та урбоценозів

Територія Богуславського агролісництва розташована в південно-східній частині Київської області, у зоні Лісостепу [6].

Рельєф території - це рівнина з лівої сторони р. Рось та підвищення з правої сторони, яке вкривають балки та яри. Характер рельєфу території визначається його розташуванням в межах Придніпровської височини і характеризується великою різноманітністю форм.

З північного заходу Богуславського району виділяється широка заплава р.Рось, низька лівобережна тераса та низькі схили річкової долини. Північно-західна частина лівобережжя р. Рось є переходом до Київського плато [174] і вирізняється спокійнішим рельєфом. Решта території характеризується великою розчленованістю з наявністю різноманітних ерозійних форм. Висота над рівнем моря досягає 165 м.

Основними ґрунтоутворюючими породами Богуславського агролісництва є леси, лесовидні суглинки та глини [175; 176] давньоалювіальних та сучасних алювіальних відкладень.

Леси є основними ґрунтоутворюючі породами території Богуславського агролісництва. Вони залягають на вододілах та схилах, товщиною від 8 до 40 м. За механічним складом це одноманітна, палевого, жовто-палевого та коричневого кольору порода. Характерною ознакою лесів є карбонатність. Карбонати спостерігаються у вигляді цвілі, прожилок, світлих плям. Проте найпоширенішою її формою є псевдоміцелій. Вміст карбонатів кальцію в лесах коливається від 7 до 22 одиниць.

Особливістю лесів є їх водопроникність, здатність до швидкого відновлення структури та ярусність. Лесам властиве утворення вертикальних стовпів, скель.

Лесовидні суглинки здебільшого залягають на стародавніх річкових терасах. Вони мають палевий колір, горизонтальну шаруватість, за механічним складом легкосуглинкові, нижні шари часто оглеєні, тому колір їх змінюється з палевого до світло-сірого з голубуватим відтінком. Їх характерною ознакою, так як і лесів, є наявність значної кількості карбонатів у вигляді прожилок та псевдоміцелію. Вміст карбонатів становить 5 – 13 %.

Давньоалювіальні відклади – це породи, утворені водами річок в минулі геологічні періоди. За механічним складом це одноманітні, відсортовані, середньозернисті піски і дуже рідко супіски. Рихлість пісків обумовлює високу водопроникність і малу водопідйомну здатність.

Низька вологоємність цих піщаних і глинисто-піщаних відкладів обумовлює відносну їх сухість в місцях глибокого стояння ґрунтових вод. Тому в більшості випадків там, де ґрунтові води залягають в таких породах глибоко, ґрунти, що сформувались на них, лише в невеликій мірі використовуються як орні землі, а в більшості випадків є суцільними масивами лісових насаджень. Мала кількість колоїдних частин в ґрунті в цих породах обумовлює їх рихлість. Тому необліснені і не задерновані ділянки піддаються вітровій ерозії, утворюючи складний горбистий рельєф [176].

Сучасні алювіальні відклади складаються зі щорічних наносів р. Рось. Неоднакова швидкість течії води на окремих ділянках відкладає частинки різної величини, тому механічний і хімічний склад відкладених алювіальних порід різний. В прирусловій частині заплави відкладені більш грубі піщані наноси, які по своєму механічному і хімічному складу аналогічні давньоалювіальним відкладам. Піски в цій частині заплави з різко вираженою шаруватістю.

Переважаючими ґрунтами території агролісництва є сірі лісові, дерново-підзолисті, глинопіщані та супіщані ґрунти (табл.4.1). За ступенем вологості ґрунти відносяться до категорії свіжих (Додаток В).

Таблиця 4.1 - Класифікація основних типів ґрунтів Богуславського агролісництва

<i>Тип</i>	<i>Підтип</i>	<i>Рід</i>	<i>Вид</i>	<i>Різновид</i>	<i>Розряд</i>
Підзолисті	Підзолисто-дерновий	Неоглеєні	Малогумусні	Супіщані	Давньо-алювіальні
Підзолисті	Підзолисто-дерновий	Глеюваті	Малогумусні	Глинисто-піщані	Давньо-алювіальні
Сірі опідзолені	Власне сірі	Звичайні	Малогумусні	Піщано-легко-суглинкові	Лесовидні суглинки
Сірі опідзолені	Сірі	Звичайні	Малогумусні	Піщано-легко-суглинкові	Лесовидні суглинки
Сірі опідзолені	Темно-сірі	Звичайні	Малогумусні	Піщано-легко-суглинкові	Лесовидні суглинки
Сірі опідзолені	Темно-сірі	Звичайні	Малогумусні	Легко-суглинкові	Лесовидні суглинки
Чорноземи	Опідзолені	Звичайні	Малогумусні	Легко-суглинкові	Лес
Чорноземи	Типові	Типові	Малогумусні	Легко-суглинкові	Лес
Лучні	Чорноземи лучні	Звичайні	Малогумусні	Легко-суглинкові	Давньо-алювіальні

Дерновий процес ґрунтоутворення полягає у нагромадженні гумусу, елементів живлення, утворенні водоутримуючої структури у верхньому горизонті ґрунту. Особливо цей процес проходить під луговою і лугово-степовою рослинністю. Інтенсивність проявлення дернового процесу визначається біологічною продуктивністю синтезованої органічної речовини і комплексом умов, від яких залежить утворення і нагромадження гумусу.

На утворення гумусу великий вплив має вміст в ґрунті основ, а саме вуглецевого, силікатного і обмінного кальцію і магнію. Вони прискорюють процес розкладу свіжих рослинних залишків, нейтралізують і переводять в

нерозчинний стан гумусові речовини, які утворюються, попереджуючи їх вимивання з ґрунту і розкладу мікроорганізмами. Такі ґрунти багаті основами (доломіт, карбонатні морени, породи з високою кількістю силікатних форм кальцію, магнію), тут близько залягають ґрунтові води, серед підзолистих і дерново-підзолистих ґрунтів формуються дернові ґрунти.

Дернові ґрунти мають такі властивості: добре виражений гумусовий горизонт грудкувато-зернистої структури, відсутність або слабу опідзоленість, високий вміст гумусу (2,4 – 5,6%), слабо кислу, нейтральну або слабо лужну реакцію, підвищений запас азоту і елементів живлення рослин.

Для Богуславського району характерний підзолистий процес. Велика особливість підзолистого процесу – руйнування в верхній частині профілю ґрунту первинних і вторинних мінералів і внесення продуктів руйнування в нижні горизонти і ґрунтові води. Підзолисті процес проходить під покриттям хвойного лісу з бідною трав'янистою рослинністю або без неї.

Відмираючи, частини деревної і мохово-лишайникової рослинності нагромаджуються на поверхні ґрунту у вигляді лісової підстилки. Ці залишки мають мало кальцію, азоту і багаті воском, смолами і дубильними речовинами. При розкладі лісової підстилки утворюються різні водорозчинні органічні сполуки.

Найбільша роль в опідзолені належить кислим продуктам специфічної і неспецифічної природи, які утворюються в процесі перетворення органічних залишків лісової підстилки.

Чорноземи утворюються під степовою і різнотравно-степовою трав'янистою рослинністю. Завдяки багатому гумусовому шару з водотривкою зернисто-грудкуватою структурою характеризується як високопродуктивні ґрунти.

Процесом ґрунтоутворення при формуванні чорноземів є гумусово-аккумулятивний процес, який обумовлює розвиток гумусо-аккумулятивного горизонту, нагромадження елементів живлення рослин і оструктурування ґрунту. Важливою особливістю біологічного кругообігу речовин при

утворенні чорноземів є щорічне надходження у ґрунт великої кількості азоту і зольних елементів з опадами. При взаємодії органічних речовин ґрунтоутворення з мінеральною частиною ґрунту при чорноземному процесі утворюються органо-мінеральні комплекси з нестійких органо-мінеральних сполук. При нагромадженні гумусу іде нагромадження в формі складних органо-мінеральних сполук, важливих елементів живлення рослин - азоту, фосфору, сірки, кальцію.

При ґрунтоутворенні проходить руйнування первинних і вторинних мінералів, при цьому певні зміни проходять з сполуками елементів зі зміною валентності (*Fe, Mn, S, N*). Алюмо-феросилікати руйнуються під дією органічних сполук з кислими властивостями.

При довготривалому надмірному зволоженні в умовах стійкого розвитку глеєвого процесу іони закисного заліза вступають в реакцію з кремнеземом і глиноземом, утворюючи з ними вторинні алюмо-ферисилікати. Такі мінерали мають сивуватий, грязно-зеленуватий колір. Ґрунтові горизонти, в яких нагромаджуються ці мінерали називаються глейовими.

В районі розташування агролісництва відбуваються ерозійні процеси, які призводять до змивання ґрунтів та виникнення ярів.

Ступінь дренажу району гідрографічною сіткою високий. Рівень ґрунтових вод коливається від 10 до 25 м. Заболочення відсутнє.

4.2. Оцінка змін геологічного середовища під дією природних та антропогенних факторів

Стан лісорослинних умов, які впливають на продуктивність і стійкість лісових насаджень, залежить від стану ґрунтів. Саме ґрунти у великій мірі визначають склад, стійкість, продуктивність та здатність до відновлення ЗЛН, адже саме їх родючість, фізико-хімічні властивості, запаси ґрунтової вологи та поживних речовин здатні впливати на стан та фізичні властивості ЗЛН. Такою

ж мірою і ЗЛН здатні покращувати стан ґрунтів, завдяки своїм унікальним властивостям.

Діяльність людини – це один із сильних факторів, який має чималий вплив на ґрунт (обробіток, внесення добрив, меліорація) і на весь комплекс навколишніх умов розвитку ґрунтоутворюючих процесів (рослинність, клімат, рельєф). Це фактор свідомо направленої дії на ґрунт, що викликає зміну його властивостей і режимів (реакція при вапнуванні, воднево-повітряних і окисно-відновних режимів при осушуванні і зрошуванні). Неправильне використання ґрунтів без врахування їх властивостей, умов розвитку може привести до погіршення якості ґрунту (розвитку ерозії, засолення, заболочення, засмічення ґрунтового середовища хімічними речовинами).

Процеси вивітрювання пошкоджують верхній родючий шар ґрунту.

Діяльність людини в сучасну епоху стає вирішальним фактором ґрунтоутворення і підвищення продуктивності ґрунту.

Так як сірі лісові ґрунти є не дуже сприятливими для розвитку агро- та урбоценозів, використовується система заходів, направлена на підвищення продуктивності ґрунтів з урахуванням їх генетичних особливостей, приведення до окультурення.

Все це стимулює розробку технологій із захисту ґрунтів від негативних факторів та посилення системи контролю за станом ґрунтового покриву.

4.2.1. Механічні ушкодження ґрунтів

Механічні ушкодження ґрунтів, в основному, спричинені господарською діяльністю людини. При механізованій обробці землі відбувається пошкодження чи навіть знищення природної рослинності, заліснених територій [177], проводяться меліоративні роботи. В результаті цього змінюється природний стан, фізико-механічні властивості ґрунтів, знижується їх родючість.

При використанні важких машин відбувається процес ущільнення ґрунтів який змінює їх гідрологічні властивості, шляхом збільшення об'ємної щільності, зменшення пористості, аераційних та інфільтраційних властивостей. Зменшення потужності ґрунтів стає причиною виникнення процесів їх змивання, ерозії та замулення [178-180].

Дослідження [181; 182] показали, що антропогенний вплив на агро- та урбоценози спричиняє втрати гумусу, які не поновлюються роками, а порушення обміну біоенергії в насичений мінералами ґрунтах має довготривалі наслідки [183].

Доведено [184 – 186], що ущільнення ґрунтів може значно зменшити ріст і розвиток рослин, шляхом обмеження росту коріння та зменшення вмісту ґрунтових вод та повітря [187; 188].

4.2.2. Забруднення ґрунтів токсичними металами та їх наслідки

Ґрунт і його ресурси - одне з найважливіших багатств людства, і від того, як ними розпоряджатися, багато в чому залежить добробут теперішнього і доля майбутніх поколінь.

Забруднення ґрунтів різними шкідливими речовинами, яке останнім часом набуває все більших масштабів, стає однією з найважливіших проблем сучасного агролісокористування.

Під *хімічним забрудненням ґрунтів* слід розуміти накопичення в ґрунті хімічних речовин антропогенного походження в кількостях, які становлять небезпеку для живих організмів.

Небезпечна ситуація створюється у разі, коли шкідливі хімічні речовини накопичуються в ґрунті в складі рухомих сполук, здатних безпосередньо засвоюватися рослинами на місці забруднення, переходять до складу атмосфери або гідросфери і потім надходять у живі організми, отруюючи їх, переносяться водними потоками в зони акумуляції. У результаті вони чинять

як прямий, так і опосередкований шкідливий вплив на живі організми (у тому числі і на людину).

Ґрунт є досить незвичайним компонентом біосфери, адже він не лише геохімічно акумулює компоненти забруднень, а й виступає як природний буфер, який контролює перенесення хімічних елементів і сполук в атмосферу, гідросферу і живу речовину. Важкі метали, що надходять з різних джерел, потрапляючи на поверхню ґрунту, спричиняють незворотні процеси деградації ґрунтів, швидкість і перебіг яких залежить від фізико-хімічних властивостей самого ґрунту. Гранулометричний склад ґрунтів прямо впливає на процеси закріплення важких металів і їх вивільнення, тому ґрунти важкого механічного складу характеризуються меншою потенційною небезпекою надходження важких металів в рослини. Поглинання важких металів ґрунтами істотно залежить їх від кислотності, а також складу аніонів ґрунтового розчину.

Як видно з таблиці 4.2, в кислих ґрунтах більшість мікроелементів знаходяться в малорухомій формі, тоді як при помітному підлуженні ґрунтів частина їх буде осідати або ж переходити в малорухому форму. Це стосується, перш за все, таких досить розповсюджених забруднювачів, як свинець і цинк.

Вміст гумусу в ґрунтах безпосередньо пов'язаний з їх здатністю адсорбувати важкі метали, оскільки останні добре поглинаються органічною речовиною ґрунту [189].

Вченими [190] було встановлено порогові концентрації мікроелементів у ґрунтах, згідно яких можливе виділення регіонів, де може проявлятися їх гранична дія на людину, тварин і рослини (табл. 4.3).

Для визначення вмісту *Pb*, *Zn*, *Mn*, *Cu*, *Ni*, *Cd* в ґрунтах Богуславського агролісництва були використані зразки чорнозему, що відбирались при ґрунтового обстеженні району у період з 1990-2020 роки із ґрунтотворних порід та верхнього гумусового горизонту Центральною геофізичною обсерваторією м.Києва.

Таблиця 4.2 - Рухливість хімічних мікроелементів у різних ґрунтах

Тип ґрунту (в залежності від реакції середовища)	Ступінь рухомості елементів		
	Практично нерухомі	Малорухомі	Рухомі
Кислі, рН менше 5,5	Mo ⁴	Pb ²⁻⁴ , Cr ³⁻⁶ , Ni ²⁻³ , V ⁴⁻⁵ , As ³ , Se ³ , Co ²⁻³	Sr, Ba, Cu, Zn, Cd, Hg, S ⁶
Слабокислі і нейтральні, рН=5,5-7,5	Pb	Sr, Ba, Cu, Cd, Cr ³⁻⁶ , Ni ²⁻ ³ , Co ²⁻³ , Mo ⁴ , Hg	Zn, V ⁵ , As ⁵ , As ⁵ , S ⁶
Лужні і сильнолужні, рН=7,5-9,5	Pb, Ba, Co	Zn, Ag, Sr, Cu, Cd	Mo ⁶ , V ⁵ , As ⁵ , S ⁶

Таблиця 4.3 - Порогові концентрації мікроелементів у ґрунтах, мг/кг

Хімічний елемент	Нижній пороговий вміст	Допустимий вміст	Верхній пороговий вміст
Cu	до 6-15	15-60	60
Co	до 2-7	7-30	30
Zn	до 30	30-70	70
Mn	до 400	400-3000	3000
Mo	до 1,5	1,5-4,0	4,0
Sr	-	0-60-100	60-100
B	до 3-6	3-6-30	30

Так як за певними роками було виявлено закономірну повторюваність, розрахунковими величинами було вибрано зразки ґрунтів за 1994, 1996, 2009, 2020 роки, які відображають зміни вмісту важких металів.

Загальна кількість досліджуваних ґрунтових зразків - 200 шт. Сукупність відібраних зразків відображує всі генетичні й провінційні особливості ґрунтового покриву району. Одержані дані математично оброблені і порівняні з нормативними значеннями ГДК [табл.4.4, рис. 4.1] [136, 191].

При оцінці екологічної небезпеки ґрунтового забруднення приймається до уваги не тільки його інтенсивність, а й склад забруднювачів, і, в першу чергу, присутність елементів, що відносяться до 1 і 2 класів гігієнічної небезпеки відповідно до [192]:

Таблиця 4.4 - Вміст елементів у ґрунтах, мг/кг [136]

Назва елемента	Кадмій (Cd)	Марганець (Mn)	Мідь (Cu)	Нікель (Ni)	Свинець (Pb)	Цинк (Zn)
<i>1994 рік</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	6,2	18	10	22	92	71
<i>1996 рік</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	-	-	-	37	30	-
<i>2009 рік</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	6,7	316	5	25	4	41
<i>2020 рік</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	4,4	297	7	31	27	54
Величина ГДК з урахуванням кларка, мг/кг	3	500	33	20	32	55
Фоновий вміст елементів, мг/кг	0,91	1017	20	34	15	54
Величина кларка елемента (За А.П.Виноградовим)	0,2	850	20	40	10	50
Перевищення рівня ГДК	2,1 ГДК (1994) 2,23 ГДК (2009) 1,1 ГДК (2020)	-	-	1,9 ГДК (1996)	2,9 ГДК (1994)	1,3 ГДК (1994)

Кадмій. Його концентрація в досліджуваному ґрунтовому покриві змінюється в діапазоні 6,2-6,7 мг / кг, найвище значення зафіксовано у 2009 році в ґрунті на території бурякового поля поблизу ЗЛН.

