

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ВОРОНІН ВЛАДІСЛАВ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК: 502.15:502.5(23.071)(477.54)(043.5)

ДИСЕРТАЦІЯ

**ОЦІНКА ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ЛІСОВИХ ЛАНДШАФТІВ
ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА ПРОГНОЗ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ**

Спеціальність 103 Науки про Землю

(Галузь знань 10 Природничі науки)

Подається на здобуття наукового ступеня доктор філософії

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

_____ Воронін В. О.

Науковий керівник: Максименко Надія Василівна, доктор географічних наук,
професор, завідувачка кафедри екологічного моніторингу та заповідної справи
Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна

Харків – 2023

АНОТАЦІЯ

Воронін В. О. Оцінка екосистемних послуг лісових ландшафтів Харківської області та прогноз їх використання. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 103 Науки про Землю. – Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, 2023.

Дослідження за темою дисертації проводилось впродовж 2019-2023 рр. відповідно до планів науково-дослідницьких робіт кафедри екологічного моніторингу та заповідної справи, міжнародних проектів програми Еразмус + «INTENSE – Комплексна докторська школа з екологічної політики, менеджменту та техноекології» 586471-EPP-1-2017-1-EE-EPPKA2-SBHE-JP та проекту Міжнародного Вишеградського фонду «Зелено-голуба інфраструктура у містах країн колишнього СРСР – вивчаючи спадщину та досвід країн Вишеградської четвірки».

Теоретико-методологічну основу дослідження склав аналіз літературних джерел вітчизняних і закордонних вчених. Геоекологічну оцінку проведено на основі сучасних засобів ландшафтно-екологічного планування, дендрохронологічних методів досліджень, експедиційних досліджень, даних лабораторного аналізу ґрунтів; обробки отриманих даних у геоінформаційному програмному забезпеченні. Оцінку екосистемних послуг було проведено на основі отриманих даних геоекологічної оцінки, а також на основі загальноприйнятих методів оцінки екосистемних послуг.

Матеріалами для дисертаційної роботи служили відкриті дані кадастрового поділу, дані статистичних звітів, відкриті дані аналітичного порталу ДП «Ліси України», Регіональні доповіді про стан навколишнього природного середовища, зібрані та опрацьовані автором під час експедиційних та камеральних етапів.

Робота присвячена оцінці екосистемних послуг лісових ландшафтів Харківської області, на основі геоекологічної оцінки ландшафту засобами

ландшафтно-екологічного планування, аналізу методів та підходів до оцінки екосистемних послуг, виявленню методологічних проблем у поєднанні екологічної та економічної оцінки лісових ландшафтів Харківської області, прогнозуванню використання концепції екосистемних послуг для сталого управління лісовими ландшафтами.

У роботі були поставлені та вирішені такі завдання: проведено аналіз літературних джерел з проблем раціонального використання лісових ландшафтів та екосистемних послуг в Україні і світі; проаналізовано структуру лісового фонду Харківської області; проведено оцінку геоекологічного стану лісів, засобами ландшафтно-екологічного планування; проведено аналіз та оцінку спектру екосистемних послуг лісових ландшафтів Харківської області; розроблено напрями реалізації екосистемних послуг в конкретних лісових ландшафтах відповідно до типу місцевості та їх цільового використання.

У роботі проаналізовано теоретичні концепції екосистемних послуг та методи їх оцінки, зокрема для лісових ландшафтів. Екосистемними послугами називають вигоди, які отримує суспільство від природи. Визначено та узагальнено, відповідно до загальноприйнятої класифікації екосистемних послуг, перелік екосистемних послуг лісових ландшафтів:

- до послуг з забезпечення відноситься надання деревини, побічне використання лісу, збір рослинності та її компонентів (грибів, ягід, деревного соку тощо), в тому числі лікарських рослин;

- до послуг з регулювання відноситься депонування вуглецю компонентами лісового ландшафту (живою фітомасою, мертвою фітомасою, лісовою підстилкою, ґрунтом), регулювання глобального гідрологічного циклу, очищення атмосферного повітря, шляхом поглинання забруднюючих речовин з повітря, захист ґрунтів від водної та вітрової ерозії, біологічний контроль шкідників та інвазійних видів рослин;

- до культурних послуг відноситься забезпечення рекреації і туризму, ведення еколого-освітньої діяльності на території лісових ландшафтів, духовні та естетичні цінності;

- до супровідних послуг відноситься забезпечення середовища існування, генетичного та біологічного різноманіття.

На основі сучасних вітчизняних та міжнародних наукових досліджень проаналізовано основи лісокористування, визначено проблематику сталого використання лісових ландшафтів. Вперше використано геоекологічну оцінку лісових ландшафтів як підґрунтя для оцінки екосистемних послуг. Геоекологічну оцінку лісових ландшафтів було проведено засобами ландшафтно-екологічного планування, відповідно до його основних етапів.

В межах інвентаризаційного етапу ландшафтно-екологічного планування проаналізовано природні умови та господарське використання лісових ландшафтів Харківської області. В рамках реалізації реформи лісового господарства частину лісгоспів області було об'єднано. За статистичними даними площа лісів Харківської області складає 419,4 тис. га. Лісистість області становить 12,1 %. Загальний запас деревини у лісах області становить понад 68,0 млн м³.

За фізико-географічним районуванням Харківщина знаходиться на межі лісостепової та степової зон, що обумовило формування різних лісових ландшафтів у різних типах ландшафтів. Складна ландшафтна диференціація території Харківської області зумовила фрагментарність просторового розміщення лісових ландшафтів в межах області. До основних типів лісових ландшафтів Харківської області віднесено:

1. межирічкові лісові ландшафти – вододільні ліси та лісовкриті території, які розташовані на вододілах річок, як правило це широколистяні ліси;
2. долинні лісові ландшафти – лісові масиви борових терас річок, складені, головним чином, сосною та ділянки листяних лісів заплав річок;
3. балково-долинні лісові ландшафти – це переважно листяні або мішані ліси, насаджені з метою попередження ерозії схилів балок і яруг.

В окремі групи віднесено лісосмуги, оскільки вони відрізняються від типових лісових ландшафтів, але здатні надавати екосистемні послуги та ліси природно-заповідного фонду України, як землі, які підлягають особливій охороні.

У якості модельної ділянки для проведення дослідження було обрано територію Васищівського лісництва Жовтневого лісового господарства, оскільки ця територія репрезентує всі вищенаведені типи лісових ландшафтів Харківської області.

Проведено просторово-часову оцінку стану лісових ландшафтів модельної ділянки Васищівського лісництва Жовтневого лісгоспу. Для проведення оцінки було використано арсенал ландшафтно-екологічних методів для аналізу просторово-часових змін ландшафтних умов, а також дендрохронологічні методи – за допомогою виявлення особливостей реакції радіального приросту сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) на зміну клімату в насадженнях Лівобережного Лісостепу на прикладі середньовікового чистого соснового насадження.

Проаналізовано вплив військових дій на стан лісових ландшафтів та можливі підходи до подальшої оцінки екосистемних послуг, з урахуванням наслідків війни. Оцінено внутрішні та зовнішні конфлікти природокористування модельної ділянки Васищівського лісництва на основі методів ландшафтно-екологічного планування.

Проведено аналіз наявних екосистемних послуг лісових ландшафтів Харківської області. Визначено просторові відмінності лісових ландшафтів за потенціалом надання екосистемних послуг.

Проведено оцінку вартості екосистемних послуг різних лісових ландшафтів Харківщини. Обґрунтовано використання концепції екосистемних послуг на основі геоекологічної оцінки лісових ландшафтів для забезпечення їх сталого розвитку. Визначено подальші можливості використання оцінки екосистемних послуг на основі геоекологічної оцінки

Ключові слова: лісові ландшафти, ландшафтно-екологічне планування, лісові екосистеми, природні екосистеми, соснові насадження, фітоценози, ґрунти, ГІС, візуалізація, екосистемні послуги, лісові пожежі, сталий розвиток громад

ABSTRACT

Voronin V.O. Assessment of ecosystem services of forest landscapes of Kharkiv region and forecast of their use. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy in specialty 103 Earth Sciences (Degree in 10 – Natural sciences). – V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, 2023.

Research on the topic of the dissertation was carried out during 2018-2022 in accordance with the plans of scientific research works of the Department of Environmental Monitoring and Protected Areas, international project “INTENS – Integrated Doctoral Program for Environmental Policy, Management and Technology” 586471-EPP-1-2017-1 -EE-EPPKA2-CBHE-JP Erasmus+ programs and the project of International Visegrad Fund “Green & Blue Infrastructure in post-USSR Cities: Exploring Legacies and Connecting to V4 Experience”.

The theoretical and methodological basis of the study was the analysis of literary sources of domestic and foreign scientists. The geoecological assessment was carried out on the basis of modern means of landscape and ecological planning, dendrochronological methods of research, expeditionary research, laboratory soil analysis data; processing of received data in geoinformation software. The assessment of ecosystem services was carried out on the basis of the received geoecological assessment data, as well as on the basis of generally accepted methods of assessment of ecosystem services.

The materials for the dissertation were open data of cadastral division, data of statistical reports, open data of the analytical portal of the State Enterprise "Forests of Ukraine", Regional reports on the state of the natural environment, collected and processed by the author during the expedition and camera stages.

The work is devoted to the assessment of ecosystem services of forest landscapes of the Kharkiv region, based on the geoecological assessment of the landscape by means of landscape and ecological planning, the analysis of methods and approaches to the assessment of ecosystem services, the identification of methodological problems in the combination of ecological and economic assessment of forest landscapes of the Kharkiv

region, forecasting the use of the concept of ecosystem services for sustainable management of forest landscapes.

The following tasks were set and solved in the work: an analysis of literary sources on the problems of rational use of forest landscapes and ecosystem services in Ukraine and the world was carried out; the structure of the forest fund of the Kharkiv region was analyzed; an assessment of the geoecological state of forests was carried out, by means of landscape and ecological planning; the analysis and assessment of the range of ecosystem services of forest landscapes of the Kharkiv region was carried out; directions for the implementation of ecosystem services in specific forest landscapes have been developed in accordance with the type of terrain and their intended use.

The paper analyzes the theoretical concepts of ecosystem services and their evaluation methods, in particular for forest landscapes. Ecosystem services are the benefits that society receives from nature. The list of ecosystem services of forest landscapes has been defined and summarized in accordance with the generally accepted classification of ecosystem services:

- support services include the provision of wood, secondary use of the forest, collection of vegetation and its components (mushrooms, berries, tree sap, etc.), including medicinal plants;

- regulation services include carbon sequestration by components of the forest landscape (living phytomass, dead phytomass, forest litter, soil), regulation of the global hydrological cycle, purification of atmospheric air by absorbing pollutants from the air, protection of soils from water and wind erosion, biological control pests and invasive plant species;

- cultural services include provision of recreation and tourism, conducting ecological and educational activities on the territory of forest landscapes, spiritual and aesthetic values;

- supporting services include ensuring habitat, genetic and biological diversity.

On the basis of modern domestic and international scientific research, the basics of forest use were analyzed, and the problems of sustainable use of forest landscapes were determined. For the first time, the geoecological assessment of forest landscapes was used

as a basis for the assessment of ecosystem services. Geoecological assessment of forest landscapes was carried out by means of landscape-ecological planning, according to its main stages.

Within the inventory stage of landscape and ecological planning, the natural conditions and economic use of forest landscapes of the Kharkiv region were analyzed. As part of the implementation of the forestry reform, part of the forest farms of the region were united. According to statistical data, the area of forests in the Kharkiv region is 419.4 thousand hectares. Forest coverage of the region is 12.1%. The total stock of wood in the forests of the region is more than 68.0 million m³.

According to physical and geographical zoning, Kharkiv region is located on the border of the forest-steppe and steppe zones, which caused the formation of different forest landscapes in different types of landscapes. The complex landscape differentiation of the territory of the Kharkiv region caused the fragmentation of the spatial arrangement of forest landscapes within the region. The main types of forest landscapes of the Kharkiv region include:

1. Interfluvial forest landscapes – watershed forests and wooded areas located on river watersheds, as a rule, these are broad-leaved forests;
2. Valley forest landscapes – forest massifs of pine terraces of rivers, composed mainly of pine and areas of deciduous forests of river floodplains;
3. Beam-valley forest landscapes are mainly deciduous or mixed forests, planted to prevent erosion of the slopes of beams and ravines.

Forest strips are included in separate groups, as they differ from typical forest landscapes, but are able to provide ecosystem services and forests of the Nature Reserve Fund of Ukraine, as lands subject to special protection.

The territory of the Vasyshchiv Forestry of the Zhovtnevy Forest Farm was chosen as a model site for the study, as this territory represents all the above-mentioned types of forest landscapes of the Kharkiv region.

A spatio-temporal assessment of the state of forest landscapes of the model plot of the Vasyshchiv Forestry of the Zhovtnevy Forest Farm was carried out. To carry out the assessment, an arsenal of landscape-ecological methods was used to analyze spatio-

temporal changes in landscape conditions, as well as dendrochronological methods - with the help of identifying the peculiarities of the reaction of the radial growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) to climate change in the stands of the Left Bank Forest Steppe using the example of a medieval pure pine plantation.