Основним джерелом надходження кадмію у ґрунт є мінеральні добрива. Вміст кадмію в суперфосфаті 720 мкг в 100 грамах, фосфаті калію - 471 мкг, селітрі - до 66 мкг.

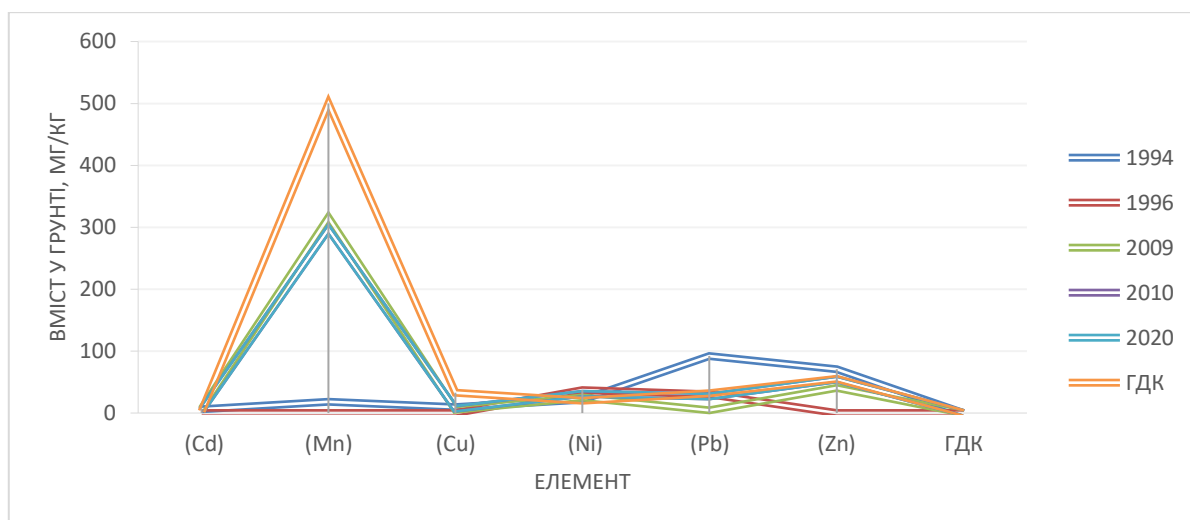


Рисунок 4.1 - Динаміка вмісту важких металів у ґрунтах, мг/кг

Таблиця 4.5 – Клас небезпеки певного хімічного елемента

Клас небезпеки	Хімічна речовина
I	кадмій, свинець, цинк
II	нікель, мідь
III	марганець

Природно, що при внесенні в ґрунт великих кількостей добрив, підвищується ризик потрапляння кадмію в організм тварин через рослини (189). У порівнянні з іншими важкими металами активність кадмію в будь-якому ґрунті сильно залежить від рН середовища. Кадмій найбільш рухливий у кислих ґрунтах в інтервалі 4,5 – 5,5 рН, тоді як в лужних він відносно нерухомий. На відміну від інших металів, сорбція кадмію - дуже швидкий процес, тобто, в більшості випадків, відбувається за 10-15 хвилин на 95%.

Свинець. А.П. Виноградов запропонував кларк свинцю, рівний 10 мг / кг. У ґрунтах досліджених об'єктів частка свинцю знаходиться в широкому діапазоні - від 4,0 до 92 мг / кг. Максимальна його концентрація виявлена в ґрунті на території лісових насаджень, прилеглий до автодороги районного значення - 92 мг / кг у 1994 році.

Ґрунт, будучи природним бар'єром на шляху міграції і надходження свинцю в рослини і ґрунтові води, володіє високою здатністю закріплювати накопичений елемент, який до нього надходить [193].

Основним джерелом надходження свинцю у ґрунт є викиди автомобільного транспорту та застосування мікродобрив на прилеглих територіях.

Цинк. У ґрунтах досліджуваних об'єктів частка цинку коливається в широкому інтервалі від 41,0 до 71,0 мг / кг. У ґрунті лісових насаджень, прилеглих до території полів концентрація цинку перевищує ГДК.

Основним джерелом потрапляння цинку в ґрунт є застосування вапнистих добрив на кислих ґрунтах для нейтралізації надмірної кислотності ґрунту.

Нікель. У ґрунтах досліджуваних об'єктів частка нікелю коливається в інтервалі від 22,0 до 37,0 мг / кг. Найбільше значення нікелю характерно для ґрунтів захисних лісових насаджень, території яких прилеглі до заводу «Мулт» (м. Богуслав). У ґрунті лісових насаджень, прилеглих до території полів концентрація нікелю перевищує ГДК.

Основним джерелом потрапляння нікелю в ґрунт є пил при виробництві феритових магнітів.

Мідь. Частка міді в ґрунтах досліджуваних об'єктів змінюється в діапазоні 5,00 – 10,00 мг / кг.

Сполуки міді широко застосовуються в сільському господарстві у вигляді оксиду і сульфату міді. З усіх мінеральних добрив більша кількість міді міститься в простому суперфосфаті. У 20 т гною міститься 40 г міді [193]. У порівнянні з цинком мідь є менш рухливим металом в ґрунті і, переважно, концентрується на поверхні ґрунту.

Було встановлено [194-198], що середній вміст елементів у ґрунті зменшується в ряду:

$$Zn > Cd \quad (4.1)$$

У зразках ґрунтів, які досліджувались, ця залежність зберігається, але ряд можна розширити. За отриманими результатами був побудований акумулятивний ряд. Селективність іонного обміну можна описати такою послідовністю:

$$Zn > Pb > Ni > Cu > Cd \quad (4.2)$$

Ця послідовність пояснюється властивостями елементів та належністю їх до певних груп. Невідповідність даній залежності є лише в тих випадках, коли відбувається перевищення ГДК. Тим самим було показано міру накопичення важких металів у ґрунтах.

Для оцінки *ступеня хімічного забруднення ґрунтів* було використано коефіцієнт небезпеки (K_n), який показує у скільки разів вміст елементу-забруднювача в пробі (C_e) вище його ГДК. Небезпека забруднення ґрунту тим вища, чим більше значення K_n перевищує 1 [199] та чим вище клас небезпеки контрольованих речовин.

Небезпека забруднення ґрунтів, які використовуються для вирощування сільськогосподарських рослин визначається відповідно до табл. 4.6 і 4.7.

У табл.4.7 наведені основні принципи оцінки ґрунтів та рекомендації щодо їх використання та зниження несприятливого дії забруднень. Дані табл. 4.7 є логічним доповненням табл. 4.6 і представляють необхідні відомості для ранжування ґрунтів за рівнем забруднення відповідно до принципів, викладених в табл.4.7.

Отже, при оцінці стану ґрунтів за коефіцієнтом їх небезпеки було встановлено, що стан ґрунтів агро- та урбоценозів агролісництва оцінюється як дуже небезпечний за вмістом в них іонів важких металів. Але, зважаючи на рівень рН ґрунту, можна допустити, що територію можна віднести до помірно небезпечної категорії забрудненості ґрунтів.

Таблиця 4.6 - Значення коефіцієнта небезпеки для чорнозему з врахуванням рН ґрунту за роками

Назва елемента	Кадмій (Cd)	Марганець (Mn)	Мідь (Cu)	Нікель (Ni)	Свинець (Pb)	Цинк (Zn)
<i>pH=6,1</i>			<i>1994 рік</i>			
Вміст у ґрунті, мг/кг	6,2	18	10	22	92	71
<i>pH=6,6</i>			<i>1996 рік</i>			
Вміст у ґрунті, мг/кг	-	-	-	37	30	-
<i>pH=6,4</i>			<i>2009 рік</i>			
Вміст у ґрунті, мг/кг	6,7	316	5	25	4	41
<i>pH=6,2</i>			<i>2020 рік</i>			
Вміст у ґрунті, мг/кг	5,7	268	4	31	25	-
Коефіцієнт небезпеки, Кн	2,1 (1994) 2,23 (2009) 1,9 (2020)	-	-	1,9 (1996) 1,55 (2020)	2,9 (1994)	1,3 (1994)
Величина ГДК з урахуванням кларка, мг/кг	3	500	33	20	32	55

Гігієнічна оцінка стану ґрунтів проводилась за величиною сумарного показника забруднення (Z_c), адже осередки техногенного забруднення, як правило, мають надмірну концентрацію не одного, а цілого комплексу хімічних елементів. Їх сумарний вміст характеризує інтегральний вплив на навколишнє середовище.

Сутність показника Z_c в тому, що він слугує для узагальненої оцінки впливу металів-забруднювачів і характеризує ступінь хімічного забруднення ґрунтів дослідних територій з виділенням різних класів небезпеки.

Таблиця 4.7 - Основні принципи оцінки ґрунтів та рекомендації щодо їх використання та зниження несприятливого дії забруднень

<i>Категорія забрудненості ґрунтів</i>	<i>Характеристика забрудненості</i>	<i>Можливе використання території</i>	<i>Запропоновані заходи</i>
I. Допустима	Вміст хімічних речовин у ґрунті перевищує фоновий, але не вище ГДК	Використання під будь-які культури	Зниження рівня впливу джерел забруднення ґрунту та заходів щодо зниження доступності токсикантів для рослин (вапнування, внесення органічних добрив тощо)
II. Помірно небезпечна	Вміст хімічних речовин у ґрунті перевищує їх ГДК за загальносанітарним, міграційним водним і повітряно міграційним показниками, але нижче допустимого за транслокаційним показником	Використання під будь-які культури за умови контролю якості сільськогосподарських рослин	Заходи, аналогічні категорії I. При наявності речовин з лімітуючим міграційним водним або повітряним міграційним показниками проводиться контроль за вмістом цих речовин в зоні дихання с / г робітників і у воді місцевих вододжерел
III. Дуже небезпечна	Вміст хімічних речовин у ґрунті перевищує їх ГДК за лімітуючим транслокаційним показником шкідливості	Використання під технічні культури. Використання під с/г культури обмежено з урахуванням рослин-концентраторів	1. Крім заходів, зазначених для категорії I, обов'язковий контроль за вмістом токсикантів в рослинах, продуктах харчування та кормах. 2. При необхідності вирощування рослин продуктів харчування рекомендується їх змішування з продуктами, вирощеними на чистому ґрунті. 3. Обмеження використання зеленої маси на корм худобі з урахуванням рослин концентраторів
IV. Надзвичайно небезпечна	Вміст хімічних речовин перевищує ГДК у ґрунті за всіма показниками шкідливості	Використання під технічні культури або виключення з сільськогосподарського використання	Заходи щодо зниження рівня забруднення та зв'язування токсикантів у ґрунті. Контроль за вмістом токсикантів в зоні дихання с / г робітників і у воді місцевих лісовододжерел. Захисні смуги.

Показники сумарного накопичення в ґрунті контрольованих елементів (табл. 4.8) характеризують запас в ґрунтах утворених ними сполук в основному техногенного походження [200; 201].

Таблиця 4.8 - Значення сумарного показника забруднення ґрунтів іонами важких металів

Назва елемента	Кадмій (Cd)	Марганець (Mn)	Мідь (Cu)	Нікель (Ni)	Свинець (Pb)	Цинк (Zn)
Коефіцієнт концентрації, <i>Kk</i> (1994 рік)	6,8	0,02	0,5	0,65	6,13	1,31
<i>Kk</i> (1996 рік)				1,09	2	
<i>Kk</i> (2009 рік)	7,36	0,31	0,25	0,74	0,27	0,76
<i>Kk</i> (2020 рік)	4,83	0,29	0,35	0,91	1,8	1
Сумарний показник забруднення, Z_c	$Z_{c1994} = \sum_i^6 15,41 - (6 - 1) = 10,41$ $Z_{c1996} = \sum_i^2 3,09 - (2 - 1) = 2,09$ $Z_{c2009} = \sum_i^6 9,69 - (6 - 1) = 4,69$ $Z_{c2020} = \sum_i^6 9,18 - (6 - 1) = 4,18$					

Оцінка небезпеки забруднення ґрунтів комплексом металів за показником Z_c проводиться за оціночною шкалою, наведеною в табл.4.9. Градації оціночної шкали розроблені на основі вивчення показників стану здоров'я населення, яке проживає на територіях з різним рівнем забруднення ґрунтів.

За проведеною оцінкою територія Богуславського агролісництва характеризується мінімальним ($Z_{c1996} < 8$ та $Z_{c2009} < 8$) та допустимим ($8 < Z_{c1994} < 16$) рівнями забруднення ґрунтів важкими металами.

Таблиця 4.9 - Шкала оцінки ґрунтів забруднених комплексом токсичних металів

<i>Величина СПЗ (Zc)</i>	<i>Зміна показників здоров'я населення в осередках забруднення</i>	<i>Категорія забруднення ґрунтів</i>
Менше 8	Не призводить до жодних змін стану здоров'я	Мінімальна
8-16	Найбільш низький рівень захворюваності дітей і мінімальна частота функціональних відхилень	Допустима
16-32	Збільшення загальної захворюваності	Помірно небезпечна
32-128	Збільшення загальної захворюваності числа дітей, які часто хворіють, дітей з хронічними захворюваннями і порушеннями функціонального стану серцево-судинної системи	Небезпечна
більше 128	Збільшення захворюваності дитячого населення, порушення репродуктивних функцій жінок (збільшення токсикозу при вагітності, числа передчасних пологів, гіпотрофії новонароджених)	Надзвичайно небезпечна

4.2.3. Забруднення ґрунтів пестицидами та їх наслідки

Міграція та перерозподіл пестицидів в ґрунтовому профілі здійснюється за рахунок дифузії в рідкій і газовій фазах, капілярного і гравітаційного переміщення води, поглинання і ексудації кореневою системою рослин.

У разі фільтрації, під дією сил гравітації, перенесення препарату через ґрунтовий профіль зазвичай є комбінацією двох процесів: фронтального потоку і переважаючого переносу маси. Фронтальний потік розглядає однорідний рух води і розчинів через ґрунт. Переважаючий потік, що виражається в швидкому проходженні води вниз по ґрунтовому профілю, є результатом дії різних факторів [184; 185].

Рух розчинів за певними шляхами багато в чому зумовлений наявністю в структурі ґрунту макропор (тріщин, ходів ґрунтової фауни, каналів за напрямками коренів і т. д.). Потік по макропорах обумовлює більш швидке, ніж очікується, вимивання хімікатів, що застосовуються на поверхні ґрунту, так що розчини, що знаходяться в швидкорухомому потоці, не мають достатньо

часу для встановлення рівноваги з малорухливою або стоячою водою в ґрунтовій матриці.

Інші типи переважного перенесення, такі як «пальчасті» і «воронкоподібні» потоки [186] можуть спостерігатися в піщаних ґрунтах.

Дослідження переважаючого потоку описані в ряді робіт [187-190].

Фронтальний потік визначає переміщення основної маси пестициду, тоді як переважачим потоком переносяться мікрокількості препарату.

Беручи до уваги суворі обмеження вмісту пестицидів у питній воді, можна припустити, що неконтрольовані сьогодні мікрокількості хімікатів, досягнувши рівня ґрунтових вод, можуть перевищити прийнятні ГДК.

У зоні помірного клімату, до якої належить територія агролісництва, основна кількість токсикантів в більшості випадків локалізується в шарі 0-30 см. Проникнення незначної кількості пестицидів на велику глибину до 50-80 см і в окремих випадках до 100-120 см, спостерігається, як правило, в ґрунтах, що характеризуються легким гранулометричним складом і низьким вмістом гумусу, в умовах надмірного зволоження, а також при збільшенні доз або при багаторазовому застосуванні пестицидів. Порівняльна глибина проникнення окремих пестицидів у межах кожного з класів органічних сполук в значній мірі залежить від ступеня поглинання їх ґрунтом і розчинності [201].

З перерахованих вище факторів міграції пестицидів у ґрунтовому профілі на частку нисхідного гравітаційного потоку води, викликаного атмосферними опадами або талими водами, припадає близько 80 - 85% зменшення початкової концентрації хімікату в заданому ґрунтовому горизонті.

Стан забруднення території агролісництва оцінювався шляхом визначення негативного впливу залишкових концентрацій нітратів та хлорорганічних пестицидів на ґрунтовий покрив досліджуваної території та визначення ряду показників, які визначають екологічний стан території забруднення та їх однорідність у навколишньому середовищі (Додаток Г).

За [196] було проведено оцінку стану забруднення ґрунтів Богуславського агролісництва та оцінку небезпеки, яку становлять залишкові концентрації

вмісту нітратів та хлорорганічних пестицидів для території за 30-річний період (1990-2020 роки). Всі дані розрахунків було внесено до таблиць додатку Г.

Динаміку вмісту залишкових концентрацій показано на рис. 4.2. Визначення вмісту ЗК нітратів та хлорорганічних пестицидів дає змогу визначити забрудненість вибраної ділянки території АЛ ЗК відповідно до категорії забруднення ґрунтів.