The influence of military operations on the state of forest landscapes and possible approaches to the further assessment of ecosystem services, taking into account the consequences of war, are analyzed. The internal and external conflicts of nature use of the model site of the Vasyshchiv forestry were assessed on the basis of landscape and ecological planning methods.

An analysis of available ecosystem services of forest landscapes of the Kharkiv region was carried out. Spatial differences of forest landscapes in terms of the potential of providing ecosystem services have been determined.

An assessment of the value of ecosystem services of various forest landscapes of Kharkiv region was carried out. The use of the concept of ecosystem services based on the geoecological assessment of forest landscapes to ensure their sustainable development is substantiated. Further opportunities for using the assessment of ecosystem services based on geoecological assessment have been determined

Key words: forest landscapes, landscape-ecological planning, forest ecosystems, natural ecosystems, pine plantations, phytocenoses, soils, GIS, visualization, ecosystem services, forest fires, sustainable development of communities

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Публікації у наукових виданнях, які входять до міжнародних наукометричних баз Web of Science:

1. Maksymenko N. V., **Voronin V. O.**, Cherkashyna N. I., Sonko S. P. Geochemical aspect of landscape planning in forestry. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2018. № 27 (1). P. 81-87. DOI: <https://doi.org/10.15421/111833> (Web of Science) URL: <https://geology-dnu.dp.ua/index.php/GG/article/view/498>
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000438363800010>

(Особистий внесок здобувача: проведена оцінка екологічного стану Васищівського лісництва засобами ландшафтно-екологічного планування).

Публікації у наукових фахових виданнях України

2. Коваль І. М., **Воронін В. О.** Дендрокліматологія як складова частина дендрохронології. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2019. № 32. С. 85-94. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2019-32-07>
URL: <https://periodicals.karazin.ua/humanenviron/article/view/15154>

(Особистий внесок здобувача: проведено кореляційний аналіз середньомісячних температур та індексної деревно-кільцевої хронології STANDART для шарів річної деревини, виявлено позитивний вплив літніх температур на радіальний приріст сосни).

3. Коваль І. М., **Воронін В. О.** Реакція радіального приросту *Pinus sylvestris* L. на зміну клімату в насадженнях Лівобережного Лісостепу. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2019. № 135 С. 140-148. DOI: <https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.140>

URL: <https://forestry-forestmelioration.org.ua/index.php/journal/article/view/241>

(Особистий внесок здобувача: досліджено особливості реакції радіального приросту сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) на зміну клімату в середньовіковому чистому сосновому насадженні Лівобережного Лісостепу).

4. Максименко Н. В., **Воронін В. О.**, Бурченко С. В. Дистанційний моніторинг впливу військових дій на лісові ландшафти Харківської області. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2023. № 40. С. 6-15. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2023-40-01>

(Особистий внесок здобувача: проведено дистанційний моніторинг наслідків військових дій на лісові ландшафти Харківської області).

5. Максименко Н. В., **Воронін В. О.**, Бурченко С. В. Геоекологічна оцінка лісових ландшафтів як підґрунтя для визначення екосистемних послуг. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2023. № 29. С. 6-14. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2023-29-01>

(Особистий внесок здобувача: проведено аналіз екосистемних послуг лісових ландшафтів, визначено показники оцінки екосистемних послуг на основі геоекологічної оцінки лісових ландшафтів)

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації, авторські свідоцтва:

6. Коваль І. М., **Воронін В. О.** Потенціал використання дендрохронологічної інформації для оцінки інтенсивності рекреаційного навантаження в насадженнях зеленої зони м. Харків. *Зелено-блакитна інфраструктура в містах пострадянського простору: вивчення спадщини та підключення до досвіду країн V4 : колективна монографія / За ред. Н. В. Максименко, А. Д. Шкаруба*. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2022. С. 359-379.

(Особистий внесок здобувача: досліджена динаміка радіального приросту сосни під впливом рекреації в зеленій зоні м. Харкова, визначені зв'язки приросту з кліматом).

7. Maksymenko N. V., **Voronin V. O.**, Burchenko S. V., Sonko S. P. Ecosystem service of carbon sequestration in forest landscape (on example of Kharkiv region, Ukraine). *Monitoring Of Geological Processes And Ecological Condition Of The*

Environment: XVII International Scientific Conference, 7-10 November, 2023, Kyiv, Ukraine (Scopus) (Подано до друку).

(Особистий внесок здобувача: збір та опрацювання результатів польових даних для дослідження депонування вуглецю лісовими екосистемами, визначено інтенсивність поглинання вуглецю за породним складом).

8. **Voronin V.**, Chermnykh M., Koval I. Assessment of the impact of climate change on the ecological state of urban plantations of the common horse-chestnut (*Aesculus Hippocastanum L.*). *Society of ambient intelligence 2023: VI International Scientific Congress, Ukraine. November 20-25, 2023.* (Подано до друку)

(Особистий внесок здобувача: проведено відбір кернів, проаналізовано кліматичні умови території відбору, проведено оцінку впливу зміни клімату на радіальний приріст деревини).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

9. Максименко Н. В., **Воронін В. О.** Ліс, як запорука екологічного балансу сільськогосподарських ландшафтів. *Галузеві проблеми екологічної безпеки: матеріали I-ої Міжнародної науково-практичної конференції студентів, магістрантів та аспірантів, присвячена 85-річчю ХНАДУ, 22 жовтня 2015 року.* Харків, 2015. С. 139.

(Особистий внесок здобувача: проведення польового експерименту з відбору зразків ґрунту за поперечним профілем, досліджено стан ґрунту в межах тестової ділянки урочища Бір-2 Васищівського лісництва, та на прилеглих територіях).

10. Максименко Н. В., **Воронін В. О.**, Kioussopoulos J. Вплив пожеж на ґрунтовий покрив лісної екосистеми. *Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: матеріали IV Міжнар. наук. конф. молодих вчених.* Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. С. 25-26.

(Особистий внесок здобувача: проведено польовий експеримент з порівняння зразків ґрунту до пожежі та після пожежі, виявлено підвищення рівня показника Ph у ґрунті після пожежі).

11. Максименко Н.В., **Воронін В. О.** Просторова оцінка радіаційного фону в ландшафтах Васищівського лісництва. *Biodiversity after the Chernobyl Accident. Part II: The scientific proceedings of the International network AgroBioNet*, Nitra, Slovak, 2016. С. 157-161.

(Особистий внесок здобувача: проведено польовий експеримент з визначенню радіаційного фону тестової ділянки урочища Бір-2 Васищівського лісництва, на основі камерального аналізу виявлено перевищення середнього значення радіаційного фону для Харківської області).

12. Maksymenko N. V., Cherkashina N. I., **Voronin V. O.** Species composition of Vasyschivsky forestry. *Охорона довкілля: зб. наук. статей XII Всеукраїнських наукових читань* Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. С. 138-140.

(Особистий внесок здобувача: розглянуто однорідність породного складу Васищівського лісництва, визначено фактори впливу на розвиток різних порід).

13. Максименко Н. В., **Воронін В. О.** Просторовий розподіл вмісту гумусу в ґрунтах Васищівського лісництва. *Матеріали щорічної Міжнародної наукової конференції студентів, та аспірантів, присвяченої пам'яті професора Г. П. Дубинського* (Харків, 14-15 квіт. 2016 р.), Вип. 9. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. С. 11-12.

(Особистий внесок здобувача: досліджено вмісту гумусу у ґрунтах Васищівського лісництва за ландшафтним профілем).

14. Maksymenko N. V., Cherkashina N. I., **Voronin V. O.** Analysis of areas affected by fires in Vasyschivsky forestry in 2001-2012. *Academic and scientific challenges of diverse fields of knowledge in the 21st century*, 2017. Р. 99-101.

(Особистий внесок здобувача: розглянуто фактори впливу на протипожежний стан лісів, визначено факти недбалого використання лісових ресурсів).

15. Коваль І. М., Ворон В. П., Сидоренко С. Г., Бологов О. В., Мельник Є. Є., Ткач О. М., Токарева Н. А., Невмивака М. А., **Воронін В. О.** Дендрохронологічні аспекти післяпірогенного розвитку соснових насаджень в Поліссі та Лісостепу.

Охорона довкілля: зб. наук. статей XIII Всеукраїнських наукових читань. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. С. 28-31.

(Особистий внесок здобувача: досліджено післяпірогенний розвиток соснових насаджень в лісовій та лісостеповій зонах).

16. **Воронін В. О.** Просторове моделювання водозбору ставка смт Високий на основі ландшафтно-екологічного та екологічного індексів. *Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: матеріали V Міжнародної наукової конференції молодих вчених. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. С. 232-235.*

17. Максименко Н. В., Кравченко Н. Б., **Воронін В. О.**, Шелепаєва Г. В. Еколого-економічні аспекти впливу пожеж на територію Васищівського лісництва. *Пожежна та техногенна безпека: наука і практика: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. курсантів і студентів, 05-06 квіт. 2017 р. Черкаси: Інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2017. С. 25-26.*

(Особистий внесок здобувача: досліджено конфлікти природокористування у лісництві, які є фактором впливу лісових пожеж, розраховано економічні збитки від лісових пожеж на території Васищівського лісництва за період 2002 – 2012 рр.)

18. Коваль І. М., Браунинг А., **Воронін В. О.**, Невмивака М. А., Токарева Н. А. Особливості формування шарів ранньої, пізньої та річної деревини дуба звичайного в насадженні Лівобережного лісостепу України. *Охорона довкілля: зб. наук. статей XIV Всеукраїнських наукових читань. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2018. С. 61-64.*

(Особистий внесок здобувача: проаналізовано роки максимального та мінімального радіального приросту деревини, для 100-річного насадження дуба звичайного, розраховано коефіцієнт автокореляції першого порядку).

19. Максименко Н. В., Коваль І. М., **Воронін В. О.** Вміст важких металів у ґрунтах борової тераси річки Харків. *Охорона довкілля: зб. наук. статей XV Всеукраїнських наукових читань. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2019. С. 37-38.*

(Особистий внесок здобувача: розглянуто вміст важких металів у ґрунтах екосистеми соснового лісу на боровій терасі річки Харків у межах міста).

20. Maksymenko N. V., Tkalia I. A., **Voronin V. O.** Landscape - ecological planning of forest landscapes in Kharkiv oblast. *Ecology is a priority: proceedings of the english-language scientific conference*, Kharkiv, 2020. P. 78-79.

(Особистий внесок здобувача: проведено інвентаризацію природних комплексів, розроблено напрями оптимізації природокористування).

21. **Воронін В. О.** Аналіз методик оцінки екосистемних послуг лісових ландшафтів. *Актуальні проблеми формальної і неформальної освіти з моніторингу довкілля та заповідної справи: зб. тез доп. І міжнар. інтернет - конф., м. Харків, 2021. С. 36-38.*

22. Burchenko S. V., **Voronin V. O.**, Maksymenko N. V., Shpakivska I. M. Internship of Erasmus+ “INTENSE” for evaluation of green infrastructure and ecosystem services of foresty landscapes in Lviv. *Climate Services: Science and Education: proceedings of the International research-to-practice conference*, Odesa, September 22-24, 2021. P. 69-70.

(Особистий внесок здобувача: проведено аналіз екосистемних послуг лісових ландшафтів на об'єктах ПЗФ Львівської та Івано-Франківської областей).

23. Maksymenko N., **Voronin V.** Analysis of methods of assessment of ecosystem services of forest landscapes. *Socio-ecological resilience across Eurasia innovation for sustainability transition: INTENSE Open Science Conference*, Tartu, Estonia, 5-7 October, 2021. P. 34.

(Особистий внесок здобувача: проведено аналіз розвитку ринку екосистемних послуг, визначено основні етапи формування ринку).

24. Коваль І. М., Максименко Н. В., **Воронін В. О.**, Гололобов В. В. Радіальний приріст гіркокаштана звичайного (*Aesculus Hippocastanum*) в зелених насадженнях м. Харкова. *Сучасний стан, проблеми і перспективи лісівничої освіти, науки та виробництва: матеріали ІІІ Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції* (Біла Церква, 14 квітня 2023 р.). Біла Церква: БНАУ, 2023. С. 123-125.

(Особистий внесок здобувача: розглянуто приклади дендрокліматологічних досліджень, проведено кореляційний аналіз та аналіз функції відгуку для середньомісячних температур та індексної деревно-кільцевої хронології STANDART для шарів річної деревини).

25. Воронін В. О. Ефективність поглинання вуглецю лісовими екосистемами (на прикладі Васищівського лісництва Харківської області). *Наукові основи збереження біотичної різноманітності: матеріали V (XVI) міжнар. конф. молодих учених* (Львів, 18-19 жовтня 2023 р.). Львів, 2023. С. 21-22.