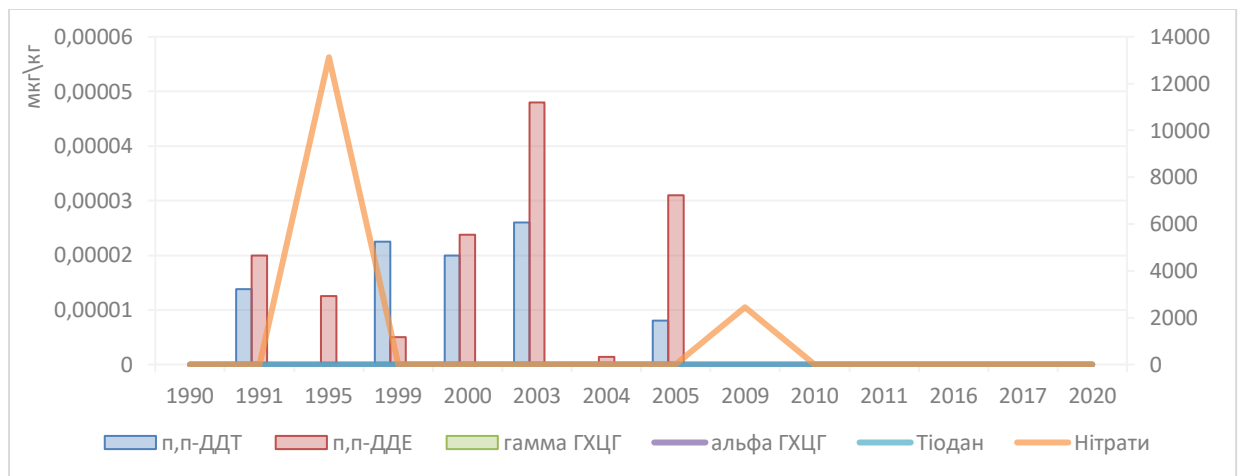


Рисунок 4.2 - Динаміка зміни вмісту залишкових концентрацій нітратів та хлорорганічних пестицидів, мкг/кг

Для більш точного математичного аналізу та визначення рівнів міграції та розсіювання забруднюючих речовин у ґрунтах було розраховано їх середньоквадратичні відхилення (Додаток Д), які показують ймовірні розсіювання забруднювачів та коефіцієнти варіації (Додаток Е та Є відповідно), які показують мінливість ознак забруднюючих речовин у ґрунтах.

На основі аналізу розрахованих даних, можна констатувати, що у даній вибірці ознаки вмісту нітратів та хлорорганічних пестицидів коливаються, залежно від значень вихідних даних. Це свідчить про те, що за різних умов та характеристик забруднювача, його поведінка в ґрунтового покриві може варіюватись, залежно від методів зовнішнього впливу.

Таким чином, дослідження показало, що розпад нітратів та хлорорганічних пестицидів у ґрунтах відбувається за експоненційною моделлю, а динаміка вмісту пестицидів у ґрунті показала, що фактор біологічного видозмінення території не впливає на швидкість розпаду забруднювачів.

Використовуючи отримані дані, було розраховано основні показники, які характеризують ступінь потенційного забруднення навколишнього середовища: константу швидкості розпаду k_n та період напіврозпаду T_{50} (Додаток Ж та З відповідно).

Для розрахунків було прийняти взяти значення початкової концентрації (C_0 , рік), концентрацію за 1990 рік, так як цього року показники свідчать про відсутність пестицидів у ґрунтах ЗЛН. Час t приймаємо як 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 відповідно за 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 роки.

Розрахунок константи швидкості розпаду забруднювачів у ґрунтах показав, що частка від наявного числа частинок забруднювачів варіюється, залежно від початкових концентрацій ЗК забруднювачів у ґрунтах. Швидкість розпаду залежить від класу небезпеки забруднюючої речовини та її початкового вмісту у ґрунті, а так від ґрунтово-кліматичних умов території дослідження.

Дослідження показали, що швидкість детоксикації в ґрунті за тих самих умов у хлорорганічних пестицидів складає до 4,51 частини на рік, тоді як у нітратів – 2,89 частини на рік, хоча при проведенні аналізу швидкості напіврозпаду, як і при розрахунках константи розпаду, потрібно враховувати також клас небезпеки забруднювача.

Швидкість деструкції забруднюючих речовин пропорційна полярності діючих речовин, що впливає на здатність території до очищення. Обчислена

середньорічна швидкість деструкції є допустимою, зважаючи на екотоксикологічні параметри забруднювачів.

Отже, проведений аналіз екологічної ситуації агро- та урбоценозів, забруднених залишковими кількостями нітратів та хлорорганічних пестицидів, можна припустити, що їх територія знаходиться в межах толерантної здатності до самоочищення від забруднювачів за умов, що останні не будуть використовуватись в майбутньому.

Висновки до розділу 4

Таким чином, дослідження стану геологічного середовища території зростання ЗЛН дозволило встановити, що:

1. На ґрунтовий покрив території діє низка антропогенних та природних факторів: ґрунтові меліорації, обробіток землі, внесення добрив, механічні впливи, процеси вивітрювання, еродування, автомобільне забруднення, які стають причиною виснаження та забруднення ґрунтових ресурсів, а особливо верхнього родючого шару – гумусу.

2. Вміст у ґрунтах агролісництва токсичних металів (*Pb*, *Zn*, *Mn*, *Cu*, *Ni*, *Cd*) чинить токсичний вплив на навколишнє середовище та здоров'я населення та характеризується мінімальним ($Z_{c1996} < 8$ та $Z_{c2009} < 8$) та допустимим ($8 < Z_{c1994} < 16$) рівнями забруднення ґрунтів важкими металами. За отриманими результатами був побудований акумулятивний ряд іонного обміну $Zn > Pb > Ni > Cu > Cd$, який показав міру накопичення певного забрудника у ґрунті.

3. Знайдені залишкові концентрації нітратів та хлорорганічних пестицидів у ґрунтах агролісництва були оцінені за токсикоекологічними критеріями, які показали, що в залежності від класів небезпеки забруднювачі поступово деструктуризуються і територія зростання ЗЛН самоочищується зі швидкістю детоксикації хлорорганічних пестицидів до 4,51 частин на рік, а нітратів – 2,89 частин на рік.

4. Можна зробити висновок, що ґрунти території агролісництва знаходяться в межах толерантної здатності до самоочищення, а важкі метали та пестициди, які знайдені у ґрунтовому покриві, не чинять негативний вплив на ріст і розвиток ЗЛН, тим самим не порушують їх екологічні властивості.

РОЗДІЛ 5

ЗАХИСНІ ЛІСОВІ НАСАДЖЕННЯ ЯК СПЕЦІАЛІЗОВАНИЙ БІОГЕОЦЕНОЗ

5.1. Взаємозв'язки та взаємодії всередині фітоценозу в межах біогеоценозу захисних лісових насаджень

У структурі вирішення екологічних проблем захисного лісокористування важливе місце посідає питання збереження, відтворення та примноження біорізноманіття систем ЗЛН на територіях агро- та урбоценозів та їх фітоценозів. Адже саме фітоценози виступають як індикатори стану та функціональних можливостей ЗЛН та є вразливими до антропогенних впливів.

За [202] фітоценоз – це рослинні угруповання, поєднані між собою в межах певної екосистеми. Якщо фітоценоз є зрілим, сформованим протягом багатьох років, він містить рослини, адаптовані до умов навколишнього середовища та дії антропогенних чинників, є стійким та повноцінним щодо свого складу.

Біогеоценоз ЗЛН утворюють складні фітоценози, які складаються з різних видів рослин, але основою їх виступають деревні насадження захисного типу, які є едифікаторами у стані асоціювання з супутніми видами рослин. Супутні види рослин лише підкреслюють та доповнюють екологічну та біологічну важливість едифікатора та рослинного угруповання, його цінні ценотичні властивості. До таких видів рослин належать підріст, підлісок та живі організми. Тому за ступенем структурної та ценотичної організації ЗЛН належать до поліасоціативних фітоценозів [203].

Взаємодія деревних насаджень всередині фітоценозу ЗЛН відбувається в умовах складної конкуренції між ними. Супутнім ярусом у фітоценозі ЗЛН є нижній ярус – ярус рослинності: підлісок (кущі), трав'яний і мохово-лишайниковий покрив. Крім цього, в лісових фітоценозах інколи можна

спостерігати не один, а два, добре відмежованих, яруси дерев – більш високий і низький.

Старші за віком деревні насадження збагачують ліс насінням, яке дає початок новим молодим поколінням дерев. Це молоде покоління лісу називають самосів, що утворює підріст. Самосів – зовсім молоді дерева висотою не більше півметра. Підріст – дерева більш високі, що не перевищують половини висоти дорослих материнських дерев [204].

Але жоден з цих видів рослинності не є окремим ярусом фітоценотичного складу ЗЛН. Пояснюється це тим, що молоді дерева не залишаються весь час однаковими за висотою та не утворюють постійного ярусу в лісі [205].

В межах фітоценозу ЗЛН відбувається розвиток тісної взаємодії в межах екосистеми: насадження забезпечують необхідні умови існування для різноманітних живих організмів, які, в свою чергу, взаємодіючи з ґрунтовим покривом, розмножуються і розвиваються. Так створюється і зв'язок між фітоценозом ЗЛН та ґрунтом: відбувається кругообіг поживних речовин, які необхідні для життя рослин (солі азоту, фосфору калію тощо). Із коренів вони надходять в надземну частину – стебла і листя; між лісовим фітоценозом і ґрунтовим середовищем йде неперервний обмін поживними речовинами, проходить постійне їх проходження з ґрунту в рослину і навпаки [206]. Важливу роль в цьому процесі відіграє лісова підстилка, яка має значну пружність і водопроникність.

Лісовий фітоценоз знаходиться в тісному зв'язку не тільки з ґрунтом, але й з атмосферою. Багато лісових фітоценозів отримують необхідну для життя рослин воду з атмосфери, з опадами. Деревні насадження не лише поглинають воду, але і повертають частину її назад у вигляді водяних парів, і тим самим, в результаті транспірації, зволожують атмосферу [207].

До складу фітоценозу входять вищі і нижчі рослини ЗЛН. Якщо змінюється породний деревний склад ЗЛН чи підліску – змінюються і кормові ресурси, захисні умови, а відтак змінюється і фауна.

Таким чином, можна стверджувати, що всередині фітоценозу ЗЛН протікають нерозривні процеси взаємодії деревних насаджень з підліском, мікробіоценозом, зооценозом, які взаємодіють між собою та живими організмами, тим самим впливаючи та взаємодіючи з навколишнім середовищем: едафотопами та кліматопами. Ці зв'язки є настільки тісними, що при виключенні будь-якої ланки ланцюга можна втратити фітоценотичну потужність ЗЛН як факторів стабілізації негативного антропогенного впливу на агро- та урбоценози та середовище в цілому.

5.2. Взаємозв'язки, які зумовлені інженерними конструкціями захисних лісових насаджень та природним і антропогенним середовищем

Структура та склад фітоценозу ЗЛН залежить від взаємовідносин рослин між собою та з навколишнім середовищем, яке складається з комплексу абіотичних, біотичних, антропогенних чинників. До важливих екологічних чинників відносять світло, тепло, вологу, повітря [208-210].

Відомо, що рослини у фітоценозі ЗЛН диференціюються за своєю вимогливістю до певного екологічного фактора [211, 164]. Диференціація може бути вертикальною і горизонтальною. В нашому випадку, увагу слід приділити вертикальній диференціації. Цей вид розподілення охоплює дві сфери розвитку лісових фітоценозів: повітряну (ярусність надземних частин насаджень) та підземну (вертикальне розподілення та розміщення корневих систем).

Як було описано раніше, кожен вид інженерних конструкцій ЗЛН характеризується певним зональним розміщенням деревною частини та підліску.

Ажурний тип конструкції характеризується комбінованим типом змішування деревних порід та підліску та 2-3 ярусну будову (див. розділ 1.5).

Тип щільних конструкцій має 3-4 ярусну будову та представлений деревно-чагарниковим типом змішування.

Продувний тип конструкції має 2-4 ярусну будову та деревно-тіньовий тип змішування деревних порід.

Основні деревні породи складають перший ярус, супутні – другий, підлісок – третій. Лімітуючим фактором диференціації насаджень за ярусами виступає світло, адже при посадці ЗЛН потрібно враховувати світлосприйняття кожного виду деревних порід, які складають фітоценотичну мережу ЗЛН території [212].

При виборі порід деревних насаджень певного фітоценозу, важливе місце посідає врахування природних умов місцезростання ЗЛН, адже взаємопов'язаність умов навколишнього середовища з типами і видами деревних насаджень фітоценозів може призвести як до позитивних так і до негативних змін оточуючого природного середовища [213-215].

Не менш важливою умовою правильного функціонування конструкції ЗЛН є ступінь зімкнутості крон, адже саме в щільному середовищі крон утворюється певний вид екологічного середовища: відбувається менший потік радіації, виникає прохолодна тінистість. Насадження з великими кронами стають світловим біологічним екраном фітоценозу з найбільш активними продуктивними процесами. Саме тому, за різною вимогливістю рослин до освітлення відбувається вибір деревних насаджень, які будуть входити до складу певного типу конструкції і, як наслідок, проходить диференціація за ярусами світлової забезпеченості. В результаті цього фітоценоз розподіляється на окремі яруси. Ярусність наземної частини дає можливість повніше використовувати матеріально-енергетичні можливості певного кліматопу [216].

Щільність деревних насаджень певних видів конструкцій також тісно пов'язана з вибором фітоценотичних умов місцезростання. Саме щільністю посадок ЗЛН можливо впливати на продуктивність та відновлення агро- та урбоценозів та можливість застосовувати певні види механічного впливу на них, тим самим створюючи сприятливі ґрунтово-кліматичні умови для родючості на агрофітоценозах [217].

Кожен тип конструкцій ЗЛН утворює певний вид фітоценозу, який має свій флористичний склад, зумовлений середовищем місцезростання. Фітомаса, яку утворює флористичний склад фітоценозу, має важливе ценотичне та господарське значення. Асоціювання видів всередині фітоценозу породжує взаємозв'язки та взаємообумовленості, які виникають внаслідок асиміляції елементів живлення, процесам поглинання та транспортування ґрунтової вологи, мінералізації, обміну речовин між компонентами фітоценозів та навколишнім середовищем [218].

Крім цього, кожен вид конструкцій має властиву лише йому продувну здатність, а від потужності вітру, який продуває крони дерев, залежить сила биття гілками одна об одну, яка впливає на формування крони дерев, їх якість, розвиток, і тим самим на стійкість до зовнішніх негативних факторів. Впливає на фітоклімат, лісову підстилку та ґрунтові процеси, що, в свою чергу, відображається на розвитку фіто - та зооценозів ЗЛН.

Отже, можна стверджувати, що кожен компонент фітоценотичної системи ЗЛН, під впливом інших компонентів, в певній мірі є матеріалом для фітоценотичних процесів: як трансформатор енергії, обмінний апарат чи сумарно виражає дані процеси. Тому, кожен окремий тип конструкції ЗЛН є видом фітоценотичної системи, з притаманними лише їй унікальними захисними властивостями.

5.3. Узгодженість існування екосистеми захисних лісових насаджень із законами та принципами загальної екології

Існування кожної екологічної системи може бути описано в рамках певних екологічних законів, яким вона підпорядковується. Існування екосистеми ЗЛН не є винятком. Через взаємозв'язки між процесами, які відбуваються всередині системи ЗЛН, виникають ряд закономірностей без яких система не може повноцінно функціонувати.

Екосистема ЗЛН відповідає багатьом принципам та законам загальної екології. Основним правилом у її належному функціонування є дотримання закону толерантності (закон Шелфорда, запропонований у 1913 році) [219], який визначає, що відсутність або неможливість розвитку екосистеми визначається не лише нестачею, але й надлишком будь-якого з факторів (тепло, вода, світло).

Цей принцип є визначальним для розвитку системи ЗЛН на територіях агро- та урбоценозів, адже, знаходячись під постійним антропогенним впливом, ЗЛН можуть як отримати надлишок добрив, які вносяться до полів, так і бути пошкоджені під впливом антропогенної діяльності. Тому діапазон між всіма складовими екосистеми повинен знаходитись в межах толерантності, при яких забезпечується стабільне функціонування і реакція екосистеми на навколишнє середовище [220].

Будь-яка екосистема перебуває у стані постійних динамічних змін в ту чи іншу сторону за законами розвитку довкілля. Крім цього її розвиток залежить від факторів, котрі обмежують її розвиток (так званих лімітуючих факторів). Це правило описане законом мінімуму [221].

Іншим, не менш важливим законом, який описує розвиток екосистеми ЗЛН є закон В.І. Вернадського [219] (закон біогенної міграції атомів), який стверджує, що міграція хімічних елементів на земній поверхні та в біосфері в цілому здійснюється під переважаючим впливом живої речовини та організмів, які беруть участь у біохімічних процесах безпосередньо, або

створюють відповідне, збагачене киснем, вуглекислим газом, воднем, азотом, фосфором та іншими речовинами, середовище.

Зміни, які можуть відбуватись у екосистемах можуть мати незворотний характер, а будь-які локальні перетворення природи викликають у біосфері реакції-відповіді, що зумовлюють відносну незмінність еколого-економічного потенціалу. Штучне зростання еколого-економічного потенціалу обмежене термодинамічною стійкістю природних систем. Закон свідчить, що у випадку незначних втручань у природне середовище його екосистеми здатні саморегулюватися та відновлюватися, а коли ці втручання перевищують певні межі і вже не можуть згаснути в ланцюгу ієрархії екосистем, вони призводять до значних порушень енерго- і біобалансу на значних територіях і в усій біосфері [210].

Саме тому будь-яка зміна середовища (речовини, енергії, інформації, динамічних якостей екосистеми) неминуче призводить до розвитку природних ланцюгових реакцій, що йдуть у бік нейтралізації зробленої зміни або формування нових природних систем, утворення яких при значних змінах середовища може прийняти безповоротний характер [212].

Основними принципами, в межах яких відбувається функціонування і розвиток екосистеми ЗЛН, є принцип Ле-Шательє - Брауна та принцип генетичної переадаптації. За умовами першого принципу екосистема ЗЛН повинна розвиватись в рамках, коли при зовнішній дії, що виводить систему зі стану стійкої рівноваги, ця рівновага зміщується в напрямку послаблення ефекту зовнішньої дії. Він є актуальним, адже під впливом антропогенних навантажень стійкість екосистеми знижується. Звідси впливає актуальність наступного принципу, який передбачає, що здатність до пристосування у складових екосистеми закладена споконвічно і обумовлена практичною невичерпністю генетичного коду. У генетичній різноманітності завжди знаходяться необхідні для адаптації варіанти [212].