(Особистий внесок здобувача: проаналізовано ефективність поглинання вуглецю різними рослинними угрупованнями Васищівського лісництва; визначено деревні породи, які мають найбільшу вуглецеву ємність)

26. Коваль І. М., **Воронін В. О.**, Гололобов В. В. Вплив спалаху каштанової мінуючої молі на радіальний приріст кінського каштана звичайного. *Охорона довкілля: зб. наук. статей XIX Всеукраїнських наукових Таліївських читань*. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2022. С. 160-161.

(Особистий внесок здобувача: проведення польового відбору зразків кернів, аналіз радіального приросту каштана звичайного до початку впливу мінуючої каштанової молі, м. Харків).

27. Коваль І. М., Шпаківська І. М., **Воронін В. О.**, Чермних М. О. Динаміка радіального приросту гіркокаштану звичайного в насадженнях м. Львова під впливом каштанової мінуючої молі. *Охорона довкілля: зб. наук. статей XIX Всеукраїнських наукових Таліївських читань*. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2022. С. 162-164.

(Особистий внесок здобувача: проведення польового відбору зразків кернів, аналіз впливу мінуючої каштанової молі на радіальний приріст каштана звичайного м. Львів).

28. Максименко Н. В., **Воронін В. О.**, Бурченко С. В. Оцінка забезпечуючих екосистемних послуг лісових ландшафтів Харківської області. *Лісівництво, деревообробка та озеленення: стан, досягнення і перспективи: матеріали*

Міжнародної науково-практичної конференції (ДБТУ, 24-25 жовтня 2023 р.).
Харків, 2023. С. 58-60.

(Особистий внесок здобувача: проведення збору статистичної інформації, аналіз методів розрахунку екосистемних послуг з забезпечення для лісових ландшафтів, проведення оцінки екосистемних послуг з забезпечення).

ЗМІСТ

ВСТУП	21
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ЛІСОВИХ ЛАНДШАФТІВ.....	28
1.1 Аналіз літературних джерел з проблем раціонального використання екосистемних послуг лісових ландшафтів в Україні і світі.....	28
1.2 Методи оцінки екосистемних послуг лісових ландшафтів.....	43
Висновки до розділу 1.....	62
РОЗДІЛ 2. ГЕОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЛІСОВИХ ЛАНДШАФТІВ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗАСОБАМИ ЛАНДШАФТНО-ЕКОЛОГІЧНОГО ПЛАНУВАННЯ.....	65
2.1 Інвентаризаційний етап.....	65
2.1.1 Природні умови лісових ландшафтів Харківщини.....	65
2.1.2 Господарське використання лісових ландшафтів.....	77
2.2 Оціночний етап.....	81
2.2.1 Просторово-часова оцінка екологічного стану лісових ландшафтів модельних територій.....	81
2.2.2. Оцінка ґрунтових умов лісових ландшафтів модельної території	95
2.2.3 Оцінка впливу військових дій на лісові ландшафти Харківської області.....	101
2.3 Внутрішні і зовнішні конфлікти природокористування.....	112
Висновки до розділу 2.....	118
РОЗДІЛ 3. ЕКОСИСТЕМНІ ПОСЛУГИ ЛІСОВИХ ЛАНДШАФТІВ ХАРКІВЩИНИ.....	121
3.1 Аналіз наявних видів екосистемних послуг лісів Харківської області.....	121
3.1.1 Забезпечуючі послуги	122
3.1.2 Послуги з регулювання.....	125

3.1.3 Культурні послуги.....	130
3.1.4 Супровідні послуги.....	133
3.2 Просторові відмінності лісів області за потенціалом екосистемних послуг.....	138
Висновки до розділу 3.....	142
РОЗДІЛ 4. УЗАГАЛЬНЕННЯ І ПРОГНОЗ ВИКОРИСТАННЯ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ЛІСОВИХ ЛАНДШАФТІВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ.....	144
Висновки до розділу 4.....	148
ВИСНОВКИ	149
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	152
ДОДАТКИ.....	170

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ЕП	– екосистемні послуги
ЄК	– Європейська комісія
ЄС	– Європейський союз
МЕА	– Оцінка екосистем на порозі тисячоліття (Millenium Ecosystem Assessment)
ESP	– Партнерство з екосистемних послуг (Ecosystem Service Partnership)
ТЕЕВ	– Оцінки грошових цінностей екосистемних послуг (The Economics of Ecosystems and Biodiversity)
CICES	– Загальна міжнародна класифікація екосистемних послуг (Common International Classification of Ecosystem Services)
MAES	– Картографування та оцінка екосистем та їх послуг (Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services)
ПК	– Природний капітал

ВСТУП

Обґрунтування теми дослідження. За останнє десятиліття наукові підходи до формування економічного механізму природокористування в цілому, а також окремо – фінансування збереження біорізноманіття, стали системно змінюватися. Нові методи формування фінансових ресурсів природокористування базуються не на принципі «покарання винних», а на стимулюванні заходів, спрямованих на збереження екосистем.

Механізм формування ринків екосистемних послуг є одним із сучасних інноваційних науково-методичних підходів, сутність якого полягає у створенні нових ринків, які б перерозподіляли фінансові потоки на користь організацій та підприємств, які зберігають екосистеми та біорізноманіття.

Оцінка екосистемних послуг лісових ландшафтів Харківської області надає можливість визначити ті вигоди, які може отримати суспільство, не порушуючи рівноваги цих екосистем.

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

Участь у проєкті Еразмус + «Комплексна докторська програма з екологічної політики, менеджменту природокористування та техноекології – INTENSE».

Участь у проєкті Міжнародного Вишеградського фонду «Зелено-блакитна інфраструктура у містах країн колишнього СРСР – вивчаючи спадщину та досвід країн V4».

Участь у НДР кафедри екологічного моніторингу та заповідної справи ННІ екології за темою «Ландшафтно-екологічне моделювання лісових насаджень зеленої зони м. Харків для оцінки екологічних ризиків» етапу 2019 року за темою «Оцінка ролі основних лімітуючих факторів природного і антропогенного походження в розвитку лісів зеленої зони м. Харкова» номер держреєстрації 0118U002171.

Мета роботи: розробка основних напрямів реалізації екосистемних послуг лісових ландшафтів на основі їх геоекологічної оцінки.

Об'єкт дослідження: лісові ландшафти Харківської області.

Предмет дослідження: екосистемні послуги лісових ландшафтів Харківської області.

Завдання:

1. аналіз літературних джерел за тематикою роботи;
2. визначення комплексу методик проведення геоекологічної оцінки та оцінки екосистемних послуг;
3. оцінка геоекологічного стану лісів, засобами ландшафтно-екологічного планування, а саме лісових ландшафтів модельної ділянки;
4. аналіз спектру екосистемних послуг лісових ландшафтів Харківської області та шляхи їх використання.

Методи дослідження: теоретико-методологічною базою дослідження є фундаментальні положення та практичні напрацювання, розроблені вітчизняними та іноземними вченими: Гродзинським М. Д., Максименко Н. В., Генсіруком С. А., Загвойської Л. Д., Голубця М. А., Соловія І. П., Нестор'як Ю. Ю., Мішеніна Є. В., Ворон В. П., Коваль І. М., Дегтярь Н.В., Costanza R., De Groot R. S., Daily G. C., Haines-Young R. H., Fischer R., Cook E. R.

Для вирішення поставлених завдань з дослідження екосистемних послуг лісових ландшафтів використано наступні методи:

-філософські та загальнонаукові методи: опису (для дослідження сучасного стану лісових ландшафтів, їх господарського використання, породного складу, лісотаксаційних показників), узагальнення (для узагальнення отриманих результатів дослідження лісових ландшафтів), системного аналізу (для виявлення закономірностей радіального приросту на кліматичні фактори), синтезу (для визначення залежності між станом лісових ландшафтів та їх екосистемними послугами), абстрагування (для виявлення зв'язків між геоекологічним станом лісових ландшафтів та їх екосистемних послуг), індукції та дедукції (для формування закономірностей розвитку ринку екосистемних послуг), ранжування (для оцінки стану лісових ландшафтів), математико-статистичні (для збору, аналізу та обробки отриманих даних про лісові ландшафти), графічні методи (для візуалізації отриманих даних);

- конструктивно-географічні: формалізації та інтерпретації (для розроблення рекомендацій з використання екосистемних послуг лісових ландшафтів), історико-географічні (для аналізу розвитку концепції екосистемних послуг в Україні і світі, аналізу ландшафтного профілю модельної ділянки), картографування (для створення картографічних матеріалів, геоекологічної оцінки стану лісових ландшафтів на основі даних дистанційного зондування Землі з використання геоінформаційних програмних забезпечень);

- спеціальні: ландшафтно-екологічного планування (для геоекологічної оцінки лісових ландшафтів), методи дендрологічного аналізу (для дослідження радіального приросту), лабораторного аналізу (для аналізу ґрунтового покриву лісових ландшафтів).

Наукова новизна отриманих результатів

До основних результатів дисертаційного дослідження, які визначають ступінь і характер наукової новизни, належать:

вперше:

- проведено комплексну екологічну оцінку стану лісових ландшафтів засобами ландшафтно-екологічного планування;

- проведено моделювання стану лісових ландшафтів за різних вхідних параметрів їх функціонування;

- розроблено основні напрями реалізації екосистемних послуг лісових ландшафтів Харківської області

удосконалено:

- процес геоекологічної оцінки стану лісових ландшафтів засобами ландшафтно-екологічного планування;

- адаптовано методики оцінки екосистемних послуг лісових ландшафтів до умов Харківської області;

отримало подальший розвиток:

- теоретичні основи досліджень лісових ландшафтів;

- практична оцінка лісових ландшафтів Харківщини;

- картографічна інтерпретація результатів дослідження лісових ландшафтів Харківщини;

- методичні підходи до оцінки екосистемних послуг лісових ландшафтів.

Практичне значення отриманих результатів: обґрунтовані у дисертаційному дослідженні теоретико-методологічні положення та практичні рекомендації можуть бути використані при розробці стратегії розвитку Харківської області, з урахування післявоєнного відновлення, планування лісозаготівлі та лісовідновлення, організації та ведення рекреаційної діяльності на об'єктах природно-заповідного фонду.

Розроблені рекомендації щодо оцінки екосистемних послуг лісових ландшафтів можуть бути направлені для використання організаціям: Державне підприємство «Ліси України», Північно-східне міжрегіональне управління лісових ресурсів, Департамент захисту довкілля та природних ресурсів, Український Орден «Знак Пошани» Науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, які працюють у галузі використання, управління та охорони лісів.

Результати дослідження використано в НДР кафедри екологічного моніторингу та заповідної справи ННІ екології за темою «Ландшафтно-екологічне моделювання лісових насаджень зеленої зони м. Харків для оцінки екологічних ризиків».

Теоретичні і методичні положення, а також практичні результати роботи використовуються автором у навчальному процесі Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна при розробці навчальних програм, навчально-методичних комплексів та викладанні дисциплін вибіркової освітньої компоненти професійної підготовки за спеціальністю 101 Екологія: «Екосистемні послуги ландшафтів», «ГІС в екології», «Екологія лісу з основами лісознавства».

В рамках проєкту «Комплексна докторська програма з екологічної політики, менеджменту природокористування та техноекології – INTENSE» результати дослідження використані у MOOCs (з англ. Massive Open Online Courses – масив відкритих онлайн курсів).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційне дослідження є самостійно виконаною науковою працею, в якій викладено результати власних досліджень, що стосуються оцінки екосистемних послуг лісових ландшафтів Харківської області, підходів до їх розрахунків та прогнозу використання концепції екосистемних послуг для різних видів лісових ландшафтів. Сутність викладених у роботі висновків, положень, наукових результатів та практичних рекомендацій належать автору. Основні ідеї, результати розрахунків та відповідні висновки відображені в опублікованих наукових працях та апробовані на наукових конференціях. Використані у дослідженні наукові положення, запозичені в інших авторів, мають відповідні посилання у тексті із дотриманням принципів академічної доброчесності. Із наукових праць, опублікованих у співавторстві, в дисертації використано лише ті ідеї та положення, які є результатом особистої роботи здобувача.

Апробація матеріалів дисертації. Основні наукові положення та практичні рекомендації, розроблені у дисертаційному дослідженні, були представлені на міжнародних (14) та всеукраїнських (7) конференціях:

- I-й Міжнародній науково-практичній конференції студентів, магістрантів та аспірантів, присвячена 85-річчю ХНАДУ «Галузеві проблеми екологічної безпеки» (Харків, 2015);
- IV Міжнародній науковій конференції молодих вчених «Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» (Харків, 2015);
- The scientific proceedings of the International network AgroBioNet «Biodiversity after the Chernobyl Accident», Part II (Nitra, Slovak, 2016);
- XII Всеукраїнських наукових Таліївських читань (Харків, 2016);
- Міжнародній науковій конференції студентів, та аспірантів, присвяченої пам'яті професора Г.П. Дубинського (Харків, 2016);
- Academic and scientific challenges of diverse fields of knowledge in the 21st century (Харків, 2017);
- XIII Всеукраїнських наукових Таліївських читань (Харків, 2017);

- V Міжнародній науковій конференції молодих вчених «Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» (Харків, 2017);
- Всеукраїнській науково-практичній конференції курсантів і студентів «*Пожежна та техногенна безпека: наука і практика*» (Черкаси, 2017);
- XIV Всеукраїнських наукових Таліївських читань (Харків, 2018);
- XV Всеукраїнських наукових Таліївських читань (Харків, 2019);
- Proceedings of the english-language scientific conference «Ecology is a priority» (Kharkiv, 2020);
- I міжнародній інтернет – конференції «Актуальні проблеми формальної і неформальної освіти з моніторингу довкілля та заповідної справи (Харків, 2021);
- Proceedings of the International research-to-practice conference «Climate Services: Science and Education» (Одеса, 2021);
- INTENSE Open Science Conference «Socio-ecological resilience across Eurasia innovation for sustainability transition» (Tartu, Estonia, 2021);
- III Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Сучасний стан, проблеми і перспективи лісівничої освіти, науки та виробництва (Біла Церква, 2023).
- V (XVI) міжнародної конференції молодих учених «Наукові основи збереження біотичної різноманітності» (Львів, 2023).
- XIX Всеукраїнських наукових Таліївських читань (Харків, 2023)
- XVII International Scientific Conference «Monitoring of Geological Processes And Ecological Condition Of The Environment» (Київ, 2023).
- Міжнародній науково-практичній конференції «Лісівництво, деревообробка та озеленення: стан, досягнення і перспективи» (Харків, 2023)
- VI International Scientific Congress «Society of Ambient Intelligence 2023» (Кривий Ріг-Харків-Прага, 2023).

Публікації. За результатами дисертаційного дослідження опубліковано 28 наукових праць, з яких 26 у співавторстві, 4 статті у науковому виданні, включених до переліку наукових фахових видань України (категорія Б); одна стаття

опублікована у науковому фаховому виданні категорії А, що індексується у міжнародній наукометричній базі Web of Science, одну статтю подано до друку у виданні що індексується у міжнародній наукометричній базі Scopus; розділ у монографії у співавторстві, опубліковано тези у 21 матеріалах міжнародних і всеукраїнських конференцій, що підтверджують апробацію матеріалів дисертації.

Структура та обсяг дисертації

Дисертаційна робота складається зі списку опублікованих праць, анотацій, переліку умовних скорочень, вступу, чотирьох розділів і висновків до них, списку використаних джерел (150 найменувань, з яких 38 – іноземних), загальних висновків та семи додатків. Загальний обсяг дисертації складає 187 сторінок друкованого тексту, у тому числі основна частина (вступ, чотири розділи і висновки) – 131 сторінка. Робота містить 41 рисунок і 15 таблиць.

РОЗДІЛ 1.

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ЛІСОВИХ ЛАНДШАФТІВ

1.1 Аналіз літературних джерел з проблем раціонального використання екосистемних послуг лісових ландшафтів в Україні і світі

Лісове господарство – це галузь, яка завжди потребуватиме удосконалення, адже проблема збереження, відновлення та раціонального використання лісових ресурсів в Україні та світі стає все більш актуальною з кожним роком. Ліс з екологічних і ресурсних позицій є одним із вагомих складників економічного розвитку України. Лісова галузь, як складова частина господарського комплексу держави, гостро відчуває всі зміни й перетворення, які відбуваються у сучасний складний період розвитку України. Вона змінюється й еволюціонує сама, входячи у нове тисячоліття в якісно новому вигляді. Маючи лісистість 15,6 % (за науково обґрунтованої – 20 %), необхідно створити нових понад 2 млн. га лісових насаджень. Порівняно з середньоєвропейськими показниками ми маємо один з найнижчих рівнів лісозабезпеченості. На одного жителя в Україні припадає всього 0,18 гектара лісу. В Польщі цей показник становить 0,23 га, в Австрії – 0,5 га, а в Швеції – 3,27 гектарів. Національна лісова політика України формується з урахуванням екологічного значення лісів, реального лісозабезпечення країни та головних змін, що відбуваються в економіці. Ще у 1994 році Верховною Радою прийнято Лісовий кодекс України [1]. У ньому законодавчо закріплено положення, що на даному етапі всі ліси є державною власністю. Це обумовлено як тривалістю вирощування лісів, так і перевагою їх екологічного значення над сировинним, необхідністю збереження та примноження лісових багатств, низькою правовою та екологічною культурою населення. Ключовою ланкою раціонального лісокористування і сталого розвитку лісового господарства України є екологізація лісгосподарської діяльності. Основні напрямки ведення лісового господарства мають бути орієнтовані на збільшення лісистості території до оптимальної у всіх її природних зонах; збереження біологічного різноманіття лісових екосистем;

підвищення стійкості лісових екосистем до негативних факторів середовища. Ці завдання можливо вирішити лише маючи потужну наукову базу, оперативне і компетентне наукове забезпечення ведення лісового господарства [2].

Лісові ландшафти – це найцінніші багатства природи України і проблема їх охорони, раціонального використання і відновлення вимагає глибокого вивчення їх сучасного стану, продуктивності та біологічної стійкості, лісовідтворювальних процесів, водоохоронно-захисної функції, тенденцій природокористування тощо [3]. До заходів з раціонального природокористування лісами відноситься вірне нормування рубок лісу, обґрунтування оптимального віку рубок та обсягів лісозаготівлі, специфіки ведення господарства в лісах різного призначення, підтриманням їх оптимального екологічного стану, використанням лісів з рекреаційною метою.

У дослідженнях [4] відзначено, що лісова галузь у нашій країні має потужну наукову основу, закладену плеядою видатних вітчизняних лісознавців і лісівників. Визначено ряд проблем у вивченні лісознавства:

1. адаптація програм і методик лісівничо-екологічної типології до конкретних фізико-географічних умов і функціональної специфіки лісів, засвоєння програм і методик лісотипологічного картографування;

2. остаточне опрацювання прикладних основ ведення лісового господарства на типологічній основі з урахуванням фізико-географічної і функціональної специфіки груп і категорій (за ознаками цільового призначення) лісів; фундаментальна лісознавча теорія лісової типології повинна бути трансформована для конкретних потреб лісівництва (насінництва, інтродукції, лісорозсадної і лісокультурної справ, охорони та захисту лісу, технологій і віку рубань головного користування тощо);

3. опрацювання способів, технологій і нормативів лісовирощування і лісокористування (агротехніки вирощування садивного матеріалу і лісових культур, усіх видів рубань тощо) у конкретних лісотипологічних умовах (зона, пояс, формація, група лісів, категорія лісів, типів лісу);

4. глибоке знання біотичних властивостей деревних порід та інших компонентів лісу, передусім, вимогливості до кліматичних і ґрунтово-гідрологічних умов, консорційних зв'язків між живими компонентами, консорційної будови біогеоценозних і ландшафтних екосистем, структурно-функціональних особливостей популяцій і популяційних консорцій як основи для обґрунтування способів підтримання стійкості, стабільності, підвищення продуктивності лісу.

Узагальнено визначають основне завдання лісівничої науки – це розробка моніторингу, як основи оцінки стану лісового покриву, прогнозування лісоекологічних процесів та управління ними для забезпечення сталого розвитку лісових ландшафтів.

У своїй дисертаційній роботі [5], автор вивчив особливості попереднього, супутнього й наступного поновлення дібровних і судібровних типів лісу. Використовуючи лісівничо-таксаційну методику – автор заклав ряд пробних площ (ПП), що дало змогу вивчити таксаційні показники деревостанів; селекційна методика використовувалась для оцінки плодоношення дуба; математично-статистичні методи дослідження використовувались під час обробки результатів досліджень [5].

Результати роботи автора показали, що на природне відновлення дубових лісів суттєво впливає періодичність та інтенсивність плодоношення дуба. У Лівобережному Лісостепу плодоношення дуба звичайного в останні роки покращуються, за 12-річний період спостережень, рясний урожай жолудів спостерігався один раз на 3-4 роки без певної періодичності.

Слід зазначити, що автор дослідив рубки у дубових лісах, що дало змогу визначити радіуси «вікон», для сприяння поновлення лісових порід. Також було виділено три варіанти рубок:

1. груповопоступові рубки шляхом формування в насадженні «вікон» поновлення різного розміру – площею близько 250 м²;
2. суцільної вузьколісосічної рубки (ширина смуги вирубування – 25 м);

3. лісовідновна рубка поступовим способом з елементами суцільної вузьколісосічної рубки (ширина смуги вирубування – 25 м).

Після виділення варіантів рубок, автор зазначив динаміку росту деревини у кожному варіанті.

Отже, після проведеного дослідження, було розроблено рекомендації, що до варіантів рубок у дібровних і судібровних типах лісу.

У своїй роботі А. Смалійчук [6], проаналізував комплекс біогенних геосистем, щодо структури природних ландшафтів Карпат. Спираючись на міжнародні нормативні акти ратифіковані Україною, було запропоновано моніторинг та збір геоінформаційних даних, за допомогою програм ГІС. Вивчено структуру та сучасну динаміку ландшафтів Карпат, з метою збалансованого розвитку господарської діяльності для гірських територій у межах лісового ландшафту.

Керуючись вченням про геосистему, та ландшафтно-територіальні структури М. Гродзинського [7], автор [6] використовує принципи компліментарності в ході вивчення зв'язків у ландшафті, тому робить акцент на біогенному типі геоекосистеми, який є моделлю взаємозв'язку актуальних біоценозів (природних і культурних) з іншими властивостями ландшафту.

Використовуючи програмні продукти ГІС, автор виділив такі класи НП: «незаліснені землі» – це рілля, луки інтенсивного використання, «лісові угіддя» – ділянки, зайняті хвойним, мішаним або листяним лісом, окремо виділено клас «забудовані території» – ділянки поблизу господарських угідь. Усі виділені класи, належать до сукцесійних ділянок.

Виділені класи НП, дали змогу визначити співвідношення площ геоекосистем за напрямком змін, результатом дослідження є розрахунок площ лісових ландшафтів, на яких відбуваються зміни.

У статті [8] розглянуто правові аспекти використання лісів в Україні. Окреслена тема моніторингу лісів, цільового призначення території, кадастрового використання, відповідальність за порушення лісового законодавства. Питання власності розглядаються як основна актуальна тема, посиляючись на 13 статтю Конституції України. Питання приватної власності визначаються неоднозначно, з

одного боку приватна власність несе за собою раціональне використання лісу, з другого, приватна власність може нанести шкоду для лісового фонду. Автор розглядає функції управління в галузі використання, відтворення та охорони лісів, а це: розподіл і перерозподіл лісів; ведення державного лісового кадастру та обліку лісів; моніторинг лісів та лісова сертифікація; лісовпорядкування; організація відтворення лісів і лісорозведення; державний контроль за охороною, захистом, використанням та відтворенням лісів; вирішення спорів у сфері охорони, захисту, використання й відтворення лісів. Окремо розглянуто державний облік лісів. Також у статті зазначена відповідальність за заподіяну шкоду при використанні лісу як кримінальна, так і адміністративна. Дисциплінарна відповідальність визнана як один з діючих засобів впливу на осіб, для яких охорона, захист, лісів є посадовим обов'язком.

В результаті автор визнає, що правове регулювання використання та охорони лісів в Україні потребує вдосконалення. Необхідно розглянути питання щодо перебування громадян у лісах приватної власності. Також необхідно підвищити санкції за адміністративні правопорушення у сфері лісового законодавства України.

Серед основних проблем сталого функціонування лісових ландшафтів можна виділити:

1. монокультурність штучно насаджених лісів, які мають меншу стійкість до зовнішніх та внутрішніх факторів впливу;
2. незаконна рубка дерев, незаконне збирання вторинних лісових ресурсів: протягом 2021 року в лісових насадженнях лісгоспів виявлено 327 випадків незаконних рубок об'ємом 2896 м³, завдано шкоди на суму 25,4 млн грн. [9];
3. всихання насаджень різних типів: у 2021 році площа всихаючих насаджень складала 52,5 тис га. [9];
4. наявність шкідників та інвазійних видів рослин: на території державних підприємств «Вовчанське лісове господарство», «Ізюмське лісове господарство», «Куп'янське лісове господарство» площа осередків шкідників та

хвороб лісу складає 89,3 тис. га, з яких 70,4 тис. га складають осередки хвороб лісу. У порівнянні з 2021 роком площа хвороб лісу у 2022 році збільшилась на 5 тис. га. [10];

5. пожежі: пірогенний фактор є одним з найнебезпечніших для лісових ландшафтів оскільки повністю змінює його характеристики.

Протягом 2016 року в лісових насадженнях лісогосподарських підприємств Держлісагентства України ліквідовано 37 лісових пожеж. Пожежами пройдено 5,37 га. Середня площа пожеж склала 0,15 га [11].

Впродовж 2017 року в лісових насадженнях виникло 222 лісові пожежі. Площа лісових пожеж склала 241,27 га в т. ч. 37,7 га пройдено верховими пожежами. Середня площа пожежі становить 1,09 га [12].