Крім названих вище законів та принципів загальної екології, в процесі розвитку та експлуатації екосистеми ЗЛН виникають і інші закономірності,

також підкріплені певними законами та правилами. Це є безумовною складовою функціонування як екосистем в цілому, так екосистеми та їх фітоценотичних складових. Тому кожна зміна відображається і підпорядковується якомусь певному екологічному закону, адже екосистема ЗЛН – це ланка агроурболісоекосистеми.

5.4. Система організаційно-технічних та екологічних заходів для забезпечення сталого розвитку екосистем захисного типу на територіях агро- та урбоценозів Богуславського району Київського регіону

До певного етапу своєї історії розвиток людства визначався ступенем розвитку матеріального виробництва. Використання відновлюваних і не відновлюваних природних ресурсів не перевищувало допустимих меж їх виснаження, а висока асиміляційна здатність довкілля дозволяла зберігати його первинний стан. Починаючи з середини минулого століття, після різкого зростання чисельності людства та його негативного впливу на природні ресурси і якість довкілля з'явилась потреба у врахуванні екологічної складової та сталого розвитку [222].

Як уже згадувалось раніше (див. розділ 3.5), сталий розвиток екосистеми захисних насаджень визначається як довготривалий розвиток, що не тільки задовольняє потреби на даний момент, але й не загрожує існуванню та розвитку майбутніх поколінь, зберігаючи чи покращуючи свою продуктивність, стабільність, здатність до відновлення, витривалість, збереження генофонду та можливість виконання соціально-економічних та екологічних функцій [223]. З екологічної точки зору, сталий розвиток повинен забезпечувати цілісність біологічних і фізичних природних систем. Особливе місце в Концепції сталого розвитку посідає забезпечення життєздатності екосистем, від яких залежить глобальна стабільність всієї біосфери. Основна увага приділяється збереженню здатності до самовідновлення і динамічної адаптації екосистем різних типів до змін, а не збереженню їх у статичному

стані. Деградація природних ресурсів, забруднення навколишнього середовища і втрата біологічного розмаїття скорочують здатність екологічних систем до самовідновлення [224].

Біогеоценоз ЗЛН є основним компонентом аграрних, лісоаграрних та урбаністичних ландшафтів, тому для забезпечення їх екологічної стабілізації, створення оптимальних умов функціонування першочерговим завданням є розробка ландшафтно-екологічних основ оптимізації систем ЗЛН.

Відомо, що санітарний стан екосистем визначається їх біологічною стійкістю. В свою чергу біологічна стійкість ценозів ЗЛН залежить від інтегрованого впливу біотичних, абіотичних і антропогенних факторів. При цьому, найбільш вагомо на їх стійкість впливають антропогенні чинники, до яких відноситься діяльність на територіях агро- та урбоценозів.

Методичними основами забезпечення сталого розвитку екосистеми захисного типу є (рис. 5.1): раціональність територіальної організації природокористування відповідно до природно-кліматичних умов і природно-ресурсного потенціалу території агролісництва; переорієнтація та збалансування структури господарського комплексу у відповідності до нових соціально-економічних та екологічних умов [225].

Залежно від прогнозованого рівня негативних змін стану екосистеми збалансована система управління Богуславського агролісництва у сфері забезпечення сталого розвитку ЗЛН складається з таких частин:

- регулювання природокористування та еколого-економічне нормування господарчої діяльності на територіях агро- та урбоценозів;
- контроль за використанням природних ресурсів та додержанням екологічних вимог, нормативів і стандартів;
- моніторинг стану довкілля та прогноз розвитку його негативних змін;
- прогнозування та попередження можливих негативних наслідків впливу діяльності на території агро- та урбоценозів на сталий розвиток захисних екосистем;
- рекультивація пошкоджених територій.

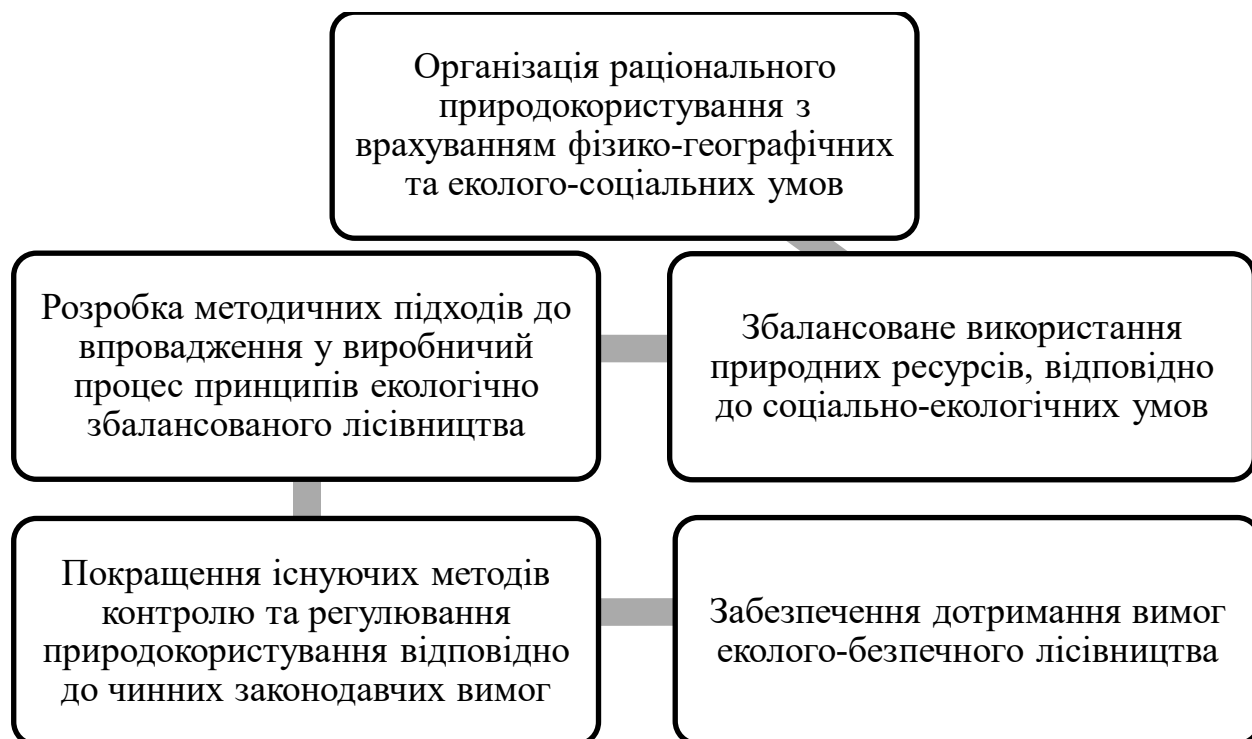


Рисунок 5.1 - Система заходів забезпечення сталого розвитку екосистем захисного типу

Запровадження у практичну діяльність агролісництва методів лісомеліорації в поєднанні з технічними заходами та засобами має стати стратегічним напрямом управління агроурболандшафтами методами лісомеліорації на засадах їх сталого розвитку. Це забезпечить підвищення продуктивності та відновлення агролісоландшафтів, невиснажливого користування системами ЗЛН, захист навколишнього природного середовища завдяки підсиленню природорегулювальних та природозахисних функцій ЗЛН, і тим самим забезпечить захист ґрунтів, запобігання ерозії, гідрологічне регулювання, покращення якості повітря, поглинання вуглецю, запобігання кліматичним змінам, збереження біорізноманіття екосистеми [226-229].

З викладеного вище можна зробити висновок, що для забезпечення сталого соціально-економічно та екологічного розвитку захисних екосистем ЗЛН Богуславського агролісництва потрібно перебудувати систему лісокористування на екологічно орієнтоване лісівництво, яке буде відповідати

всім поставленим вимогам та цілям та співіснувати у відповідності до основних екологічних законів та принципів.

Висновки до розділу 5

Таким чином, дослідження ЗЛН як спеціалізованих захисних екосистем дозволило встановити, що:

1. В межах біогеоценозу ЗЛН утворюються тісні взаємозв'язки та взаємодії всередині фітоценозу ЗЛН і тим самим формується нерозривна система з власними ценотичними властивостями та особливостями функціонування, в залежності від видів насаджень, які її населяють.

2. Кожен тип конструкцій ЗЛН утворює власний неповторний фітоценоз, який залежно від своїх властивостей впливає на навколишнє середовище та агроценози. Залежно від типу конструкцій та їх ценотичних властивостей відбуваються природні процеси всередині фітоценозу та його функціонування всередині екосистеми ЗЛН.

3. Біогеоценози ЗЛН агролісництва функціонують, підпорядковуючись законам та принципам загальної екології та є неповторними складовими агроурбоєкосистеми агролісництва.

4. Головними принципами сталого розвитку екосистем ЗЛН агролісництва є дотримання принципів раціонального природокористування в умовах антропогенізації прилеглих агро- та урбоценозів. Розробка системи управління територіями на засадах екологічно орієнтованого лісівництва є одним з найважливіших методів стабільного функціонування екосистеми ЗЛН.

5. Стратегічним напрямом управління агроурболандшафтами для забезпечення сталого розвитку біогеоценозу ЗЛН є розробка і практичне впровадження методів лісомеліорації, яка спрямована на відновлення порушених територій і попередження негативних наслідків лісокористування.

РОЗДІЛ 6

РЕФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГО-КОНТРОЛЬНИХ ЗАХОДІВ В АГРОЛІСНИЦТВІ

6.1. Стан існуючої системи заходів контролю в агролісництві

Відомо, що адаптація будь-якої системи до сталого існування в умовах певного оточуючого середовища досягається при певних рівнях організації даної системи [230].

Для правильної організації та функціонування системи заходів контролю за екологічним станом ЗЛН на територіях агро- та урбоценозів та оптимального розвитку системи контролю проводиться детальний аналіз існуючого стану, який включає гідрометеорологічні та фізико-географічні особливості ЗЛН на цих територіях.

Вивчаються такі показники як мобільність, стійкість та інтеграція у інші середовища. При проведенні аналізу враховуються також наявність забруднюючих речовин на території дослідження, шляхи їх надходження, здатні впливати на навколишнє середовище та живі організми, здатність до акумулювання.

Система контролю за станом ЗЛН функціонує, враховуючи як природні зміни всередині агро- та урбоценозів, так і зміни, спричинені антропогенним впливом (рис. 6.1). Тому цей контроль є комплексним та всебічно спрямованим.

Основними етапами екологічного контролю за станом ЗЛН на територіях агро- та урбоценозів у Богуславському агролісництві є:

- організація спостережень та вивчення різних видів впливу;
- регулювання якості ЗЛН, де, як наслідок, відбувається їх покращення до оптимального рівня;
- управління природного-господарськими процесами.



Рисунок 6.1 - Система контролю за станом ЗЛН на територіях агро- та урбоценозів

Таким чином, система контролю за станом ЗЛН на територіях агро- та урбоценозів є науково обґрунтованою та несе повну інформацію про них і є направленою на виконання завдань регулювання якості ЗЛН з врахуванням темпів розвитку таких територій.

Хоча попри всі позитивні сторони було виявлено певні недоліки організації ЗЛН на територіях агро- та урбоценозів, зокрема: інтенсивне використання деградованих та малопродуктивних земель, нераціональне використання особливо цінних продуктивних земель, насичення територій

ерозійно небезпечними культурами, невідповідність використання земель їх агроекологічним характеристикам, порушення оптимального співвідношення різних видів угідь (природних, напівприродних, та антропогенних), поширення та поглиблення деградаційних процесів, незадовільний стан лісомеліоративної облаштованості агро- та урбоценозів та незначний розвиток земель природоохоронного призначення, відсутність контролю за станом ЗЛН на придорожніх ділянках та неорганізований моніторинг контролю стану забруднення території.

Саме тому саме з боку організаційної складової системи контролю за станом ЗЛН на територіях агро- та урбоценозів потрібно впровадження комплексних змін, які могли б врегулювати існуючі проблеми та вивести розвиток природно-ресурсного потенціалу на новий якісний рівень.

6.2. Розробка комплексних екологічних методів контролю за станом захисних лісових насаджень на територіях агро- та урбоценозів

Багаторічний досвід земельного користування засвідчує, що застосування лише агротехнічних заходів, навіть найсучасніших, не забезпечує стабільності територій. Тому для припинення прояву деградаційних процесів необхідно використання комплексу лісомеліоративних та лісотехнічних заходів. Впровадження в практику сільськогосподарського виробництва лісомеліорації в поєднанні із технічними заходами має стати стратегічним напрямом управління на територіях агро- та урбоценозів.

Сучасний стан захисних лісових насаджень та їх систем різного цільового призначення не може в повній мірі забезпечити захист територій та стабільне функціонування агро- та урбоценозів території агролісництва. Недостатня їх полезахисна лісистість та захищеність, надмірна розораність, низька частка в структурі сільськогосподарських земель умовно стабільних угідь – сіножаті, пасовища, багаторічні насадження, захисних лісових насаджень не може забезпечити екологічну стійкість агро- та урбоценозів.

Екологічний стан тер територій агро- та урбоценозів прийнято оцінювати за співвідношенням – рілля: природні кормові угіддя: ліси; для України воно має становити 1:1,6:3,6 відповідно. Проте фактично це співвідношення становить: 1: 0,23: 0,3, що свідчить про сильно погіршений екологічний стан територіях агро- та урбоценозів України, у Лісостепу – сильно погіршений із наближенням до катастрофічного [231].

Першочерговими заходами слід вважати створення оптимізованих систем захисних лісових насаджень територіях агро- та урбоценозів та залісення угідь, що вийшли з сільськогосподарського використання.

Розробка підходів всебічного аналізу природного середовища повинна вивчати залежності «доза-ефект» та «доза-реакція у відповідь», вивчення граничності впливу різних факторів на функціонування ЗЛН та вплив різних видів забруднювачів [232].

Організація екологічних методів контролю за станом територій агро- та урбоценозів повинна здійснюється з урахуванням їх ландшафтно-типологічних і регіональних особливостей. Одне з найважливіших завдань раціональної організації контролю за станом території є формування такого морфологічного вигляду ландшафту, який відрізнявся б не тільки високою продуктивністю, але екологічною різноманітністю, естетичною привабливістю і, крім того, задовольняв би екологічні та токсикологічні параметри [233].

Така організація території може бути досягнута на основі глибокого вивчення, аналізу та обліку ландшафтно-неоднорідності земельного фонду, розробки конкретних землевпорядних, лісовідновлювальних, меліоративних та інших проектів, які мають передбачати оптимальне поєднання параметрів господарської навантаження в конкретному ландшафті.

Найважливішим нормативним критерієм тут є рівень допустимого одноманітності території агро- та урбоценозів: оптимальне поєднання технологічних умов території (розміри і конфігурація і т.д.) і біотичних складових (ділянки лісів, полів, лугов, чагарників, боліт, доріг і т.д.).

Всебічний аналіз контролю стану ЗЛН складається з декількох етапів [234]:

- I етап – аналіз ефектів впливу різних факторів на ЗЛН;
- II етап – визначення норм допустимих екологічних впливів і навантажень на ЗЛН;
- III етап – визначення норм допустимих впливів на систему «ЗЛН-агро-урбоценози»;
- IV етап – визначення критеріїв, направлених на обмеження антропогенних впливів на ЗЛН та послаблення наслідків цих впливів;
- V етап – введення нормативів на джерела впливів.

Екологічний контроль повинен давати відповіді на такі запитання:

- яким є стан територій агро- та урбоценозів у даний час порівняно з первинним його станом (до початку антропогенного впливу) і яких змін можна очікувати у прогнозованому проміжку часу;
- які причини змін, що вже сталися і можуть статися в майбутньому, і що було, є або буде джерелом цих змін;
- які впливи на дане природне середовище є шкідливими (небажаними або неприпустимими);
- який рівень антропогенних впливів є неприпустимим або критичним, після якого відновлення до рівня екологічного балансу є неможливим [235].

Видів забруднення й інших негативних впливів на навколишнє середовище дуже багато, і тому неможливо спостерігати за всіма поллютантами повсюдно. Для моніторингу забруднень рекомендований [236] такий перелік основних критеріїв забруднення:

- величина фактичного або потенційно можливого впливу на здоров'я і добробут людини, на клімат або екосистеми;
- схильність до деградації в навколишньому природному середовищі й нагромадження в організмі людини і харчових ланцюгах;

– можливість хімічної трансформації у фізичних і біологічних системах, внаслідок чого змінені речовини стають токсичнішими або шкідливішими, ніж первинні викиди;

– мобільність (рухливість);

– фактичні або можливі тренди (тенденції) концентрації у навколишньому середовищі й в організмі людини;

– частота і/або розмір впливу;

– можливість замірів на даному рівні в різноманітних середовищах;

– значення для оцінки положення в навколишньому природному середовищі;

– придатність з точки зору загального поширення.

Одним з дієвих механізмів комплексного екологічного контролю стану територій може стати впровадження у виробничий процес концепції інтенсивного екологічного впливу ЗЛН [237], яка полягає у створенні їх систем, основними деревоутворюючими породами якої повинні бути лише деревні породи з більшою довговічністю, допоміжні насадження в яких мають бути ширшими для забезпечення більшого захисного ефекту.

Не менш важливим аспектом у підтриманні захисних функцій ЗЛН на територіях агро- та урбоценозів є впровадження методів екологічної оптимізації основних складових: ЗЛН та агро- та урбоценозів. Така оптимізація полягає у їх раціональному співвідношенні та взаємному розташуванні з утворенням нового, лісо-аграрного ландшафту, де будуть відновлені екологічна та біологічна рівновага [238, 239].

Таким чином, зважаючи на всі позитивні сторони запровадження екологічного контролю у виробничий процес агролісництва, можна припустити, що завдяки комплексності і послідовності існуючих методів можна підвищити і покращити існуючу полезахисну ефективність та забезпечення виконання відновних функцій ЗЛН.

6.3. Отримання можливого позитивного еколого-економічного ефекту від впровадження новітніх заходів екологічного контролю

При правильному веденні захисного лісорозведення Богуславське агролісництво може отримати ряд переваг, порівняно з нинішнім становищем.

Екологічний ефект від впровадження нових методів ведення лісогосподарської діяльності полягає у наступному :

- скорочення нераціонального використання лісових та земельних ресурсів;
- поліпшення стану навколишнього середовища;
- забезпечення умов сталого розвитку територій агро- та урбоценозів;
- зменшення негативного впливу на довкілля, шляхом покращення систем лісовпорядкування;
- поліпшення умов відтворення деревних та земельних ресурсів;
- відновлення порушених територій.

Реалізація запропонованих шляхів покращення використання ЗЛН можлива за умови розробки концепції господарювання в агролісництві та дотримання нормативних вимог, які в цілому повинні забезпечити ведення робіт по відтворенню лісів, користуванню лісосировинними ресурсами і на науковій основі. Крім цього шляхи покращення ЗЛН сприятимуть забезпеченню їх сталого розвитку і управління агролісництвом, збільшенню площі захисних лісів, збереженню їх біорізноманіття та невиснажливого лісокористування, задоволенню потреб суспільства в ЗЛН, створенню більш сприятливих умов для розвитку агролісорозведення, зменшенню загрози деградації земель, а також гармонізації норм ведення захисного лісорозведення в умовах сучасного розвитку агролісництва.

Економічний ефект захисного лісорозведення полягає в наступних чинниках:

- забезпечення більш високого рівня еколого-економічної ефективності ведення сільського господарства та нарощування обсягів виробництва за рахунок підвищення якості продукції;

- зменшення ерозії ґрунтів за допомогою системи ЗЛН, як фактору відновлення порушених територій здатні забезпечити сталість господарської діяльності та значного покращити прибутки підприємств.

Саме тому можна припустити, що узгодження напрямку лісогосподарського землекористування з потенційною продуктивністю земель дозволить мінімізувати перетворення природних ландшафтів; забезпечення розмаїття просторової структури територій агро- та урбоценозів на основі введення нормативів співвідношення аграрних та лісових угідь дозволить посилити механізми їх стійкості; управління територіями, яке буде здійснюватись на основі спостережень за змінами екологічного стану, шляхом впровадження комплексу організаційно-господарських, агротехнічних, меліоративних заходів а також за допомогою застосування ресурсозберігаючих та ґрунтозахисних технологій, дозволить покращити і вивести на новий рівень захисне лісорозведення в агролісництві.

Висновки до розділу 6

1. Досліджено функціонування системи контролю стану ЗЛН територіях агро- та урбоценозів Богуславського агролісництва і встановлено, що вона є актуальною і задовольняє вимоги сталого розвитку. Недосконалою є лише система організації виконання поставлених задач, що призводить до недотримання деяких умов сталого розвитку ЗЛН.

2. Проаналізовано існуючі сучасні методи контролю стану ЗЛН та їх можливу інтеграцію у виробничий процес агролісництва як дієвий засіб вдосконалення існуючої системи. Визначено систему поетапного впровадження механізмів контролю.

3. Встановлено, що забезпечення еколого-безпечного функціонування територій агро- та урбоценозів як системи може здійснюватися лише на основі обґрунтування співвідношення ЗЛН, земельних угідь, площ ділянок доріг тощо.

4. Запропоновано механізми впровадження нових еколого-контрольних методів та визначено можливі позитивні наслідки інтеграції нових методик у виробничий процес агролісництва як дієвий механізм боротьби проти негативних наслідків використання природних ресурсів та зменшення антропогенного впливу на стійкість природних та антропогенних систем.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дисертації вирішено важливе екологічне завдання щодо використання захисних лісових насаджень Богуславського агролісництва Київської області для забезпечення сталого розвитку територій урбо- та агроценозів, що дало можливість запропонувати нові критерії в оцінці їх стану. Проведені дослідження дозволяють зробити наступні висновки:

1. Встановлено, що залежність між основними екологічними факторами (продукування кисню, поглинання вуглекислого газу, затримання пилу та сажі), які визначають еколого-стабілізуючі функції ЗЛН на територіях урбо- та агроценозів, за один календарний період описується лінійною функцією. За багаторічний період ця сама залежність є кореляційною і описується також лінійною функцією, що показує зміни в процесі лісокористування: за цей період обсяги продукування зросли в середньому на 18,6 %; обсяги поглинання вуглекислого газу зросли в середньому на 17 %; обсяги затримання пилу та сажі зросли в середньому на 11 %.

2. Вперше запропоновано комплексні екологічні показники такі як коефіцієнт нормативної відповідності площі ЗЛН до площі агроландшафту, коефіцієнт ефективності реалізації протиерозійних заходів, індекс екологічної відповідності екологічних функцій ЗЛН природному стану антропогенного ландшафту які разом з кількісним визначенням екологічних факторів обумовлюють функціональне значення ЗЛН для агро- та урбоценозів.

3. Вивчено вміст токсичних металів (Pb, Zn, Mn, Cu, Ni, Cd) у ґрунтах території Богуславського агролісництва та встановлено, що токсичний вплив на навколишнє середовище та здоров'я населення характеризується мінімальним ($Z_{c1996} < 8$ та $Z_{c2009} < 8$) та допустимим ($8 < Z_{c1994} < 16$) рівнями забруднення ґрунтів. На основі проведених досліджень побудовано акумулятивний ряд іонного обміну $Zn > Pb > Ni > Cu > Cd$, який показує швидкість накопичення кожного металу.

4. Вивчено вміст залишкових концентрацій нітратів та хлорорганічних пестицидів у ґрунтах агролісництва та визначено їх основні токсикоекологічні параметри. Встановлено, що забруднення ґрунтів відбувається за експоненційною моделлю і не має загрозливих ефектів для територій агроценозів, на яких розташовані ЗЛН та не становить загрози для навколишнього середовища.

5. Підтверджено тісні взаємозв'язки всередині фітоценозу ЗЛН. Встановлено залежність змін ценотичних властивостей фітоценозу від типу конструкції ЗЛН та культур, які його населяють.

6. Запропоновано використання властивостей ЗЛН та підбір видів їх деревостанів як складової системи фітоекстракції для забезпечення очищення територій від забруднювачів. Було встановлено, що для даного типу місцевості найефективнішим є використання таких головних порід насаджень як: сосна (звичайна, чорна), акація біла, береза, платан, дуб, верба, тополя, горіх.

7. Розроблено новий підхід відведення стоків дощових і талих вод з територій урбоценозу з комплексним застосування інженерної фітомеліорації та фітоекстракції. Запропоновано використання дренажної труби відведення дощових і талих вод з дорожнього полотна з подальшим їх очищенням за допомогою системи ЗЛН.

8. Запропоновано використання вдосконаленої конструкції системи ЗЛН, а саме запропоновано трирядну ажурно-продувну конструкцію з двома рядами чагарників. Найоптимальнішою відстанню від дорожнього полотна було прийнято 11,25 м, в залежності від інтенсивності транспортного потоку. Ширина ЗЛН була прийнята приблизно 15 м, це є оптимальною шириною для забезпечення фізико-екологічних та санітарно-рекреаційних параметрів вибраної ділянки території.

9. Встановлено механізми забезпечення еколого-стабілізуючої ролі ЗЛН та запропоновано механізми впровадження нових еколого-контрольних методів для забезпечення сталого розвитку соціально-економічних систем, а саме формування такого морфологічного вигляду агроценозів, які б мали

високу продуктивність, екологічне різноманіття, естетичну привабливість і, крім того, задовольняли би екологічні та токсикологічні параметри.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Денисик Г.І. Антропогенні ландшафти Правобережної України: Монографія. Вінниця: Арбат, 1998. 292 с.
2. Алексеенко В.А. Введение в экологическую геохимию. Ч.1. Краснодар: КГТУ, 1994. 184 с.
3. Corlett R.T. What is a secondary forest?. *Journal of tropical ecology*. 1994. №10. P.445-447.
4. Мильков Ф.Н. Рукотворные ландшафты. Москва: Знание, 1978. 87с.
5. Мильков Ф.Н. Словарь-справочник по физической географии. Издание 2-е. Москва: Мысль, 1970. 344 с.
6. Маринич О.М. Географічна енциклопедія України: В 3-х томах. Т. 3. Київ, 1993. С.173-173.
7. Охрана ландшафтов. Толковый словарь. Москва: Прогресс, 1982. — 270 с.
8. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. Москва: Мысль, 1990. 637 с.
9. Мильков Ф.Н. Человек и ландшафты Москва: Мысль, 1973. 222 с.
10. Дем'яненко С.О. Теоретичні основи дослідження антропогенної трансформації геосистем. *Географічна освіта і наука в Україні: Зб. наукових праць*. 2003. С. 117–118.
11. Ревелль П., Ревель Ч. Среда нашего обитания. В 4 кн. Москва: Мир, 1995. Кн. 1 (340 с.); Кн. 2 (296 с.); Кн. 3 (292 с.); Кн. 4 (191 с.).
12. Куракова Л.И. Современные ландшафты и хозяйственная деятельность. Москва: Просвещение, 1983. 279 с.
13. Денисик Г.І. Лісополе України. Вінниця: Тезис, 2001. 283 с.
14. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. Москва: Сельхозгиз, 1953. 151 с.

15. Глобальная оценка лесных ресурсов 2010 года: Основной отчет. Рим: Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН, 2011. 344 с.
16. Залеський І.І., Клименко М. О. Екологія людини. Київ: Академія, 2005. 287 с.
17. Удод В.М., Трофімович В. В., Волошкіна О. С., Трофімчук О. М. Техноекологія. Київ: РВВ КНУБА ІТГП НАН України, 2007. 195 с.
18. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2006 р. Київ: Мінприрода, 2007. 276 с.
19. Лесная энциклопедия: В 2-х т., т.2. Москва: Сов. энциклопедия, 1986. 631 с.
20. Агролісомеліорація. Терміни і визначення понять: ДСТУ ISO 4874:2007. [Чинний від 01.01.2009]. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 20 с.
21. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология. Ростов: Феникс, 2007. 602 с.
22. Гладун Г.Б. Історія степового та захисного лісорозведення. Лісовий і мисливський журнал. 2005. № 3. С. 8-9.
23. Ивонин В.М. Экология и лесные мелиорации. Новочеркасск: Майкоп, 1988. 98 с.
24. Пилипенко О.І. Юхновський В.Ю., Дударець С.М., Малюга В.М. Лісові меліорації. Київ: Аграрна освіта, 2010. 283.с.
25. Пилипенко А.И. Лесоводственные особенности и мелиоративное влияние полезащитные лесных полос в условиях черноземной Степи Украины (Теоретическое и экспериментальное обоснование оптимальных конструкций лесополос). Київ: УСХА, 1992. 75 с.
26. Yong A. Agroforestry for Soil Management [second edition]. Oхon: CAB International and ICRAF, 1997. 320 p.
27. Сапко В.Ф. Наукові основи раціонального використання земель, виведених з інтенсивного обробітку [Концепція зменшення землі в обробітку та стратегія переведення її в природні кормові угіддя та

- заліснення]. Матер. міжнар. конф. наукові основи раціонального використання земель виведених з обробітку – Київ: Чабани. С. 3-7.
28. Малюга В.М. Основні положення теорії відновлення нормального екологічного стану еродованих територій на прикладі засвоєння яружно-балкових систем. Науковий вісник НАУ. 2004. Вип.70. С. 219-228.
 29. Маценко Г.О. Все про ліс. Які вони дерева України. Магістраль. 1997. №42-43. С. 42.
 30. Лісове господарство та деревообробна промисловість України. Київ: Болгов медіа центр, 2005. 144 с.
 31. Лісовий кодекс України: Кодекс України від 21.01.1994 №3852-ХІІ. Київ: Національний книжковий проект, 2011. 80 с.
 32. Про затвердження порядку поділу лісів на групи, віднесення їх до категорії захисності та виділення особливо захисних ділянок лісового фонду: Постанова Кабміну України від 16.05.2007 №733.
 33. Исаев А.С., Коровин Г.Н., Сухих В.И., Титов С.П., Уткин А.И., Голуб А.А., Замолотчиков Д.Г., Пряжников А.А. Экологические проблемы поглощения углекислого газа посредством лесовосстановления и лесоразведения в России: Аналитический обзор. Москва: Центр экологической политики России, 1995. 156 с.
 34. Воронков Н.А. Общая, социальная, прикладная экология. Москва: Рандеу-ам, 1999. 424 с.
 35. Малюга В.М. Опыт создания защитных насаждений на эродированных землях Каневских дислокаций: автореф. дис. канд. с.-х. наук. Харьков, 1987. 23с.
 36. Del Lungo A., J. Ball, J. Carle. Global planted forests thematic study: results and analysis. [Planted forests and trees working paper №38]. Rome: FAO, 2006. 178 p.
 37. Матюк И. С. Строители почвы. Лес и человек. 1977. №6. С. 133-138.

38. Гладун Г.Б. Трофименко М.Є., Лохматов М.А. Захисні лісові насадження: проектування, вирощування, впорядкування. Харків: Нове слово, 2005. 390 с.
39. Рослинність УРСР. Ліси. К.: Наук. думка, 1971. 460 с.
40. Мусохранов В.Е. Татаринцев Л.М., Жачкина Т.Н. Основы рационального природопользования. В 3-х частях. Ч.3. Барнаул: АГАУ, 2007. 255 с.
41. Николаенко В.Т. О роли лесных насаждений в повышении качества воды. Лесное хозяйство и лесная промышленность СССР [к VII Международному лесному конгрессу]. 1972. С. 7-19.
42. Лес и охрана природы. Под общ. ред. С.Г.Синицына. Москва: Лесная промышленность, 1980. 288 с.
43. Молчанов А. А. Гидрологическая роль леса. Москва: АН СССР, 1960. 488 с.
44. Николаенко В.Т. Лес и защита водоёмов от загрязнения. Москва: Лесная промышленность, 1980. 264 с.
45. Никитин П.Л. Как выращивать защитные лесные насаждения. Под ред. П.Л.Никитина, Т.Д.Рожкова. Алматы: Ленинград, 1955. 112 с.
46. Jenkins M. Scherr S.J., Inbar M. Markets for biodiversity services: potential roles and challenges. *Environment*. 2004. № 46(4). P. 32-42.
47. Гладун Г.Б. Значення захисних лісових насаджень для забезпечення сталого розвитку агроландшафтів. Науковий вісник. 2005. Вип.15., №7. С. 113-118.
48. Генсірук С.А. Ліси України. Київ: Наук. думка, 1992. 408 с.
49. Герасименко П.И. Лесная мелиорация. Київ: Вища школа, 1990. 280 с.
50. MacCleery D. American forests: a history of resiliency and recovery. Durham: USDA - Forest Service, 1994. 58 p.
51. Гладун Г.Б. Лохматов Н. А. В.В. Докучаев и лесные мелиорации. Харьков: Новое слово, 2007. 574 с.
52. Набатов Н.М. Лесоводство: учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. Москва: МГУЛ, 2002. 192 с.

53. Луганский Н.А. Залесов С.В., Щавровский В.А. Лесоведение: учебное пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. академия, 1996. 373 с.
54. Стройная С.А. Защитное лесоразведение на орошаемых землях Украины и Северного Кавказа. Киев: Наукова думка, 1991. 277 с.
55. Про меліорацію земель: Закон України від 14.01.2000 р. ВВР України. 2000. №11. 90 с.
56. Про загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки: Закон України від 21 вересня 2000 р. ВВР України. 2000. №47. с. 405.
57. Blaikie P.M. Brookfield H. Land degradation and society. London, New York: Methuen, 1987. 299 p.
58. Gossling S. Market integration and ecosystem degradation: is sustainable tourism development in rural communities a contradiction in terms?. Environment, development and sustainability. 2003. №5. P. 383-400.
59. Gibson C.C., McKean M.A., Ostrom E. Common property: what is it, what is it good for, and what makes it work?. People and forests: communities, institutions and governance. 2000. P. 27-56.
60. Оцінка придатності сільськогосподарських угідь вимогам спеціальних сировинних зон: методичні рекомендації. За ред. академіка УААН О.І.Фурдичка. Київ: Логос, 2006. 20 с.
61. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2010 р. Київ: Мінприрода, 2012. 254 с.
62. Пилипенко О.І. Юхновський В.Ю., Ведмідь М.М. Системи захисту ґрунтів від ерозії. Київ: Златояр, 2004. 435 с.
63. Baland J.-M. Platteau J.-P. Halting degradation of natural resources: is there a role for rural communities?. New York: Oxford University Press, 1996. 423 p.
64. Heil Gerrit W. Environmental effects of afforestation in North-Western Europe. From field observations to decision support. **Edited by** Gerrit W. Heil. Netherlands: Springer, 2007. 320 p.

65. Державний земельний кадастр України, 2000 рік / Держкомзем України. Київ, 2001. 125 с.
66. Державний лісовий кадастр України на 1 січня 1996 року. Ірпінь: 1997. 508 с.
67. Бобров Р.В. Об управлении лесами Отечества: исторический обзор. Москва: ВНИИЦ лесресурс, 1990. Вып. 6. С.7.
68. Лесное хозяйство на рубеже XXI века. X мировой лесной конгресс, Париж. Москва: Экология, 1991. Т.1. С. 1-189; Т.2. С. 190-330.
69. Юхновський В.Ю. Лісоаграрні ландшафти рівнинної України: оптимізація, нормативи, екологічні аспекти. За ред. О.І. Пилипенка. Київ: Ін-т аграрної економіки УААН, 2003. 273 с.
70. Цветков В.Ф. Наквасина Е.Н., Серый В.С. Проблемы лесоведения и лесоводства. Архангельск, 2005. 188 с.
71. Юхновський В.Ю. Малюга В.М., Штофель М.О., Дударець С.М. Шляхи вирішення проблеми полезахисного лісорозведення в Україні. Наук пр. Лісівничої академії наук України. 2009. Вип. 7. С. 62-65.
72. Про затвердження Державної цільової програми «Ліси України» на 2002-2015 роки: постанова КМУ від 16.09.2009 № 977 [Електронний ресурс]. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=977-2009-%EF>.
73. Ситник В.П. Безуглий М.Д., Заришняк А.С. та ін. Концепція управління агроландшафтами. За наук. ред. О.І.Фурдичка. Київ: ДІА, 2008. 15 с.
74. Global environment outlook. United Nations environment programme. London: Earth scan publications Ltd., 2002. 472 p.
75. The MCPFE report on sustainable forest management in Europe - Warsaw, Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, 2007. 273 p.
76. Innovative and sustainable use of forest resources: vision 2030. A technology platform initiative by the European forest-based sector. Brussels: European Confederation of Woodworking Industries, Confederation of European Forest Owners, Confederation of European Paper Industries, 2005. 20 p.