У 2018 році в лісових насадженнях лісогосподарських підприємств, які координуються Управлінням, виявлено та ліквідовано 119 лісових пожеж. Площа лісових пожеж склала 95,37 га в т. ч. 6,0 га пройдено верховими пожежами. Середня площа пожежі становить 0,8 га [13].

У 2021 році у лісових екосистемах виявлено та ліквідовано 91 лісову пожежу, площа лісових пожеж склала 32,67 га, розповсюдження пожеж у верхові не допущено. Середня площа пожежі становить 0,36 га [9].

Проблема захисту лісових насаджень від пожеж особливо актуальною стала у 2022 році, оскільки внаслідок бойових дій на території Харківщини, на окупованих територіях гасіння пожеж не відбувалось.

Проблематиці питання лісових пожеж присвячено низку наукових праць [14-22], оскільки процеси знелісення, недбалого управління та внаслідок необережності окремих громадян призводять до масштабних пожеж у лісових ландшафтах області.

Методи економічної оцінки використання лісових ресурсів розроблено у роботі [23]. Авторами пропонується методичний інструментарій для грошової оцінки за видами лісових ресурсів на різних рівнях – від лісової ділянки до регіону. В основі грошової оцінки лежать лісівничо-таксаційні показники Лісові ресурси

автори поділяють на матеріальні (деревні, технічні, лікарські та інші продукти лісу) та нематеріальні (або корисні властивості).

Оцінка стану лісових насаджень може бути проведена завдяки використанню різних підходів до ландшафтно-екологічного моделювання лісових насаджень. Користуючись методом моделювання лісових насаджень та аналізу просторово-часової динаміки стану деревного ярусу лісу, Т. С. Мешкова [24] у своїй науковій праці аналізує часові зміни лісу, визначає проблеми погіршення санітарного стану лісу, зазначає період покращення стану лісу, розробляє рекомендації для раціонального використання лісового ресурсу.

Як зазначено у [25] глобалізація лісового господарства передбачає формування єдиного фінансово-економічного геопростору.

Природний капітал є центральною концепцією економічної оцінки екосистемних послуг, яка обертається навколо ідеї, що навколишнє природне середовище створює товари та послуги, необхідні для життя людства. Природний капітал забезпечує сталість економічного розвитку держав. Проте, основним баченням природного капіталу лісових ландшафтів є їх промислове використання.

Перші використання концепції екосистемних послуг починається з 1960 х рр., як наприклад, у роботах [26, 27].

Термін «екосистемні послуги» вперше вводяться у 1970 році у звіті критичних проблем довкілля (SCEP, 1970) [28].

У цьому звіті (SCEP) представлені результати щомісячної міждисциплінарної експертизи глобальних кліматичних та екологічних наслідків людської діяльності.

Саме поняття «екосистемні послуги» (з англ. – ecosystem services) вперше вжив британський учений Е. Ф. Schumacher у своїй роботі «Small is Beautiful: Economics as if People Mattered» (1973 рік). У своїй книзі він глибоко аналізує з філософської точки зору залежність людини від довкілля і навпаки, використовуючи поняття природного капіталу та послуг довкілля [29, 30].

У 1990-х роках використання цього терміну поширюється завдяки роботам [31-35].

Але однією наймасштабніших робіт, можна вважати Оцінку екосистемних послуг на порозі тисячоліття 2003, 2005 років – Millennium Ecosystem Assessment. Оцінка екосистем на порозі тисячоліття дозволила оцінити наслідки зміни екосистем для добробуту людей. З 2001 по 2005 рік в МЕА працювали більш 1360 експертів з усього світу. Їх результати забезпечують наукову оцінку стану та тенденцій в екосистемах світу та їх послуг, а також наукову основу для дій по їх збереженню і сталому використанню [36].

У цьому звіті вводиться вже найбільш поширене поняття «екосистемних послуг». Відповідно, екосистемні послуги – це переваги, які отримує суспільство від екосистем [36]. У цьому ж документі подається і класифікація екосистемних послуг.

У 2008 році з'являється такий проект як Ecosystem Service Partnership. Це Партнерство з екосистемних послуг, яке має на меті сприяти обговоренню та співпраці між тими, хто працює у сфері екосистемних послуг, і особливо його членами. Для цього ESP організовує міжнародні конференції щорічно з 2008 року. З 2015 року ESP перейшов на дворічний цикл Всесвітніх конференцій, а регіональні конференції – протягом року щодо обговорення розвитку напрямку екосистемних послуг [37].

У контексті проекту TEEB (2008-2010 рр.) автори глобального огляду «Оцінки грошових цінностей екосистемних послуг», підтриманого багатьма членами ESP та дослідниками TEEB розробили базу даних про грошові цінності екосистемних послуг, яка наразі містить понад 1350 точок даних із понад 300 кейсів. Після випуску бази даних оцінювання TEEB у 2010 році автори продовжували розробляти базу даних, як за змістом, так і за дизайном, під назвою «База даних оцінювання служб екосистем» (ESVD). Ця база даних буде розвиватися далі як одна з головних заходів ESP у тісній співпраці з експертною групою з питань біомів, тематичною робочою групою з оцінки, Партнерством з обслуговування морських екосистем та Інструментарієм оцінки екосистем (Економіка Землі) [37, 38].

Головними принципами проекту «Економіка екосистем і біорізноманіття» є:

1. не намагатись управляти некерованим;
2. людина повинна пізнавати цінності довкілля;
3. людина повинна пізнавати і знати цінність екосистем та раціонального використання їх природних ресурсів;
4. біорізноманіття глибоко залежить від впливу людини, а не є «подарунком» від природи.

У 2012 році ініціативу розвитку екосистемних послуг отримує Європейське агентство з охорони навколишнього середовища (CICES), згідно з їх підходом послуги екосистем – це вклад, який екосистеми роблять у добробут людини [39]. Це готові послуги в тому розумінні, що вони є вигодами екосистем, які прямо впливають на добробут.

МА, ТЕЕВ та CICES – три основні глобальні проєкти з дослідження екосистемних послуг. Важливою частиною кожного з цих проєктів було надання чіткої, зрозумілої та працюючої класифікації екосистемних послуг. І хоча у кожного проєкту було розроблена своя класифікація, основна тенденція є однакова у всіх випадках. Так, виділяють (табл. 1.1):

- послуги з забезпечення;
- послуги з регулювання;
- культурні послуги;
- супровідні.

На практиці супровідні послуги частіше поєднують з послугами з регулювання, не виділяючи їх в окрему групу.

Між послугами і вигодами немає однозначної відповідності, одна послуга генерує декілька вигід, а для отримання певної вигоди зазвичай необхідно декілька послуг. Вигоди можуть не збігатися з послугами у просторі і часі [40, 30].

У 2013 році створено міжурядову науково-політичну платформу з біорізноманіття та екосистемних послуг (IPBES), яка є незалежним міжурядовим органом, створеним державами-членами ООН для зміцнення науково-політичної взаємодії для збереження біорізноманіття та екосистемних послуг [32].

Таблиця 1.1

Класифікація екосистемних послуг

Забезпечуючі послуги	Послуги з регулювання	Культурні послуги	Супровідні послуги
Забезпечення їжею Їжа в основному надходить з керованих агроекосистем, але морські та прісноводні системи чи ліси також забезпечують їжу для споживання людиною.	Вплив на якість атмосферного повітря та регулювання клімату. Лісові ландшафти впливають на клімат на регіональному та глобальному рівнях, а також на стан атмосферного повітря, шляхом поглинання забруднюючих речовин.	Культурне різноманіття. Різноманітність екосистем є одним із факторів, що впливають на різноманітність культур. А також мають певні цінності на суспільства: -духовні та релігійні; -освітні; -естетичні; -соціальні.	Місце проживання для видів: середовища існування забезпечують все, що потрібно для виживання окремої рослини чи тварини: їжу; вода; і притулок. Кожна екосистема забезпечує різні середовища існування, які можуть бути важливими для життєвого циклу видів.
Сировина: Екосистеми забезпечують велику різноманітність матеріалів для будівництва та палива, включаючи деревину, біопаливо та рослинні олії, які безпосередньо отримують з диких та культурних видів рослин.	Секвестрація та зберігання вуглецю: Екосистеми регулюють глобальний клімат, зберігаючи та секвеструючи парникові гази. У міру росту дерев і рослин вони виводять вуглекислий газ з атмосфери і ефективно замикають його у своїх тканинах. Таким чином лісові екосистеми є запасами вуглецю.	Відпочинок та психічне та фізичне здоров'я: Гуляння та заняття спортом на зеленому просторі - це не лише хороша форма фізичних вправ, але й дозволяє людям розслабитися. Роль, яку зелений простір відіграє у підтримці психічного та фізичного здоров'я, все більше визнається, незважаючи на труднощі з вимірюванням.	Забезпечення генетичного різноманіття: Генетичне різноманіття - це різноманіття генів між популяціями та всередині них. Генетичне різноманіття відрізняє різні породи чи раси один від одного, тим самим створюючи основу для місцевих добре адаптованих сортів та генофонд для подальшого розвитку комерційних культур та худоби.
Прісна вода: екосистеми відіграють життєво важливу роль у глобальному гідрологічному циклі,. Рослинність та ліси впливають на кількість води, наявної на місцях.	Регуляція поверхневого стоку та вплив на його якість. Екосистеми можуть бути джерелом домішок у прісній воді, але також можуть допомогти відфільтрувати та розкласти органічні відходи	Туризм та рекреація: екосистеми та біорізноманіття відіграють важливу роль для багатьох видів відпочинку, що, в свою чергу, дає значні економічні вигоди і є життєво важливим джерелом доходу для багатьох країн.	

Продовження таблиці 1.1

Лікарські ресурси: Лісові ландшафти є місцем зростання багатьох рослин, що використовуються як традиційні лікарські засоби, а також як сировина для фармацевтичної промисловості.	Запобігання ерозії та підтримка родючості ґрунтів: Ерозія ґрунту є ключовим фактором у процесі деградації та опустелювання земель. Рослинний покрив забезпечує життєво важливу регуляторну послугу, запобігаючи ерозію ґрунту	Естетична вдячність та натхнення для культури, мистецтва та дизайну: Мова, знання та природне середовище були тісно пов'язані протягом усієї людської історії. Біорізноманіття, екосистеми та природні ландшафти стали джерелом натхнення для більшої частини нашого мистецтва, культури та все більше для науки.	
	Запилення: комахи та вітер запилюють рослини та дерева, що важливо для розвитку плодів, овочів та насіння.	Духовний досвід та відчуття місця: У багатьох частинах світу природні особливості, такі як конкретні ліси, печери чи гори, вважаються священними або мають релігійне значення. Природа є спільним елементом усіх основних релігій і традиційних знань, і пов'язані з ними звичаї важливі для створення почуття своєї приналежності.	
	Біологічний контроль: Екосистеми важливі для регулювання шкідників та захворювань, що переносяться переносниками, що атакують рослини, тварин і людей. Екосистеми регулюють шкідників та хвороби завдяки діяльності хижаків та паразитів.		

Джерело: розроблено автором на основі [38].

Картографування та оцінка екосистем та їх послуг (з англ. – MAES) – аналітична основа, створена Європейською Комісією (ЄК) для підтримки виконання Дії 5 Стратегії ЄС щодо біорізноманіття [41]. Аналітична база для процесу MAES включає:

- 1) картографування екосистем;
- 2) оцінка стану екосистеми;
- 3) оцінка екосистемних послуг;
- 4) комплексна оцінка.

Використання концепцій природного капіталу для оцінки екосистемних послуг вимагає переведення капіталу та ЕП в певні рамкові вимоги, які б забезпечували розробку практичних та перевірених управлінських рішень для того, щоб інтегрувати оцінку екосистемних послуг в управління лісовими ландшафтами, землекористуванням, охорони та використання водних ресурсів.

Підхід до раціонального використання лісових ресурсів, можливо реалізувати на основі принципів концепції екосистемних послуг.

Умовно дослідження екосистемних послуг можна об'єднати у дві основні групи. До першої групи відносяться теоретичні дослідження, спрямовані на розробку самої концепції та які намагаються оцінити потенційний вплив застосування концепції на взаємовідносини між суб'єктами діяльності. До другої групи відносяться практичні дослідження, які займаються саме пошуком шляхів реалізації концепції екосистемних послуг [43].

Механізм екосистемних послуг лісових ландшафтів полягає у взаємодії лісу з атмосферою, водою, ґрунтом та в підтримці їхніх якісних і кількісних параметрів на оптимальному екологічному рівні [44]. На думку Є. В. Мішеніна [45], освоєння лісів необхідно, розглядати у взаємозв'язку з поняттям лісоресурсного потенціалу. Освоєність лісоресурсного потенціалу визначається як рівень розвитку суспільних інтересів [45]. Автором [46] було встановлено, що механізм екосистемних послуг складається з:

1) взаємодії зелених насаджень загального, обмеженого та спеціального призначення з інженерною містобудівною інфраструктурою, атмосферою, водою, ґрунтом;

2) у регулюванні якісних, кількісних параметрів абіотичного середовища на прийнятному екологічно безпечному рівні.