77. Матюн И.С. Устойчивость лесонасаждений. Москва: Лесная промышленность, 1983. 136 с.
78. Venakis, Theodoros (15 січня 2020). Parliament supports European Green Deal. European Interest (амер.). Архів оригіналу за 30 грудня 2020. Процитовано 20 січня 2020.
79. Исаченко А.Г. Оптимизация природной среды Москва: Мысль, 1980. 264 с.
80. Becker G., Coleman E., Hetsch S., Kazemi Y., Prins K. Mobilizing wood resources: can Europe's forests satisfy the increasing demand for raw material and energy under sustainable forest management: Background paper, UNECE/FAO Workshop on Mobilizing Wood Resources. Geneva: UNECE, 2007. 140 p.
81. In search of excellence: exemplary forest management in Asia and the Pacific. Edited by P.B. Durst, C. Brown, H.D. Tacio, M. Ishikawa. Bangkok: FAO Regional Office for Asia and the Pacific, 2005. 419 p.
82. Mantau U., Steierer F., Hetsch S., Prins C. Wood resources availability and demands. Part I National and regional wood resource balances. Background paper to the UNECE/ FAO Workshop on Wood Balances. Geneva: UNECE, 2008. 67 p.
83. Parrotta J.A. Agnoletti M. Traditional forest knowledge: challenges and opportunities. Forest Ecology and Management. 2007. №249. P. 1-4.
84. Ince P. Schuler A., Spelter H., Luppold W. Globalization and structural change in the US forestry sector: an evolving context for sustainable forest management: General Technical Report FPL-GTR-170. Washington: USDA Forest Service, 2007. 72 p.
85. Писаренко А. И. Страхов В. В. Инновационное лесное хозяйство и управление знаниями. Лесное хозяйство. 2009. № 2. С. 3.
86. Вакушина А.В. Розробка системи багатокритеріальної оцінки екологічного стану лісових масивів. Лісівництво і агролісомеліорація. 2010. Вип. 117. С. 71-74.

87. Globalization and sustainability: the forest and wood industries on the move. Geneva: International labor organization, 2001. 12 p.
88. Martin R.M. Deforestation, land-use change and REDD Appl. Unasylyva. 2008. № 230. P. 3-11.
89. State of the woods forests 2007. Rome: FAO, 2007. 144 p.
90. Медоуз Д. Рандерс Й., Медоуз Д. Пределы роста. 30 лет спустя Москва: Академкнига, 2007. 342 с.
91. Макаренко Н.А. Ракоїд О.О., Москальов Є.Л. та ін. Агроекологічний стан орних земель Київщини: комплексна оцінка та заходи поліпшення: методичні рекомендації. За ред. О.І. Фурдичка. Київ, 2005. 54 с.
92. Римар Н. В. Внутрипроизводственный хозрасчет (проблемы совершенствования, эффективность применения). Львов: Выща школа. 1989. 198 с.
93. Петров А.П. Система показателей для оценки эффективности использования и воспроизведения лесных ресурсов (на примере комплексных лесных предприятий). Лесной журнал. 1978. № 4. С. 127-131.
94. Сударев В.Г. Панков Е. В. Система показателей для оценки использования ресурсов в комплексных лесных предприятиях. Лесное хозяйство. 1989. № 3. С. 19-22.
95. Дворяшина Н.С. Лісові ресурси Західного регіону України, їхній стан та перспективи використання. Київ: Рада по вивченню продуктивних сил України НАН України, 2005. 114 с.
96. Юхновський В.Ю. Агролісомеліоративний моніторинг лісоаграрних ландшафтів. Науковий вісник НАУ, 2002. Вип. 50. С. 236–242.
97. Юхновский В.Ю., Гладун Г.Б. Агролесомелиоративный мониторинг в Украине. Мониторинг и оценка состояния растительного мира. Материалы международной научной конференции, посвященной 80-летию Национальной академии наук Белоруссии. Минск: ИООО Право и экономика, 2008. С. 130-132.

98. Canadian council of forest ministers. Criteria and indicators of sustainable forest management in Canada: national status. Ottawa: Natural Resources Canada, 2010. 81 p.
99. Ларионов Г.А. Эрозия и дефляция почв: основные закономерности и количественные оценки. Москва: МГУ, 1993. 200 с.
100. Кучерявый В.А. Урбоэкология с основами фитомелиораций. Часть II: Фитомелиорации. Москва: Информация, 1991. 288 с.
101. Погребняк П.С. Общее лесоводство. Москва: ЁЁ Медиа, 1967. 440 с.
102. Куликов Г.М. Старжинский В.Н., Мехренцев А.В., Зубов С.А. Основы лесного хозяйства. Екатеринбург: Урал. гос. ЛТА, 2000. 350 с.
103. Удод В.М. Абу Діб С.М. Структурно-функціональна оптимізація агролісомеліоративних еколого-економічних систем. Екологічна безпека та природокористування. 2012. Вип. 9. С. 105-108.
104. Родин А.Р, Родин С. А., Рысин С.Л. Лесомелиорация ландшафтов Москва: МГУЛ, 2002. 127 с.
105. Leszczyszyn, O. I., Imam, H. T., Blindauer, C. A. Diversity and distribution of plant metallothioneins: a review of structure, properties and functions. 2013. Metallomics 5, 1146–1169.
106. Матякин Г.И., Калашников А.Ф., Бабанин А.В. и др. Справочник агролесомелиоратора, 1971. 272 с.
107. Колесниченко М.В. Лесомелиорация с основами лесоводства. Москва: Колос, 1981. 334 с.
108. Николаенко В.Т. Лес и современное природопользование. Москва: Агропромиздат, 1986. 207 с.
109. ДСТУ ISO 4874:2007 Агролісомеліорація. Терміни і визначення понять. Чинний від 01.01.2009. Держспоживстандарт України, 2009. 20 с.
110. Кульчицький-Жигайло І.Є., Приболотна Н.С., Ошуркевич О.Є. Вплив лісоексплуатаційних заходів на стік води та наносів у притоках річки Головчанка. Міжвідомчий науково-технічний збірник “Лісове

- господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість”. 2006. Вип. 32. С. 109-118.
111. Юхновський В.Ю., Малюга В.М., Дударець С.М. та ін. Настанови з лісомеліоративного впорядкування захисних лісових насаджень лінійного типу та розташованих у смугах відведення каналів, залізниць, автомобільних доріг. Київ : Компринт, 2012. 38 с.
112. Соваков О. В. Конструктивні особливості і меліоративна ефективність полезахисних лісових смуг. URL: http://nd.nubip.edu.ua/2014_3/29.pdf (Дата звернення: 29.03.2020 р.).
113. Chalmin A. Produktionsaspekte in Agroforstsystemen mit Wertholzern – landwirtschaftliche Produktion. Anbau und Nutzung von Baumen auf landwirtschaftlichen. 2009. S. 275-287.
114. Рекомендации по технологии создания защитных лесонасаждений на богарных и орошаемых землях и повышения их мелиоративных функций в сухостепной зоне РФ . Москва: Россельхозакадемия, 2000. 12 с.
115. Skidmore E.L. Modifying the microclimate with wind barriers //Proceedings of seminar «Modifying the Soil and Water Environment for Approaching the Agricultural Potential of the Great Plains». Agr. Council Pub. 1969. № 3k, V. 1. P. 107-120.
116. Marshall J. K. The effect of shelter on the productivity of grasslands and field crops. Field Crop Abstracts. 1967. № 20(1). P. 1-15.
117. Brandle J.R., Hodges L., Zhou X.H. Windbreaks in North American agricultural systems. Agroforestry Systems. 2004. №61. P. 65-78.
118. Helmers G.A., Brandle J. Optimum Windbreak Spacing in Great Plains . Agriculture Great Plains Research. 2005. № 2, V.15. P. 98-179.
119. Ситник О.С. Аеродинамічні властивості полезахисних лісових смуг. Наук. вісник НАУ. 2004. Вип. 71. С. 195–198.
120. Погребняк П.С. Общее лесоводство [2-е перераб]. Москвв: Колос, 1988. 440 с.

121. Родин А.Р., Родин С.А. Лесные культуры и лесомелиорация. Москва: Агропромиздат, 1987. 345 с.
122. Пилипенко А.И. Лесоводственные особенности и мелиоративное влияние полезавитные лесных полос в условиях черноземной Степи Украины Теоретическое и экспериментальное обоснование оптимальных конструкций лесополос. Киев: УСХА, 1992. 75 с.
123. Калінін М.І., Мельник О.С. Теоретичні основи лісових. Львів : Світ, 1991. 262 с.
124. Горшков В.Г. Энергетика биосферы и устойчивость состояния окружающей среды. Итоги науки и техники. Т.7. Москва: ВИНТИ, 1990. 238 с.
125. Фурдичко О.І., Гладун Г.Б., Лавров В.В. Ліс у Степу: основи сталого розвитку. Київ: Основа, 2006. 490 с.
126. Сайко В.Ф. Вилучення з інтенсивного обробітку малопродуктивних земель та їхнє раціональне використання. Київ: Аграрна наука, 2000. 38 с.
127. Інструктивні вимоги з лісомеліоративного впорядкування захисних лісових насаджень. Видання 2-ге, уточнене і доповнене. Київ: НАУ, 2004. 71 с.
128. Гвоздев В.К., Григорьев В.П., Чистый В.И. Лесоводство и лесовосстановление. Ростов-на-Дону: Дизайн ПРО, 2003. 240 с.
129. ГБН В.2.3-218-007:2012 Споруди транспорту. Екологічні вимоги до автомобільних доріг. Проектування. Наказ від 06.08.2012 року № 307.
130. Абу Діб С.М. Екологічна оцінка стану лісових (захисних) екосистем Богуславського агролісництва Київського регіону. Екологічна безпека та природокористування. 2011. Вип. 7. С. 176-180.
131. Научные основы оптимизации лесистости на водосборах и рекомендации по ее формированию. Научно-техническая информация в лесном хозяйстве. 2006. № 9. С. 19-38.
132. Пилипенко О.І., Юхновський В.Ю., Ведмідь М.М. Системи захисту ґрунтів від ерозії. Київ: Златояр, 2004. 435 с.

133. Павловский Е.С. Лесоводственные меры ухода за защитными насаждениями. Справочник агролесомелиоратора. Москва: Агропромиздат, 1971. С. 180–202.
134. Авров Ф.Д. Восстановление устойчивых лесных насаждений. Лесное хозяйство. 2000. №2. С. 33-35.
135. Руденко В.П., Вацеба В.Я., Соловей Т.В. Природно-ресурсний потенціал природних ресурсів України. Чернівці: Рута, 2001. 268 с.
136. Удод В.М. Абу Діб С.М. Екологічна характеристика природно-техногенних ландшафтів Богуславського агролісництва. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. 2012. Вип. 5/2012 (76). С. 102-105.
137. Абу Діб С.М. Роль лісу в екологічній стабілізації агроландшафтів. Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених та і студентів “Сучасні екологічно безпечні та енергозберігаючі технології в природокористуванні”. Ч. 2. Київ: КНУБА, 2011. С.120-123.
138. Проект організації та розвитку лісового господарства Богуславського державного агролісництва Київської області. [Пояснювальна записка]. Ірпінь, Держкомлісгосп України Укр. держ. лісовпор. виробн. об'єдн. Укр. лісовпор. експ., 2006. 146 с.
139. Про затвердження порядку поділу лісів на групи, віднесення їх до категорії захисності та виділення особливо захисних ділянок лісового фонду: Постанова Кабміну України від 16.05.2007 №733.
140. Tkachenko T., Abu Deeb S. Protective Forest Plantations as a System of Protection Biocenoses and Technocenoses from the Negative External Factors Impacts. Climate Change & Sustainable Development. New Challenges of the Century: Monograph. Mykolaiv: PMBSNU – Rzeszow: RzUT, 2021. P. 442-451
141. Коваль Я.В. Економічна оцінка лісових ресурсів: методологія, методика, практика. Київ: РВПС НАН України, 1998. 44 с.

142. Павліщук О.П. Стан відтворення та використання лісових ресурсів в контексті сталого розвитку лісового господарства. Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість. 2003. Вип. 28. С. 187 – 190.
143. Санітарні норми допустимих концентрацій (ПДК) хімічних речовин в ґрунті: від 30.10.1987 № 4433-87, органи влади СРСР, 1988.
144. ГОСТ № 17.4.1.01-83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. Москва: Госстандарт, 1983 г.
145. Методические указания по оценке и степени опасности загрязнение почвы химическими веществами. Утв. зам Гл. сан. врача СССР 13.08.87. N 4266-87. 1989. 25с.
146. Охрана природы. Почвы. Методы отбора объединенных проб почвы и оценки загрязнения сельскохозяйственного угодья остаточными количествами пестицидов. Методические указания / РД 52.18.156-99. Утв. Фед. службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды №52.18.156-99.
147. Devillers J. Indicateurs pour evaluer les risques lies a l'utilisation des pesticides Tech & Doc editions. Paris: Lavoisier, 2005. 278 p.
148. Gustafson D.I. Groundwater ubiquity score: a simple method for assessing pesticide leachability. Environmental Toxicology and Chemistry. 1989. №8. P. 339 - 357.
149. Swanson M.B. Davis G.A., Kincaid L.E., Schults T.W., Bartmess J.E., Jones, E.L. George S.L CHEMS 1: Screening Method for ranking and scoring chemicals by potential human health and environmental impacts. Environmental Toxicology & Chemistry. 1997. V.16(2). P. 372 - 383.
150. Van der Werf H.M., Zimmer C. An indicator of pesticide environmental impact based on a fuzzy expert system. Chemosphere. 1998. V.36. P. 2225-2249.
151. Van Bol. Study and analysis of existing Pesticide Risk Indicators. Nask B1. 2002. 35 p.

152. Васильев В.П., Кавецкий В.Н., Бублик Л.И. Интегральная классификация пестицидов по степени опасности и оценка потенциального загрязнения окружающей среды. *Агрохимия*. 1989. №6. С. 97-102.
153. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. Москва: Наука, 1967. 471 с.
154. Abu Deeb S, Tkachenko T. Dynamics of soil pollution by nitrates and organochlorine pesticides on the territory of agrocenocenes. Міжнародна науково-практична конференція «Екологія, Ресурси, Енергія», Київ, 24-26 листопада 2021 р.: Робоча програма і тези доповідей. Київ, 2021. С. 33.
155. Каманина И.С. Состояние почвенного покрова. *Экологический вестник Дубны*. 2002. Режим доступа: www.ecology.dubna.ru.
156. Солуха Б.В., Фукс Г.Б. Міська екологія. Київ: КНУБА, 2004. 338 с.
157. АД А.2.4-37641918-002:2015 Дренажні конструкції земляного полотна на автомобільних дорогах загального користування. Архітектурно-будівельні креслення.
158. М 218-02070915-684:2011 Методика визначення пропускної здатності дренажної конструкції мілкового залягання з урахуванням річного циклу роботи.
159. Юхновський В. Ю., Малюга В. М., Дударець С. М. та ін. Настанови з лісомеліоративного впорядкування захисних лісових насаджень лінійного типу та розташованих у смугах відведення каналів, залізниць, автомобільних доріг. Київ : Компринт, 2012. 38 с.
160. Моисеев Н.Н., Свирижев Ю.М., Крапивин В.Ф. Применение метода математического моделирования к оценке риска воздействия на окружающую среду. *Экономические проблемы Мирового океана : Тезисы докладов на Всесоюз. конф.* Москва: 1977. С. 21-23.
161. Алексеев В.А. Лесные экосистемы и атмосферные загрязнения. Ленинград.: Наука, 1990. 198с.

162. Качинський А.Б. Математичне моделювання геохімічних полів із залежними спостереженнями. Доп. АН УРСР. Сер. Б7 Геол., хім. та біол. науки. 1989. №5. С. 10-12.
163. Удод В.М. Абу Діб С.М. Роль лісу (ЗЛН) в екологічній стабілізації стану агроландшафтів. Екологічна безпека та природокористування. 2011. Вип. 8. С 119-130.
164. Удод В. М., Абу Діб С. М. Екологічна оцінка генезису формування структури спеціалізованої мезоекосистеми на антропогенних агроландшафтах. Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки. 2013. Вип. 35. С. 108-118
165. Удод В. М., Котовенко О. А., Абу Діб С.М. Екологічний підхід до визначення ролі захисних лісових насаджень щодо відновлення антропогенних ландшафтів. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. 2013. Випуск 2/2013 (79). С. 125-128.
166. Stevens J., Wackhamer D. Wackhamer Environmental pollution. A multimedia approach to modeling human exposure. Environ. sci. and technol. 1989. № 10. P. 1180-1186.
167. Удод В. М., Абу Діб С. М. Екологічна оцінка стану природно-антропогенних ландшафтів в межах дії інженерних лісозахисних конструкцій. Екологічна безпека та природокористування. 2014. Вип. 14. С.80-85
168. Абу Діб С.М. Захисні лісові насадження як один з факторів екологічної стабілізації стану агроландшафтів. Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених та студентів “Екологічні проблеми природокористування та ефективне енергозбереження ”. Ч. 2. Київ: КНУБА, 2012. 120-123.
169. Одум Ю. Экология. Москва: Мир, 1986. Т. 1. 328 с.; Т. 2. 376 с.