Серед загальноприйнятої класифікації екосистемних послуг лісу наявні послуги можна розділити на матеріальні і нематеріальні послуги [47].

Гавадзин Н. О., Мельничук І. В. [48] визначають доцільним для визначення цінності екосистемних послуг класифікувати їх за економічними районами, за секторами економіки, за видами економічної діяльності.

Автори досліджували екосистемні послуги лісосмуг та визначили вартість їх екосистемних послуг з забезпечення, регулювання та обслуговування через призму еколого-економічної вартості корисних функцій [49].

Питання економічної оцінки лісових ресурсів на основі її екосистемних послуг розглядались Ю. Ю. Несторяком [50], автором зазначено, що у межах біосфери ліс здійснює енергетичні, продукційні, біогеохімічні, відтворювальні, організаційні та охоронні функції. Автор розглянув сировинні функції лісу які використовуються населенням, та у сфері виробництва, за що треба платити. Також розглянуто методи, підходи, вимоги та обмеження оцінки екосистемних послуг. Зазначено, що найвищу вартість мають захисні ліси, які переважно створюють сприятливі умови для функціонування лісових, суміжних з ними антропогенних ландшафтних комплексів інших типів, окремих типів господарств та населення.

Е. В. Поляничко [51] дослідивши екосистемний підхід в рекреаційно-туристичній сфері, визначає основну перешкоду для запровадження платних екосистемних послуг в рекреаційно-туристичній сфері України – це відсутність чітко регламентованого механізму запровадження стягнень за отримання екосистемних послуг. Загалом, наміри України щодо впровадження екосистемних послуг на практиці підтверджуються постійним закріпленням та розробкою стратегій розвитку територій.

І. П. Соловій, Р. О. Козак, Т. Я. Кулешник [52] на прикладі планування сталого землекористування, автори розглядають розрахунок вартості послуг лісових екосистем для отримання екологічної вигоди. У статті зазначено, що механізм надання лісом послуг екосистеми полягає у взаємодії лісу з атмосферою, водою, ґрунтом та у підтриманні їхніх якісних і кількісних параметрів на екологічно оптимальному рівні. До послуг лісових екосистем відносять рекреаційну (оздоровчу) цінність лісових масивів, захист ґрунтів від ерозії, підвищення врожайності сільськогосподарських культур, збереження біорізноманіття, регулювання водного стоку, продукування кисню, поглинання двоокису вуглецю [52].

Загвойська Л. Д. зазначає, що «екосистеми та їхні послуги не можна розглядати як традиційний об'єкт економічних відносин», оскільки це протирічить загальноприйнятим економічним поняттям об'єкту та суб'єкту економічної діяльності, саме тому виникає необхідність до розширення загальноекономічних підходів до предметів вартості та оцінки, включаючи цінність природного капіталу [53, 54]. У інших своїх дослідження автор уточнює поняття еколого-економічної системи, для підґрунтя оцінки екосистемних послуг.

Визначення терміну «екосистемні послуги» за різними проєктами та дослідниками подано у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2.

Визначення терміну «екосистемні послуги»

Проєкт/автор	Рік	Сутність поняття
Schumacher	1973	незамінні запаси природного капіталу становлять більшу частину всього капіталу, але сучасні економісти помилково вважають його вичерпання доходом. Автор виділив два типи природного капіталу: викопне паливо, яке швидко ліквідується, і здатність природних систем до самовідновлення, яким загрожують нові хімічні речовини, проти яких природа не має захисту.
Helliwell D. R.	1969	Визнані переваги, які надає дика природа, перераховані як виробництво, потенційне виробництво, освіта та відпочинок.

Продовження таблиці 1.2

Daily	1997	Умови і процеси, через які природні екосистеми, і види, які складають їх, підтримують життя для людства.
Costanza	1997	Переваги, які людське населення отримує, прямо чи опосередковано, від функцій екосистеми.
R. de Groot et al.	2002	Здатність природних процесів і компонентів забезпечувати товари та послуги, які задовольняють людські потреби, прямо чи опосередковано.
MEA	2003	Переваги, які люди отримують від екосистем.
TEEB	2011	Прямий і непрямий внесок екосистем (відомий як природний капітал) забезпечує добробут людей і якість життя.
Загвойська Л. Д.	2013	Економічна категорія, прийнята для позначення вкладу екосистем у добробут людини. Реконцептуалізація, позначення корисностей, які людина і біота отримують від екосистем.
CICES	2018	Вклад, який екосистеми роблять у добробут людини

Джерело: узагальнено та систематизовано автором на основі [27, 29, 31-36, 38, 39, 53]

У 2021 році Організацією Об'єднаних націй було прийнято новий підхід до статистичного обліку екосистем у національному масштабі – Екосистемний облік (англ. Ecosystem Accounting), який представляє інтегровану та комплексну статистичну структуру для збору та організації даних про середовища існування та ландшафти, оцінки екосистемних послуг та моніторинг змін з прив'язкою до економічних та антропогенних факторів діяльності [30, 55, 56]. Поетапна схема збору інформації для оцінки екосистемних послуг представлена на рис. 1.1.

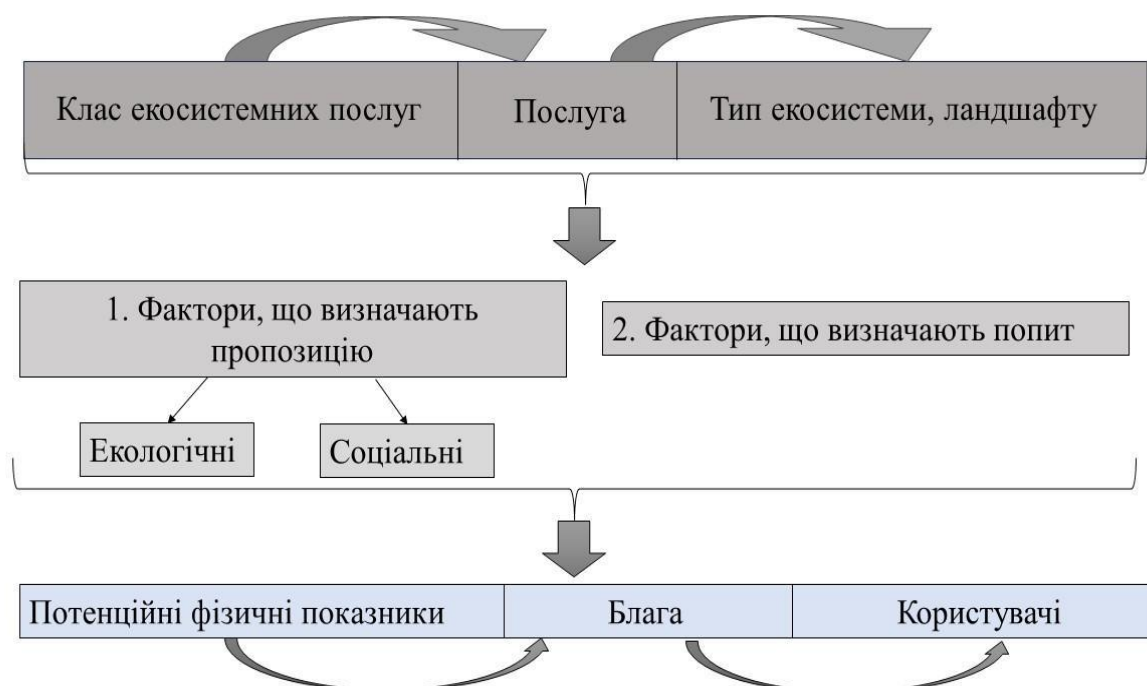


Рис. 1.1. Схема збору інформації для екосистемного обліку

Джерело: розроблено автором на основі [56]

Так, наприклад, внесення даних до екосистемного обліку виглядає наступним чином: послуга з забезпечення – забезпечення деревиною – лісові ландшафти – ϕ_1 екологічні (клімат, стан ґрунтів, клімат, водозабезпечення, біомаса та продуктивність) – ϕ_1 соціальні (управління лісовим господарством) – ϕ_2 попит на деревину – потенційний фізичний показник: валовий об’єм деревини, тис. т. – блага: об’єм заготівлі деревини – користувачі: лісові господарства, приватні господарства. Таким чином, ця система поєднує в собі інформацію про природні ресурси і фінансові потоки, отримані від цих ресурсів [56].

1.2 Методи оцінки екосистемних послуг лісових ландшафтів

На сьогодні в межах проєкту «Економіка екосистем і біорізноманіття» (ТЕЕВ) сформована низка ключових принципів найкращої практики вартісного оцінювання екосистемних послуг [38]:

- оцінювання екосистемних послуг має враховувати показники граничних змін стану екосистемних послуг. Цей принцип передбачає використання альтернативних сценаріїв реальних чи прогнозних змін режиму охорони і використання екосистемних послуг, кожному з яких відповідає власна вартісна оцінка. Оцінка «статичного» об'єкта, з яким за фактом і за планом не відбувається жодних змін і щодо якого не планується жодних змін, є малоінформативною;

- оцінювання має враховувати особливість екосистем, а також первинний стан екосистемних послуг. Цей принцип підкреслює відсутність універсальності в підходах до оцінювання екосистемних послуг, кожна з яких є унікальною;

- економічне оцінювання екосистемних послуг потрібно здійснювати відповідно до найкращих практик «перенесення вигід», тоді як основні зусилля необхідно зосереджувати на проблемі агрегування оцінок граничних змін екосистемних послуг [38].

Важливо розробити методичні підходи, що дозволять із мінімальними змінами адаптувати результати виконаних раніше оцінювань щодо об'єктів, які за своїми властивостями принципово є подібними до аналізованих [57]. Важливість розробки методичних підходів до оцінки екосистемних послуг також зазначає Дегтярь Н. В. [58].

Як стверджує [59] економічна оцінка екосистемних послуг залежить від повноти наявної інформації щодо цих послуг. Проте автор вказує, що визначити всі екосистемні послуги ландшафтів досить складно, а також дослідити та прогнозувати яким чином ці послуги можуть змінитися внаслідок антропогенної діяльності.

Методи оцінки вартості екосистемних послуг базуються на типі використання природних ландшафтів. До таких типів використання відноситься:

- I. пряме використання (сировина та продукція, які можна використовувати для споживання, водозабезпечення а також рекреаційні послуги);
- II. непряме використання (забезпечення якості води, захист від підтоплення, стабілізація мікроклімату);
- III. невикористання (існування екосистеми, заповідання, культурна цінність) [60].

Вартісну оцінку екосистемних послуг прямого та непрямого використання набагато легше провести, оскільки вона формується на основі ринкових відносин, у яких визначається грошова вартість за певні послуги. Більш складним є розрахунок вартості від невикористання екосистемних послуг. До невикористання відносять, як правило саме існування природних ландшафтів та їх заповідання. Така оцінка є досить суб'єктивною та проводиться на основі вартості, яку визначає суспільство.

Проте, ці методи дають можливість виявити не лише економічну вартість екосистеми, а й можливі витрати пов'язані з деградацією екосистеми; витрати, які, зростають паралельно з втратами вартості прямого використання [59].

Методи оцінки екосистемних послуг можна поділити на три основні групи відповідно до типів використання природних ресурсів.

Пряма ринкова оцінка. Перевагою такого методу є доступність та висока точність даних на основі реально існуючих та ефективно функціонуючих ринків лісових екосистемних послуг. До недоліків можливо віднести те, що далеко не всі лісові екосистемні послуги представлені на ринку, а їх вартість не може бути достовірно визначена на основі виконаних угод та укладених договорів.

Вигоди використання. Гедонічне ціноутворення передбачає залежність між якістю лісових екосистемних послуг (рівень шумових забруднень, чистоти повітря, мальовничості околиць) та цінами ринкових благ (скажімо, вартість землі чи нерухомості на території, відведені під ліси). Такий вид вартості дає змогу стверджувати: нечітко виражені, але внутрішньо узгодженні ціни існують для кожної властивості товару, і їх можна визначити на основі ринкових цін. Тобто, якщо визначити оцінку мальовничості об'єктивно неможливо, для розрахунків береться різниця між вартістю об'єкта, що перебуває на території лісової екосистеми, та аналогічного об'єкта поза межами такої системи. Ця різниця і буде становити цінність екосистемних послуг. Недоліком цього методу є багатогранність факторів, що впливають на ціноутворення, що значно ускладнює розрахунки та порядок визначення, яка ж саме частина різниці виникла внаслідок надання лісових екосистемних послуг.

Вигоди існування. Складність останньої групи методів полягає в тому, що не існує ринків, на яких можна було б визначити цінність саме існування лісових екосистемних послуг у відриві від їх використання. Оскільки ринків не існує, неможливо спрогнозувати поведінку суб'єктів використання лісових екосистемних послуг [60].

Через наявну неузгодженість методологічних підходів до оцінки екосистемних послуг постає першочергове завдання у впровадженні механізмів ідентифікації та оцінювання на національному рівні з подальшою інвентаризацією й оцінюванням вигод від використання функцій екосистем економічними суб'єктами та іншими зацікавленими сторонами, про що вказується у дослідженні [61].