170. Коваль Я.В., Бондар В.С., Голуб О.А. та ін. Проблеми збалансованого лісокористування в системі сталого розвитку. Київ: Науковий світ, 2005. 224 с.
171. Адамовський О.М. Обґрунтування еколого-економічного критерію для оптимізації лісокористування. Менеджмент природних ресурсів, екологічна і лісова політика. 2003. Вип. 14.2. С. 97-103.
172. Фильюшкина Г.Н. Государственное управление лесопользованием в Британской Колумбии (Канада). Лесное хозяйство. 2006. №2 С.13-18.
173. Рекус И.Г., Шорина О.С. Основы экологии и рационального природопользования. Москва: Изд-во МГУП, 2001. 146 с.
174. Маринич А.М., Пашенко В.М., Шищенко П.Г. Природа Украинской ССР. Ландшафты и физико-географическое районирование. Київ: Наук, думка, 1985. 224 с.
175. Гнатенко О.Ф., Капштик М.В., Петренко Л.Р., Вітвіцький С.В. Ґрунтознавство з основами геології. Київ: Оранта, 2005. 647 с.
176. Почвоведение [под ред. И.С.Кауричева]. Изд. 4-е. Москва: Агропромиздат, 1989. 719 с.
177. Grigal D.F. Effects of extensive forest management on soil productivity. For. Ecol. Manage. 2000. №138. P. 167–185.
178. Kozlowski T.T. Soil compaction and growth of woody plants. Scand. J. For. Res. 1999. №14. P. 596–619.
179. Startsev A.D., McNabb D.H. Effects of skidding on forest soil infiltration in west-central Alberta. Can. J. Soil Sci. 2000. №80. P. 617–624.
180. Froehlich H.A., Miles D.W.R., Robbins R.W. Soil bulk density recovery on compacted skid trails in Central Idaho. Soil Sci. Soc. Am. J. 1985. №49. P. 1015–1017.
181. Hildebrand E.E. The influence of soil compaction on soil functions in forest sites: seminar on the impact of mechanization of forest operations on the soil. Louvain-La-Neuve, 1989. P. 149–164.

182. Bayhan Y., Kayisoglu B., Gonulol E. Effect of soil compaction on sunflower growth. *Soil Till. Res.* 2002. №68. P. 31–38.
183. Grzesiak S., Grzesiak M.T., Felek W., Hura T., Stabryla J. The impact of different soil moisture and soil compaction on the growth of triticale root system. *Acta Physiol. Plant.* 2002. №24. P. 331–342.
184. Rosolem C.A., Foloni J.S.S., Tiritan C.S. Root growth and nutrient accumulation in cover crops as affected by soil compaction. *Soil Till. Res.* 2002. №65. P. 109–115.
185. Balbuena R., MacDonagh P., Marquina J., Jorajuria D., Terminiello A., Claverie J. Wheel traffic influence on poplar regeneration and grass yield. *Biosyst. Eng.* 2002. №81. P. 379–384.
186. Gomez A., Powers R.F., Singer M.J., Horwath W.R. Soil compaction effects on growth of young ponderosa pine following litter removal in California's Sierra Nevada. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2002. №66. P. 1334–1343.
187. Ampoorter E. Soil compaction due to mechanized forest harvesting: quantification of ecosystem effects and exploration of recovery potential: thesis... PhD: land and forest management. Ghent., 2011. 216 p.
188. Smerdon B. D., Redding T. E., Beckers J. An overview of the effects of forest management on groundwater hydrology. *J. of Ecosyst. And managm.* 2009. №10 (1). P. 22-44.
189. Минеев В.Г., Макарова А.И., Гришина Г.А. Тяжелые металлы и окружающая среда в условиях современной интенсивной химизации. Сообщение 1. Кадмий. *Агрохимия.* 1981. № 5. С. 146-154.
190. Соколов О.А., Черников В.А. Экологическая безопасность и устойчивое развитие. Книга 1: Атлас распределения тяжелых металлов в объектах окружающей среды. Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1999. 163с.
191. Потатуева Ю.А., Сидоренкова Н.К., Прищеп Е.Г. Агроэкологическое значение примесей тяжелых металлов и токсичных элементов в удобрениях. *Агрохимия.* 2002. 1. С. 85-95.

192. Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Суханова Н.И. Химия почв. Москва: Высш. шк. , 2005. 558 с.
193. Кац Д.М., Пошковский И.С. Мелиоративная гидрогеология. Учебное пособие. Москва: Агропромиздат. 1988. 256 с.
194. Kung K.-J.S. Preferential flow in a sandy vadose zone: 1. Field observation Geoderma. 1991. № 46. P. 51-58.
195. Steenhuis T.S., Parlange J.Y., Gish, T., Shirmohammadi A. Preferential flow in structured and sandy soil. Proceedings of the National Symposium on Preferential Flow. 1991. ASAE. P. 12-21.
196. Van Genuchten R., Ralston D.E., Germann P.F. eds. Transport of water and solutes in macropores. Geoderma. 1990. № 46 (1-3). P. 1-297.
197. Ghodrati M. Jury W.A. A field study of the effects of soil structure and irrigation method on preferential flow of pesticides in unsaturated soil. J. Contam. Hydrol. 1992. № 11. P. 101-125.
198. Kladvik E.J., van Scoyoc G.E., Monke E.J., Oates K.M., Pask W. Pesticide and nutrient movement into subsurface tile drains on a silt loam soil in Indiana. J. Environ. Qual. 1991. № 20. P. 264—270.
199. Овчинникова М. Ф. Химия гербицидов в почве. Москва: МГУ, 1987. 109 с.
200. Бондарев В. С. Особенности поведения и количественные закономерности устойчивости пиклорама в почве: автореферат дис... канд. биол. наук: 06.01.04. Москва, 1988. 24 с.
201. ГОСТ 17.4.1.02–83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. Москва: Госстандарт, 1983.
202. Григора І.М., Соломаха В.А. Основи фітоценології. Київ: „Фітосоціоцентр“, 2000. С. 47-60.
203. Сукачев В.Н. Избранные труды. Том 1. Основы лесной типологии и биогеоценологии. Ленинград: Наука, 1972. 418 с.
204. Наумова Л.Г. Основы фитоценологии. Уфа: Башкирский педагогич. и-т. 1995. С. 76-91.

205. Петров В. В. Лес и его жизнь. Москва: Просвещение, 1986. 195 с.
206. Прокопьева Л.В. Фитоценология. Йошкар-Ола: Мар. гос. у-т, 2009. 128 с.
207. Шакирова Ф.М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и её регуляция. Уфа, Гилем, 2001. 160 с.
208. Корсак К.В., Плахотнік О.В. Основи екології. Київ: МАУП, 2000. 238 с.
209. Злобін Ю.А. Основи екології. Київ: Лібра, 1998. 249 с.
210. Работнов Т.А. Фитоценология. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГУ, 1992. 352 с.
211. Ипатов В.С. Кирикова Л.А. Фитоценология. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1998. 314 с.
212. Разумовский С. М. Закономерности динамики биогеоценозов. Москва: Наука, 1981. 231 с.
213. Сукачѳв В.Н. Биогеоценоз как выражение взаимодействия живой и неживой природы на поверхности Земли: соотношение понятий «биогеоценоз», «экосистема», «географический ландшафт» и «фация». Основы лесной биогеоценологии. Москва: Наука, 1964. С. 5-49.
214. Миркин Б.М. Теоретические основы современной фитоценологии. Москва: Наука, 1985. 137 с.
215. Биологический энциклопедический словарь [под. ред. М. С. Гилярова] 2-е изд. Москва: Сов. энциклопедия, 1986. 831 с.
216. Сухарев С.М., Чудак С.Ю., Сухарева О.Ю. Основи екології та охорони довкілля. 2006. 394 с.
217. Кучерявий В.П. Екологія. Львів: Світ, 2001. 500 с.
218. Бровдій В. М., Гаца О.О. Закони екології. Київ: Освіта України, 2007. 380 с.
219. Джигерей В.С., Сторожук В.М. Основи екології та охорони навколишнього природного середовища. Львів: Афіша, 2000. 272 с.
220. Гордієнко М.І., Гордієнко Н.М. Лісівничі властивості деревних рослин . Київ: Вістка, 2005. 816 с.

221. Туниця Т.Ю. Збалансоване природокористування: національний і міжнародний контекст. Київ: Знання, 2006. 300 с.
222. Данилишин Б.М., Дорогунцов С.І., Міщенко В.С. та ін. Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України. Київ: РВПС України, 1999. 716 с.
223. Hulse J.H. Sustainable development at risk: ignoring the past. Ottawa: International Development Research Centre, 2007. 390 p.
224. Созінов О.О., Козлов М.В., Сердюк А.Г., Тараріко Ю.О. Сучасні деградаційні процеси, еколого-агрохімічний стан та оцінка придатності сільськогосподарських земель для створення екологічно чистих сировинних зон і господарств. Зб. наук. праць Ін-ту агроекології та біотехнології УААН. 1998. Вип. 2. С. 54–65.
225. Злобін Ю.А. Кочубей Н.В. Загальна екологія. Суми: Університетська книга, 2003. 416 с.
226. Дзыбов М.М. Безопасность жизнедеятельности. Москва: ДиК, 1998. 700 с.
227. Стадник А.П. Ландшафтно-екологічна оптимізація систем захисних лісових насаджень України: дис. ... докт. с-г наук за спеціальністю: 03.00.16. Київ, 2008. 128 с.
228. Юхновський В.Ю. Малюга В.М. Складові екологічної оптимізації лісоаграрних ландшафтів. Аграрна наука і освіта. 2002. Т.3. № 1-2. С.58-64.
229. Андерсон Дж.М. Экология и науки об окружающей среде. Биосфера, экосистемы, человек. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1985. 212 с.
230. Данилишин Б.М. Екологічна складова політики сталого розвитку. Донецьк: Юго-Восток, 2008. 256 с.
231. Кравець П.В. Розробка національної системи критеріїв та індикаторів невиснажливого управління лісами України і механізм її впровадження. Київ: НАУ, 2002. 27 с.

232. Павловский Е.С. Экологические и социальные проблемы агролесомелиорации. Москва: Агропроиздат, 1988. 182 с.
233. Стадник А.П. Концептуальні основи розвитку лісових меліорацій та оптимізації природних ландшафтів в Україні. Лісівництво і агролісомеліорація. 2000. Вип. 97. С. 10-16.
234. Семевский Ф.Н. Прогноз в защите леса. Москва: Лесная пром-сть, 1971. 71с.
235. Созінов О.О., Козлов М.В., Сердюк А.Г., Тараріко Ю.О. Сучасні деградаційні процеси, еколого-агрохімічний стан та оцінка придатності сільськогосподарських земель для створення екологічно чистих сировинних зон і господарств. Зб. наук. праць Ін-ту агроєкології та біотехнології УААН. 1998. Вип. 2. С. 54–65.
236. Всесторонний анализ окружающей природной среды. Труды III Советско-американского симпозиума. Ленинград: Гидрометеиздат, 1978. 276 с.
237. ДСТУ ISO 14004-97. Системи управління навколишнім середовищем. Загальні настанови щодо принципів управління, систем та засобів забезпечення. Київ: Вид-во “Держстандарт України”, 1997.
238. Малюга В. М., Дударець С. М. Особливості лісомеліоративного впорядкування захисних лісових насаджень лінійного типу. Науковий вісник НУБіП України: серія «Лісівництво та декоративне садівництво». 2013. С. 254-260.
239. Абу Діб С.М. Роль захисних лісових насаджень у підтриманні екологічної рівноваги на територіях антропогенно змінених ландшафтів. Актуальні проблеми, пріоритетні напрямки та стратегії розвитку України: тези доповідей III Міжнародної науково-практичної онлайн-конференції, м.Київ, редкол. О.С. Волошкіна та ін. Київ: ІТТА, 2021. С. 500-503

ДОДАТКИ

Додаток А

Список наукових праць за темою дисертації

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. **Абу Діб С.М.** Екологічна оцінка стану лісових (захисних) екосистем Богуславського агролісництва Київського регіону. Екологічна безпека та природокористування. 2011. Вип. 7. С. 176-180. **(Фахове видання)**
2. Удод В.М. **Абу Діб С.М.** Роль лісу (ЗЛН) в екологічній стабілізації стану агроландшафтів. Екологічна безпека та природокористування. 2011. Вип. 8. С. 119-130. **(Фахове видання)**

Особистий внесок здобувачки полягає у розробці комплексних екологічних показників, які дозволяють всебічно охарактеризувати стан ЗЛН території агроландшафтів.

3. Удод В.М. **Абу Діб С.М.** Структурно-функціональна оптимізація агролісомеліоративних еколого-економічних систем. Екологічна безпека та природокористування. 2012. Вип. 9. С. 105-108. **(Фахове видання)**

Особистий внесок здобувачки полягає у розробці найоптимальніших підходів до оптимізації лісокористування та лісовідновлення.

4. Удод В.М. **Абу Діб С.М.** Екологічна характеристика природно-техногенних ландшафтів Богуславського агролісництва. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. 2012. Вип. 5/2012 (76). С. 102-105. **(Фахове видання)**

Особистий внесок здобувачки полягає у проведенні екологічної оцінки стану лісових мезоекосистем Богуславського агролісництва.

5. Удод В. М., **Абу Діб С. М.** Екологічна оцінка генезису формування структури спеціалізованої мезоекосистеми на антропогенних агроландшафтах. Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки. 2013. Вип. 35. С. 108-118. **(Фахове видання)**

Особистий внесок здобувачки полягає у розробці шляхів оптимізації інженерно-захисної фітомеліорації на агроландшафтах.

6. Удод В. М., Котовенко О. А., **Абу Діб С.М.** Екологічний підхід до визначення ролі захисних лісових насаджень щодо відновлення антропогенних ландшафтів. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. 2013. Випуск 2/2013 (79). С. 125-128. **(Фахове видання)**

Особистий внесок здобувачки полягає у вивченні кореляційної залежності та апроксимації взаємної залежності між досліджуваними екологічними факторами.

7. Удод В. М., **Абу Діб С. М.** Екологічна оцінка стану природно-антропогенних ландшафтів в межах дії інженерних лісозахисних конструкцій. Екологічна безпека та природокористування. 2014. Вип. 14. С.80-85. **(Фахове видання)**

Особистий внесок здобувачки полягає у розробці схеми комплексних інженерно-екологічних показників і параметрів інженерних лісозахисних конструкцій.

8. Tkachenko T., **Abu Deeb S.** Protective Forest Plantations as a System of Protection Biocenoses and Technocenoses from the Negative External Factors Impacts. Climate Change & Sustainable Development. New Challenges of the Century: Monograph. Mykolaiv: PMBSNU – Rzeszow: RzUT, 2021. P. 442-451.

Особистий внесок здобувачки полягає у розробці вдосконаленого типу конструкцій захисних лісових насаджень на територіях урбо- та агроценозів.

9. **Abu Deeb S.**, Tkachenko T., Mileikovskiy V. Environmental Assessment of Relationships and Mutual Influences in the System "Protective Forest Plantations – Anthropogenic Landscapes". IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 940. Article ID 012083. P. 1-5. ISSN: 1755-1315 (**Scopus**).

Особистий внесок здобувачки полягає у розробці графічного аналітичного методу розрахунку потенційних негативних ефектів на навколишнє середовище та їх граничних порогів.