Процес розвитку ринку екосистемних послуг лісів складається з трьох стадій: зародження ринку, його становлення і саме функціонування. На першій стадії визначається суть екологічної послуги лісу та коло осіб, зацікавлених в отриманні цієї послуги. Також доноситься до відома зацікавлених осіб інформація про існуючі проблеми і можливості їх вирішення. Таким чином, формується готовність платити за захист від проблем і створюється підґрунтя для бажання зацікавлених осіб вступити в переговори. На другій стадії визначається структура ринку. Складаються інструкції, які визначають вид послуги, містять права та обов'язки зацікавлених сторін, а також забезпечують основу для договірних платежів. Ринок починає існувати на останній стадії, коли відбуваються трансакції і кошти переміщуються між зацікавленими сторонами. Для розвитку ринку екосистемних послуг лісів, по-перше слід розглянути методи оцінки ресурсу [62, 63].

Метод прямої ринкової оцінки є найпростішим методом оцінки, оскільки базується на статистичній інформації щодо обсягів реалізації лісової продукції. Таким методом доцільно розраховувати забезпечуючі екосистемні послуги лісових ландшафтів, зокрема забезпечення деревиною. При цьому вартість залежить від віку, породи, діаметра стовбура та бонітету. При цьому, окремо варто виділити забезпечення недеревними ресурсами – збір грибів, ягід, лікарських рослин, заготівля деревного соку. Відповідно до Лісового кодексу збір трав, грибів та ягід

для особистих потреб фізичних осіб відноситься до загального користування. У такому випадку доцільно використовувати метод гедонічного ціноутворення, проте відслідкувати який був об'єм зібраних ресурсів досить складно. Якщо ж збиранням другорядних лісових ресурсів займається юридична особа або фізична особа-підприємець тощо, тоді це вже буде спеціальне використання природних ресурсів, на яке потрібно отримувати спеціальний дозвіл – лісовий квиток [64]. Методами прямої ринкової оцінки можна оцінити, наприклад, культурні послуги, зокрема рекреація і туризм, еколого-освітню діяльність на території лісів природно-заповідного фонду України.

Значно складнішим процесом є оцінка регулюючих та супровідних екосистемних послуг, оскільки для таких послуг як, поглинання вуглецю з атмосфери, очистка води та регулювання поверхневого стоку, зменшення ерозійних процесів, забезпечення генетичного та біологічного різноманіття, не існує поняття «ринку» та «вартості/ціни». В Україні не існує чітко затверджених на національному рівні методів для розрахунку екосистемних послуг, що обумовлює різницю методологічних підходів до оцінки, особливо якщо мова йде про вартість існування та духовні цінності.

Сучасні підходи до оцінки екосистемних послуг ґрунтуються на різних міждисциплінарних підходах, як загалом для всіх екосистемних послуг [65], так і для оцінки конкретних послуг.

Важливе значення для оцінки екосистемних послуг має встановлення індикаторів оцінки. MAES визначає два головних напрямки індикаторів – політика (державні програми тощо) та ключові індикатори екосистеми, які мають певну розмірність і які можливо визначити в певний проміжок часу [41, 66].

Детальну схему впровадження концепції екосистемних послуг в державне управління України запропоновано у дослідженні [67].

Ліси мають велике значення для довкілля та сталого розвитку держави. Вони займають великі площі, а їх деградація невпинно призводить до матеріальних втрат та зміни стану компонентів довкілля, що у свою чергу призводить до посилення наслідків зміни клімату, міграцій живих організмів, зміни структури ландшафту в

цілому. Для оцінки екосистемних послуг першочерговим завданням є оцінка стану природних ресурсів (включаючи всеохоплюючий аналіз компонентів довкілля), ступеню впливу антропогенної діяльності. Для такого попереднього аналізу стану лісових ландшафтів оптимальним є проведення геоекологічної оцінки. Як зазначав І. Нестерчук [68] геоекологічна оцінка полягає не лише у дослідженні ландшафту, як природного комплексу, при вивченні стану ландшафту враховується антропогенний вплив на нього в результаті господарської діяльності, що особливо актуально для лісових ландшафтів.

Геоекологічну оцінку лісових ландшафтів проведено за загальною методикою ландшафтно-екологічного планування. Ця методика надає змогу не тільки визначити стан природних компонентів, а також оцінити рентабельність тих чи інших екосистемних послуг і на основі цього надати відповідне управлінське рішення [43].

На нашу думку ландшафтно-екологічний підхід дозволить оптимізувати ведення лісового господарства. В останні роки ландшафтно-екологічний підхід набуває поширення в багатьох наукових галузях та має досить широкий спектр застосування – від управління водними ресурсами та раціонального природокористування до застосування при проведенні ландшафтно-екологічного моніторингу. Ландшафтно-екологічний підхід для лісового господарства в найпростішому його тлумаченні полягає у аналізі екологічного стану лісових масивів, які належать до земель лісового господарства, за певними ландшафтами. Головною перевагою ведення лісового господарства на ландшафтно-екологічній основі визначається те, що воно здійснюється в межах однорідних ділянок земної поверхні із урахуванням природних особливостей території та генетично сформованих ділянок лісу [2].

За Максименко Н. В. [69] ландшафтно-екологічне планування – це система заходів, спрямованих на екологічно збалансовану організацію природокористування на територіях різного локального рівня організації довкілля.

Основними етапами ландшафтно-екологічного планування [за 69] є :

1. інвентаризація – збір і узагальнення всієї доступної інформації про природне середовище території, її соціально-економічні умови, структуру і особливості землекористування;
2. оцінка природних умов і потенціалу території планування в категоріях значення і чутливості, а також оцінка характеру використання земель;
3. розробка галузевих цільових концепцій використання природних ресурсів для окремих природних компонентів;
4. розробка інтегрованої цільової концепції використання території;
5. розробка програми основних напрямів дій і заходів.

Для дослідження екосистемних послуг лісових ландшафтів засобами ландшафтно-екологічного планування доцільно адаптувати методика, відповідно до особливостей самої концепції екосистемних послуг та наслідків військових дій для лісових ландшафтів (рис.1.2).



Рис. 1.2. Методика дослідження екосистемних послуг лісових ландшафтів

Джерело: розроблено автором

Кожен з наведених етапів базується на спеціально наукових методах досліджень. Для аналізу ландшафтних умов використовуються дані дистанційного зондування Землі та опрацьовуються в програмних забезпеченнях геоінформаційних систем.

Лісові ландшафти Харківської області можна поділити на наступні групи:

1. межирічкові – ліси та лісовкриті території, які розташовані на вододілах річок;
2. долинні – лісові масиви борівих терас річок, складені, головним чином сосною та ділянки листяних лісів заплав річок;
3. балково-долинні – листяні або мішані ліси, насаджені з метою попередження ерозії схилів балок і ярів [30].

В окремі групи на нашу думку доцільно винести лісосмуги, оскільки вони відрізняються від типових лісових ландшафтів, але надають певну кількість екосистемних послуг та ліси природно-заповідного фонду України, як земель які підлягають особливій охороні.

Для проведення дослідження у якості модельної ділянки було обрано територію Васищівського лісництва ДП Жовтневого лісгоспу Харківської області, зокрема урочища Чорний ліс, Бір 1 та Бір 2, оскільки ця територія є репрезентативною для всіх типів лісових ландшафтів Харківської області. Територіальне розташування Васищівського лісництва зображено на (рис. 1.3).

Васищівське лісництво складається з 27 урочищ. Найбільші урочища: Бір 1, Бір 2, Чорний ліс, які займають майже 80% від усього лісництва (рис. 1.3)..

Схема розташування модельної ділянки Васищівського лісництва дослідження показана на рис. 1.4.

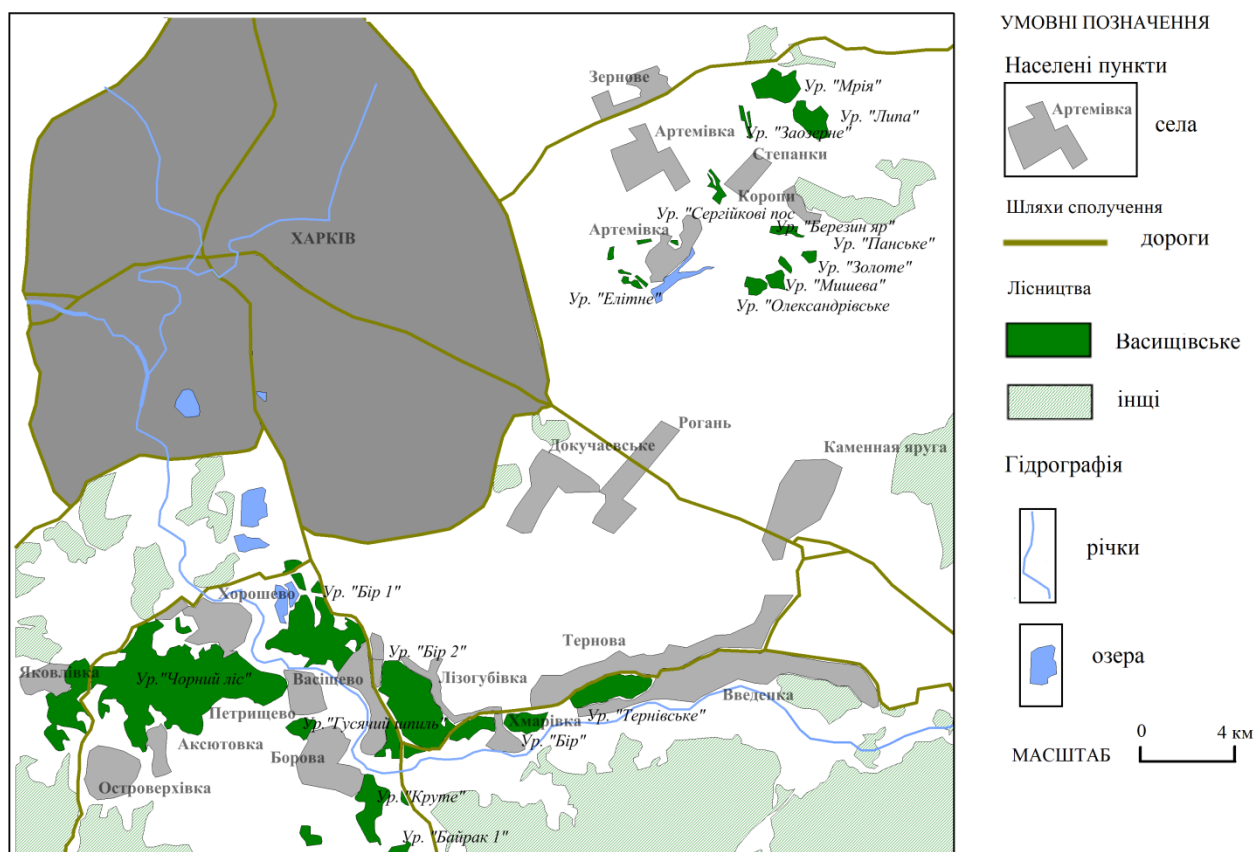


Рис. 1.3. Територіальне розташування Васищівського лісництва

Джерело: розроблено автором



Рис. 1.4. Територія модельної ділянки Васищівського лісництва Харківської області

Джерело: розроблено автором

Усі ліси Жовтневого лісгоспу належать до першої групи. Загальний середній приріст 153 тис. м³, середньорічний приріст на гектар – 3,2 м³. Середня лісистість у зоні розташування лісгоспу – 12,8 %. Щороку в лісгоспі заготовлюється від всіх рубок понад 48-50 тис. м³ деревини.

В останні роки лісгосп щорічно проводить посадку лісових культур на площі понад 100 гектарів у Державному лісовому фонді та до 20 гектарів на землях непридатних для сільськогосподарського використання. Господарство повністю забезпечує себе насінням та вирощеним матеріалом для висадки. Щороку заготовлюється більше 4-х тонн насіння різних порід. Добре поставлено цю справу у Водолазькому, Валківському та Бабаївському лісництвах [2].

Для оцінки екосистемних послуг лісових ландшафтів доцільно ввести у якості індикаторів показників екосистемних послуг результати ландшафтно-екологічного планування, зокрема оціночного етапу, які ілюструють екологічний стан ландшафту для визначення можливості надання екосистемної послуги.

Для оцінювання було обрано основні екосистемні послуги лісових ландшафтів: серед забезпечувальних послуг – це забезпечення деревиною, серед послуг з регулювання – депонування вуглецю, серед культурних – рекреація, серед супровідних – збереження біорізноманіття.

Оскільки, ми ведемо мову саме про лісові ландшафти, то на наш погляд для об'єктивної оцінки вартості та можливості використання тих чи інших екосистемних послуг, необхідно провести комплексне дослідження саме ландшафтів.

Запропонована методика з використанням ландшафтних індикаторів, на відміну від суто вартісної оцінки загальноприйнятими методами, дозволяє врахувати вплив антропогенної діяльності на стан лісових ландшафтів, і як наслідок їх можливість надання екосистемних послуг.