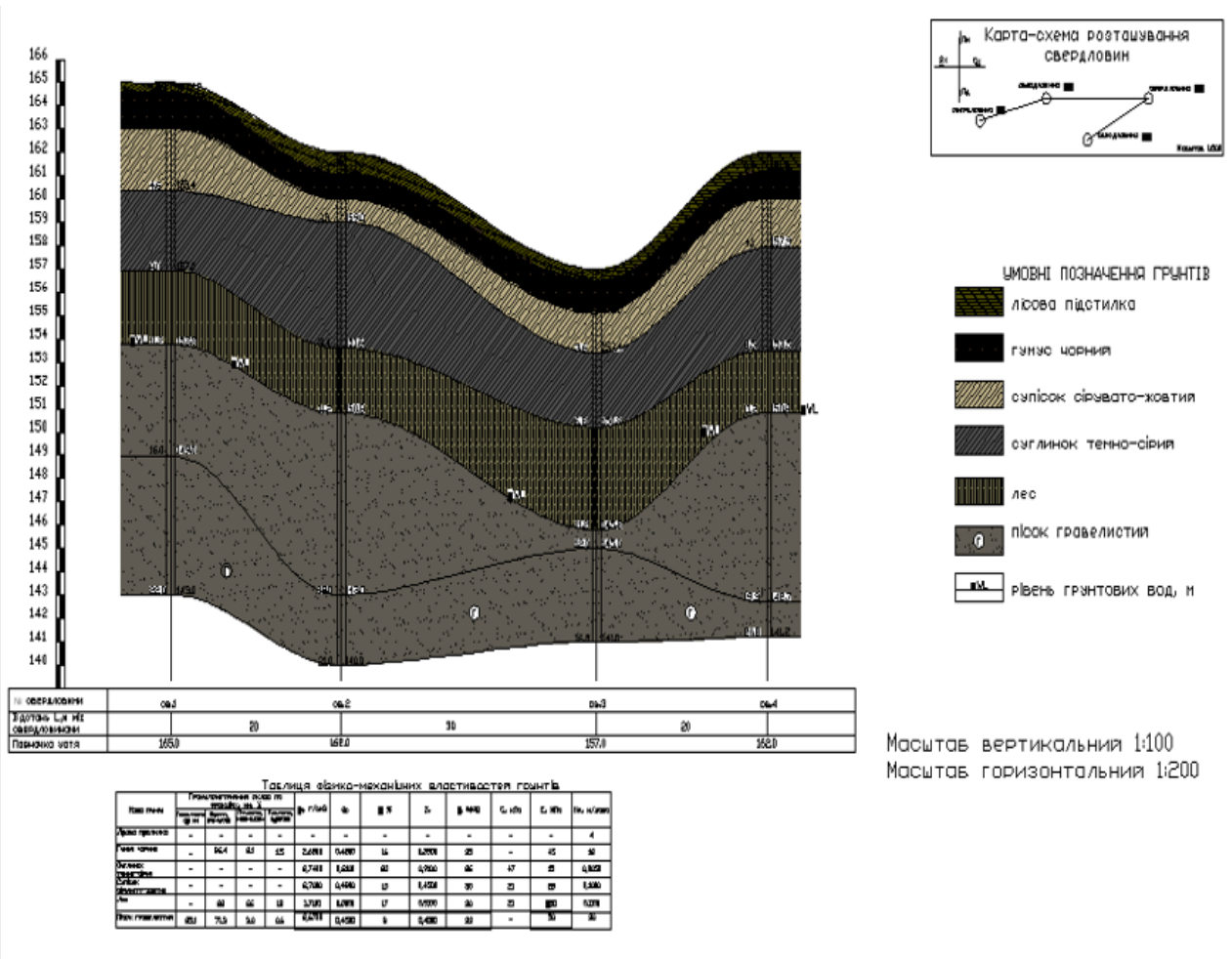
Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

10. **Абу Діб С.М.** Роль лісу в екологічній стабілізації агроландшафтів. Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених та і студентів “Сучасні екологічно безпечні та енергозберігаючі технології в природокористуванні”. Ч. 2. Київ: КНУБА, 2011. С.120-123. *(Очна форма участі)*.
11. **Абу Діб С.М.** Захисні лісові насадження як один з факторів екологічної стабілізації стану агроландшафтів. Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених та студентів “Екологічні проблеми природокористування та ефективне енергозбереження ”. Ч. 2. Київ: КНУБА, 2012. 120-123. *(Очна форма участі)*.
12. **Абу Діб С.М.** Роль захисних лісових насаджень у підтриманні екологічної рівноваги на територіях антропогенно змінених ландшафтів. Актуальні проблеми, пріоритетні напрямки та стратегії розвитку України: тези доповідей III Міжнародної науково-практичної онлайн-конференції, м.Київ, редкол. О.С. Волошкіна та ін. Київ: ІТТА, 2021. 500-503. *(Очна форма участі)*.
13. **Abu Deeb S.**, Tkachenko T. Dynamics of soil pollution by nitrates and organochlorine pesticides on the territory of agrosenocenes. Міжнародна науково-практична конференція «Екологія, Ресурси, Енергія», Київ, 24-26

листопада 2021 р.: Робоча програма і тези доповідей. Київ, 2021. С. 33.
(Дистанційна форма участі).

Додаток В

Розріз ґрунтового профілю, досліджуваної ділянки території



Додаток Г

**Вміст нітратів та хлорорганічних пестицидів у ґрунтах на території
Богуславського агролісництва за період з 1990-2020 роки, мг/кг**

Назва пестициду	п,п- ДДТ	п,п-ДДЕ	гамма ГХЦГ	альфа ГХЦГ	Тіодан	Нітра- ти
1	2	3	4	5	6	7
<i>1990 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг,	0	0	0	0	0	0
<i>1991 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0,011	0,016	0	0	0	18
<i>1992 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0,014	0	0	0	0
<i>1993 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	185
<i>1994 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0,001	0,004	0	0
<i>1995 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0,01	0	0	0	10,5
<i>1996 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	1,7
<i>1997 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0,063	0,07	0,005	0,016	0	1,8
<i>1998 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0,006	0	0	0	1,7
<i>1999 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0,018	0,004	0	0	0	26
<i>2000 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0,016	0,019	0	0	0	12
<i>2001 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	1

Продовження додатку Г

1	2	3	4	5	6	7
<i>2002 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	14
<i>2003 (11 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0,029	0,053	0	0	0	1
<i>2004 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0,009	0	0	0	4
<i>2005 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0,008	0,031	0	0	0	1
<i>2006 (11 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0,003	0	0	0	25
<i>2007 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	1
<i>2008 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	11
<i>2009 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	22
<i>2010 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0,003	0	2
<i>2011 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	9
<i>2012 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	3
<i>2013 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	11
<i>2014 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	2
<i>2015 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	3
<i>2016 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	7

Закінчення додатку Г

1	2	3	4	5	6	7
<i>2017 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	12
<i>2018 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	11
<i>2019 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	5
<i>2020 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	16
Значення ГДК, мг/кг	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	130
Перевищення ГДК; рік	-	-	-	-	-	1,42 ГДК (1993)
Клас небезпеки (190)	I	I	I	I	I	II

Додаток Д

Значення середньоквадратичного відхилення варіаційного ряду, σ

Назва пестициду	п,п-ДДТ	п,п-ДДЕ	гамма ГХЦГ	альфа ГХЦГ	Тіо- дан	Нітрати
1	2	3	4	5	6	7
<i>1990 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг,	0	0	0	0	0	0
<i>1991 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0,00036	0,000529	0	0	0	5,95
<i>1992 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0,000463	0	0	0	0
<i>1993 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	55,5
<i>1994 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0,000031	0,00013	0	0
<i>1995 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0,00033	0	0	0	1
<i>1996 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	0,53
<i>1997 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0,0208	0,0231	0,000165	0,00053	0	0,59
<i>1998 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0,00018	0	0	0	0,51
<i>1999 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0,0006	0,000132	0	0	0	8.59869
<i>2000 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0,0597	0,000628	0	0	0	3.9686
<i>2001 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	0,33071

Продовження додатку Д

1	2	3	4	5	6	7
<i>2002 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	4,2
<i>2003 (11 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0,00084	0,0152	0	0	0	0,28776
<i>2004 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0,000335	0	0	0	1.4882
<i>2005 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0,0024	0,0031	0	0	0	0,0103
<i>2006 (11 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0,000863	0	0	0	7.18786
<i>2007 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	0,3147
<i>2008 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	3,63
<i>2009 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	6,9141
<i>2010 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0,00096	0	0,6286
<i>2011 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	1,945
<i>2012 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	0,567
<i>2013 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	2,564

Закінчення додатку Д

1	2	3	4	5	6	7
<i>2014 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	0,356
<i>2015 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	0,564
<i>2016 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	2,56
<i>2017 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	3,4
<i>2018 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	4,37
<i>2019 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	1,94
<i>2020 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	6,47

Додаток Е

Вміст залишкових концентрацій нітратів та хлорорганічних пестицидів у ґрунтах на території Богуславського агролісництва

Київської області

Назва пестициду	п,п-ДДТ	п,п-ДДЕ	гамма ГХЦГ	альфа ГХЦГ	Тіо- дан	Нітр ати
1	2	3	4	5	6	7
<i>1990 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг,	0	0	0	0	0	0
<i>1991 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0,00138	0,002	0	0	0	2,25
<i>1992 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0,00175	0	0	0	0
<i>1993 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	18,5
<i>1994 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0,00011	0,0004	0	0
<i>1995 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0,00125	0	0	0	13,125
<i>1996 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	0,188
<i>1997 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0,00788	0,00875	0,000625	0,002	0	0,225
<i>1998 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0,0006	0	0	0	0,17
<i>1999 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0,00225	0,0005	0	0	0	3,25
<i>2000 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0,002	0,00238	0	0	0	1,5
<i>2001 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	0,125
<i>2002 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	1,4

Продовження додатку Е

1	2	3	4	5	6	7
<i>2003 (11 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0,0026	0,0048	0	0	0	0,09
<i>2004 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0,00014	0	0	0	0,0625
<i>2005 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0,0008	0,0031	0	0	0	0,1
<i>2006 (11 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0,00027	0	0	0	2,27
<i>2007 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	0,11
<i>2008 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	0,11
<i>2009 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	2,444
<i>2010 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0,0003	0	0,222
<i>2011 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	0,9
<i>2012 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	1,125
<i>2013 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	1,375
<i>2014 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	0,222
<i>2015 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	0,3
<i>2016 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	0,77
<i>2017 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	1,5

Закінчення додатку Е

1	2	3	4	5	6	7
2018 (10 проб)						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	0,11
2019 (9 проб)						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	0,55
2020 (10 проб)						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	1,6

Додаток Є
Коефіцієнт варіації *n*, %

Назва пестициду	п,п-ДДТ	п,п-ДДЕ	гамма ГХЦГ	альфа ГХЦГ	Тіодан	Нітра- ти
1	2	3	4	5	6	7
<i>1990 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	0
<i>1991 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	28,99	25	0	0	0	264,4
<i>1992 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	28,57	0	0	0	0
<i>1993 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	300
<i>1994 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	28,18	25	0	0
<i>1995 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	24	0	0	0	8
<i>1996 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	282
<i>1997 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	263,96	264	27,2	25	0	262,2
<i>1998 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	33,3	0	0	0	300
<i>1999 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	26,7	20	0	0	0	265

Продовження додатку Є

1	2	3	4	5	6	7
<i>2000 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	2985	25,2	0	0	0	264,57
<i>2001 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	264,57
<i>2002 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	300
<i>2003 (11 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	30,77	316,7	0	0	0	319,73
<i>2004 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	214,29	0	0	0	2,381
<i>2005 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	300	100	0	0	0	10,3
<i>2006 (11 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	333,3	0	0	0	316,6
<i>2007 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	286
<i>2008 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	305,4
<i>2009 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	283
<i>2010 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	333,3	0	283,15
<i>2011 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	195,8

Закінчення додатку Є

1	2	3	4	5	6	7
<i>2012 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	143,2
<i>2013 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	218,6
<i>2014 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	115,7
<i>2015 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	145,3
<i>2016 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	178,7
<i>2017 (8 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	265,4
<i>2018 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	236,9
<i>2019 (9 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	178,4
<i>2020 (10 проб)</i>						
Вміст у ґрунті, мг/кг	0	0	0	0	0	297,8

Додаток Ж

Розрахункові усереднені значення констант розпаду нітратів та хлорорганічних пестицидів, k_n , рік⁻¹

Назва пестициду	п,п-ДДТ	п,п-ДДЕ	гамма ГХЦГ	альфа ГХЦГ	Тіодан	Нітра-ти
1	2	3	4	5	6	7
1991 рік						
k1	4,51	3,65	0	0	0	2,89
1992 рік						
k2	0	2,13	0	0	0	0
1993 рік						
k3	0	0	0	0	0	2,61
1994 рік						
k4	0	0	1,73	1,38	0	0
1995 рік						
k5	0	0,92	0	0	0	0,47
1996 рік						
k6	0	0	0	0	0	0,09
1997 рік						
k7	0,4	0,38	0,43	0,59	0	0,08
1998 рік						
k8	0	0,64	0	0	0	0,07
1998 рік						
k9	0,45	0,61	0	0	0	0,36
1999 рік						
k10	0,41	0,4	0	0	0	0,25
2000 рік						
k11	0	0	0	0	0	0
2001 рік						
k12	0	0	0	0	0	0,22
2002 рік						
k13	0,27	0,23	0	0	0	0
2003 рік						
k14	0	0,34	0	0	0	0,1

Продовження додатку Ж

1	2	3	4	5	6	7
2004 рік						
k15	0,32	0,23	0	0	0	0
2005 рік						
k16	0	0,36	0	0	0	0,2
2006 рік						
k17	0	0	0	0	0	0
2007 рік						
k18	0	0	0	0	0	
2008 рік						
k19	0	0	0	0	0	0,16
2009 рік						
k20	0	0	0	0,29	0	0,03
2010 рік						
k21	0	0	0	0,31	0	0,01
2011 рік						
k22	0	0	0	0	0	0,12
2012 рік						
k23	0	0	0	0	0	0
2013 рік						
k24	0	0	0	0	0	0,46
2014 рік						
k25	0	0	0,63	1,18	0	0
2015 рік						
k26	0	0	0	0	0	0,17
2016 рік						
k27	0	0	0	0	0	0,03
2017 рік						
k28	0	0	0	0	0	0,02
2018 рік						
k29	0	0,04	0	0	0	0,05

Закінчення додатку Ж

1	2	3	4	5	6	7
2019 рік						
k30	0	0	0	0	0	0,001
2020 рік						
k31	0	0	0	0	0	0

Додаток 3
Розрахункові усереднені значення часу напіврозпаду забруднюючих речовин, T₅₀, рік

Назва пестициду	п,п-ДДТ	п,п-ДДЕ	гамма ГХЦГ	альфа ГХЦГ	Тіодан	Нітрати
1	2	3	4	5	6	7
1991 рік						
T50 ₁	0,15	1,19	0	0	0	0,23
1992 рік						
T50 ₂	0	0,33	0	0	0	0
1993 рік						
T50 ₃	0	0	0	0	0	0,27
1994 рік						
T50 ₄	0	0	0,4	0,5	0	0
1995 рік						
T50 ₅	0	0,75	0	0	0	1,47
1996 рік						
T50 ₆	0	0	0	0	0	7,7
1997 рік						
T50 ₇	1,73	1,82	1,61	1,17	0	8,66
1998 рік						
T50 ₈	0	1,08	0	0	0	9,9
1998 рік						
T50 ₉	1,54	1,04	0	0	0	1,92
1999 рік						
T50 ₁₀	1,69	1,73	0	0	0	2,77
2000 рік						
T50 ₁₁	0	0	0	0	0	0
2001 рік						
T50 ₁₂	0	0	0	0	0	3,15
2002 рік						
T50 ₁₃	2,57	3,01	0	0	0	0
2003 рік						
T50 ₁₄	0	2,03	0	0	0	6,93
2004 рік						
T50 ₁₅	2,17	3,01	0	0	0	0

Закінчення додатку 3

1	2	3	4	5	6	7
2005 рік						
T50 ₁₆	0	1,93	0	0	0	3,46
2006 рік						
T50 ₁₇	0	0	0	0	0	0
2007 рік						
T50 ₁₈	0	0	0	0	0	0
2008 рік						
T50 ₁₉	0	0	0	0	0	4,33
2009 рік						
T50 ₂₀	0	0	0	2,39	0	23,1
2010 рік						
T50 ₂₁	0	0	0	2,54	0	22,4
2011 рік						
T50 ₂₂	0	0	0	0	0	18,7
2012 рік						
T50 ₂₃	0	0	0	0	0	11,2
2013 рік						
T50 ₂₄	0	0	0	0	0	16,8
2014 рік						
T50 ₂₅	0	0	0	0	0	12,6
2015 рік						
T50 ₂₆	0	0	0	0	0	10,8
2016 рік						
T50 ₂₇	0	0	0	0	0	4,7
2017 рік						
T50 ₂₈	0	0	0	0	0	11,4
2018 рік						
T50 ₂₉	0	0	0	0	0	12,7
2019 рік						
T50 ₃₀	0	0	0	0	0	3,9
2020 рік						
T50 ₂₁	0	0	0	0	0	1,2

Додаток И
Акти впровадження результатів роботи

Затверджую

Лісничий Богуславського

«Спеціалізоване лісгосподарське

Підприємство «Київоблагроліс»

Одноралов В.О.

« » 2022р.

АКТ

Про впровадження результатів дисертаційного дослідження аспірантки Абу Діб Світлани
Миколаївни

На тему: «Екологічна оцінка впливу інженерних лісозахисних насаджень на природно-антропогенні ландшафти» на здобуття наукового ступеня доктори філософії за спеціальністю
21.06.01 «Екологічна безпека»

у виробничий процес;

Комісія у складі:

Голова комісії лісничий Богуславського державного підприємства «Київоблагроліс»
В.О.Одноралов ;

Цим актом засвідчує, що результати дисертаційного дослідження Абу Діб С.М. на тему
«Екологічна оцінка впливу інженерних лісозахисних насаджень на природно-антропогенні
ландшафти» впроваджені у практичну діяльність, а саме:

На основі експериментальних робіт з оцінки впливу інженерних лісозахисних насаджень на
природні та антропогенні ландшафти та їх ролі у відновленні порушених територій,
запропоновано технічні заходи забезпечення ведення екологічно збалансованого лісівництва:

- а) впрошування екологосфетивних видів деревостанів та підсилення їх вертикальної диференціації та оптимальної відстані від точки забруднення;
- б) технічне вирішення проблеми стоку дощових і талих вод та їх очищення з ділянки автодороги на польові насадження за допомогою системного підходу використання захисних лісових насаджень.

Акт складено для подання до спеціалізованої вченої ради за місцем вимоги.

Лісничий

« » 2022р.

В.О.Одноралов



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Повітрофлотський пр. 31, м. Київ – 37, 03037, тел. (044) 241-55-80, факс (044) 248-32-65

E-mail: knuba_admin@ukr.net, Web: http://www.knuba.edu.ua, код ЄДРПОУ 02070909

14.02.2022 № 44-1.9/24

На № _____ від _____

А К Т

щодо впровадження результатів дисертаційної роботи Абу Діб Світлани Миколаївни на здобуття наукового ступеня доктор філософії за темою: «Екологічна оцінка впливу інженерних лісозахисних насаджень на природно- антропогенні ландшафти»

Даний акт складений про те, що результати дисертаційної роботи Абу Діб Світлани Миколаївни за темою: ««Екологічна оцінка впливу інженерних лісозахисних насаджень на природно- антропогенні ландшафти» інтегровані в учбовий процес на кафедрі охорони праці та навколишнього середовища Київського національного університету будівництва і архітектури для студентів спеціальності 101 «Екологія» у навчальну дисципліну «Загальна екологія» та при підготовці студентів спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» при викладанні дисципліни «Екологія з основами зеленого будівництва».

Даний акт не є підставою для одержання премій та інших винагород.

Проректор з наукової роботи та інноваційного розвитку,



Олександр КОВАЛЬЧУК