Перелік індикаторів для екосистемних послуг подано у таблиці 1.3

Таблиця 1.3

Індикатори показників екосистемних послуг лісових ландшафтів

Клас послуги	Тип послуги	Показник послуги	Ландшафтні індикатори
Забезпечення	Забезпечення деревиною	Вартість лісової продукції грн./га	<i>Клімат:</i> у т.ч. дендрохронологічна оцінка <i>Ґрунти:</i> у т.ч. хімічний аналіз <i>Ландшафти:</i> у т.ч. зміна ландшафтного профілю <i>Антропогенний вплив:</i> у т.ч. оцінка конфліктів природокористування
Регулювання	Поглинання вуглецю	Кількість поглинутого вуглецю т/га	
Культурні	Рекреація	Допустима кількість рекреантів на 1 га	
Супровідні	Збереження біорізноманіття	Площа об'єктів ПЗФ, які представлені лісовими ландшафтами, га	

Джерело: розроблено автором

Вплив кліматичних показників на лісові ландшафти можливо дослідити за допомогою стандартних дендрохронологічних методик із дослідження радіального приросту дерев.

Головною метою дендрохронології є датування річних кілець дерев, які протягом росту дерева збирають інформацію про явища у природному середовищі (кліматичні варіації, забруднення, пожежі тощо); вивченням впливу екологічних факторів на радіальний приріст дерев; анатомічну структуру деревних кілець та їх хімічний склад, а також аналізом інформації в шарах річної деревини з метою реконструкції умов природного середовища [70].

Основні принципи дендрохронології запозичені із загальної екології. Основними з них є уніформізм, закон лімітуючих факторів, відбір районів і місць місцезростання, перехресне датування, повторність [70].

Принцип уніформізму стосовно дендрохронології стверджує, що фізичні та біологічні процеси, що зумовлюють зміни в зростанні дерева під впливом факторів природного середовища в теперішній час, ви-кликали подібні ж зміни в минулому. Цей принцип є обґрунтуванням широкого використання деревно-кільцевої хронології для реконструкції минулих умов довкілля [70].

Суть *принципу лімітуючих факторів* полягає в тому, що біологічні процеси, зокрема зростання деревних рослин, не можуть протікати швидше, ніж це дозволяється зовнішнім або внутрішнім фактором, що знаходиться в мінімумі. У разі, якщо цей фактор в силу будь-яких причин переходить в розряд оптимальних, швидкість росту буде збільшуватися до тих пір, поки інший фактор (або фактори) не стануть лімітуючими. Наприклад, волога часто є лімітуючим фактором, особливо в посушливих районах, тоді як температура може бути лімітуючим фактором у районах висотної поясності [70].

Принцип сукупності складових росту дерев стверджує, що будь-які індивідуальні серії можуть бути розкладені в сукупність факторів довкілля. Обидві групи факторів як природні, так і антропогенні впливають на приріст дерев протягом всього їх життя. Наприклад, ріст кільця влюбий рік є функцією сукупних факторів:

- вікового тренду, який обумовлено процесом старіння дерев;
- погодних умов, які сталися в рік виникнення якогось явища (наприклад, вітровалу, льодолому тощо) в межах лісового масиву, що вплинули на явища, які виникли в середині масиву (наприклад, вітролом);
- виникнення явищ зовні лісового масиву (наприклад, спалах комах, внаслідок чого виникає дефоліація крони і знижується приріст дерев);
- випадкові (помилкові) процеси, які не враховані іншими процесами [70].

Принцип екологічної амплітуди стверджує, що види можуть рости, розмножуватись та поширюватися в широких, вузьких чи обмежених ареалах [70].

Принцип відбору районів і місць місцезростання. Цей принцип стверджує, що ділянки, які даватимуть корисні для дендрохронології дані, можна вибирати, виходячи з того, що дерева будуть формувати кільця, які відображають екологічні умови, що досліджуються. Наприклад, якщо вивчаються умови посухи в минулому, необхідно відбирати зразки дерев, що ростуть на територіях, які ростуть в посушливих умовах. У сприятливих для росту дерев місцезростання формуються широкі річні кільця. При цьому у таких дерев добре виражені зміни приросту з віком, а величина приросту між сусідніми роками коливається в незначних межах. У несприятливих для зростання дерев умовах кільця приросту вузькі, їх ширина значно коливається рік від року, вікова крива росту виражена слабо. Часто спостерігається випадання кілець. Чим сильніше річна мінливість величини приросту дерев, тим надійнішим індикатором змін умов середовища вона є [70].

Принцип перехресного датування є найважливішим в дендрохронології та розроблений з метою абсолютного і відносного датування часу формування деревних кілець з точністю до року. Деревні рослини, які ростуть в межах однорідного в кліматичному відношенні району, величиною приросту схоже реагують на зміни лімітуючих кліматичних факторів. У сприятливі за кліматичними умовами роки у більшій частині дерев формуються широкі кільця, а у несприятливі – вузькі. У зв'язку з цим, у таких дерев спостерігається синхронна мінливість величини приросту в часі. Особливо показовими є вузькі кільця, коли приріст найбільшою мірою лімітується тим чи іншим кліматичним фактором (наприклад, в разі гострого дефіциту вологи в посушливі роки). Чергування вузьких, середніх за величиною і широких кілець неповторно в часі.

Тому максимально можлива синхронність в прирості між різними деревами спостерігається лише в тому випадку, якщо графіки зміни приросту будуть суміщені строго хронологічно [70].

Принцип повторності, тобто використання інформації не з одного, а з певного числа модельних дерев, є неодмінною умовою точного датування кілець, побудови надійних деревно-кільцевих хронологій і створення більш точної реконструкції умов середовища в теперішній час і в минулому [71, 72, 73].

Керни вилучають буравом Преслера із стовбурів 20 дерев на висоті середини зросту людини (1,3 м). Величини шарів річної деревини виміряно за допомогою обладнання для вимірювання радіального приросту «HENSON» із точністю до 0,01 мм [73, 74].

Далі проведено перехресне датування з метою встановлення точного календарного року для кожного шару деревини. Датування є можливим завдяки простій істині: послідовність сприятливих і несприятливих кліматичних явищ (вологі й сухі або теплі й холодні роки) виявляється в послідовності широких і вузьких шарів деревини великої кількості дерев, що дає змогу визначити відповідність кожного річного шару деревини до певного календарного року [73, 75]. Це роблять із метою виявлення років із відсутністю річних шарів деревини та наявністю двійних шарів, та запобігання помилок, які сталися під час вимірювання радіального приросту. Подальшим кроком дослідження є перевірка якості за допомогою програми COFESHA. Ця програма ідентифікує всі частини деревно-кільцевих хронологій, де є помилки перехресного датування або помилки вимірювання. Дерева, які мають незначні кореляції з майстер-хронологією, вилучаються з вибірки [71, 73]. Для деревно-кільцевих хронологій кожного дерева розраховано стандартне відхилення, яке відображає мінливість вимірювань.

Високе стандартне відхилення зазвичай свідчить про чутливість деревно-кільцевої хронології дерева до змін умов довкілля. Автокореляція першого порядку оцінює зв'язки радіального приросту поточного та попереднього років. Середня чутливість визначає відносну різницю між величинами сусідніх річних кілець [74, 75].

Наступним кроком є стандартизація – вилучення низькочастотних варіацій із індивідуальних деревно-кільцевих серій, які не пов'язані з кліматом, наприклад, вплив віку [74]. Відмінності від загальної норми росту або життєздатності індивідуальних дерев були також усунені. Двоступеневе вилучення тренду здійснено за допомогою програми ARSTAN. На першому етапі вилучення трендів використано від'ємну експоненціальну криву, а на другому – кубічну ковзну криву. Індекси радіального приросту сформовано шляхом ділення реального значення

ширини річного кільця на його прогнозоване значення. Внаслідок цього створено ряди індексів радіального приросту із середнім значенням 1 та однорідною дисперсією. У дендрокліматичних дослідженнях часто використовують хронології RESIDUAL, в яких видалено також автокореляцію з метою посилення кліматичного сигналу за рахунок вилучення вікового тренду [76]. Середню індексовану деревно-кільцеву хронологію RESIDUAL розраховують з індивідуальних деревно-кільцевих хронологій за допомогою авторегресійного моделювання для посилення кліматичного сигналу.

Для вивчення впливу клімату на радіальний приріст дерев слід застосувати хронологію RESIDUAL, бо вона має найбільшу чутливість до змін довкілля, що було підтверджено у дослідженні, де вивчалось виявлення особливостей радіального приросту ранньої, пізньої та річної деревини дуба звичайного (*Quercus Robur* L.) в насадженні Лівобережного степу України. Керни дуба було відібрано в 100-річному чистому дубовому насадженні вегетативного походження Південного лісництва [77].

В аналізі взаємозв'язків між кліматом і радіальним приростом використано поняття «норма» – це усереднені значення температури повітря та опадів за період 1960–2017 рр. Відхилення від норми чинників опадів та температур для років із екстремальними кліматичними явищами (посухами, холодними зимами тощо) виражено у відсотках [73, 78].

Для встановлення зв'язків між чинниками клімату і радіальним приростом сосни використано програму RESPONSE, за допомогою якої проведено аналіз відгуку та кореляційний аналіз між деревно-кільцевими хронологіями RESIDUAL і кліматичними чинниками (температурою повітря та опадами) [79]. Аналіз функції відгуку – це форма множинної регресії. Для відбору кращих змінних для цієї регресійної моделі використано кореляційний аналіз між індексними деревно-кільцевими хронологіями сосни й середньомісячними температурами повітря (°C) та сумами опадів за місяць (мм) від червня до грудня попереднього року та від січня до вересня поточного року з використанням кореляційного коефіцієнта Пірсона [73].

Визначення впливу ґрунтових умов. Для оцінки ґрунтових умов в лісових ландшафтах модельної території поставлено два експерименти: маршрутна зйомка з відбором зразків ґрунту за лінією ландшафтного профілю та площинне обстеження на території урочища Бір 2 за квадратною сіткою.

По лінії ландшафтного профілю визначено сім ключових точок, в яких методом конверту відібрано зразки ґрунту. Лабораторний аналіз ґрунту на вміст гумусу, карбонатів та рН водної і соляної витяжки проведено в навчально-дослідній лабораторії аналітичних екологічних досліджень навчально-наукового інституту екології ХНУ імені В. Н. Каразіна. Лабораторія має атестацію та сертифікат ISO 10012:2005 № 01-0155/2019. Проби відбирались методом конверту (по 5 прикопок на кожній тестовій ділянці). Відбір зразків проводився відповідно до методичних рекомендацій та діючих стандартів – ДСТУ 4287:2004 [80]. Ґрунти відбираються на глибинах 0-10 см, 10-20 см та 20-30 см, після чого здійснюється змішування зразків ґрунту з різних глибин. Таким чином, аналізу та наступній оцінці підлягав поверхневий шар ґрунту. Всього, в процесі польових робіт відібрано 200 змішаних проб ґрунту (по 5 на кожній з 40 тестових ділянок).

Ландшафти. Методика ландшафтно-екологічного планування лісових ландшафтів, ґрунтується на детальному аналізі ландшафтно-диференціації територій лісового ландшафту і прилеглої території [81]. Для цього проводиться суцільне великомасштабне ландшафтне картографування обраної ділянки та закладається ландшафтний профіль, що дає змогу проілюструвати різноманіття природних комплексів, а також оцінити зміни природного ландшафту. Для характеристики змін ландшафтного профілю на модельній ділянці закладається профіль, який порівнюється з архівними картографічними матеріалами. Для дослідження використано матеріали топографічної карти зйомки 1942 року та сучасний стан на основі рекогносцирувального польового обстеження та за допомогою Google map, Google Earth [2].

Антропогенний вплив. Дослідження антропогенних чинників впливу на лісові ландшафти здійснено на основі аналізу конфліктів природокористування, побудові матриці конфліктів та визначенні їх інтенсивності. Аналіз конфліктів

природокористування передбачає попередній аналіз джерел негативного впливу на лісові ландшафти.

Таким чином методика, яку надає Мішенін Є. В., можливо адаптувати з урахуванням залежності від ландшафтних індикаторів стану лісових масивів:

$$EP = f'(PP) = f''(Li), \quad (1.1)$$

де: EP – екосистемні послуги;

PP – показник екосистемної послуги на 1 га;

Li – ландшафтні індикатори.

В окрему методику варто виділити оцінку поглинання вуглецю лісовими ландшафтами, яку проведено для Васищівського лісництва.

Дослідження [84] проведено за методикою В. П. Пастернака та І. Ф. Букші [82] «Інвентаризація парникових газів у лісовому господарстві України та шляхи її покращення», в основі якої лежать методи оцінки екосистемних послуг, за П. І. Лакидою [83].

Розрахунок запасу вуглецю в живій фітомасі визначено за формулами 1.2-1.10:

$$R_{v(...)} = a_0 * A^{a_1} * B^{a_2} * \exp(a_3 * A), \quad (1.2)$$

$$R_{v(...)} = a_0 * A^{a_1} * B^{a_2} * P^{a_3} * \exp \exp(a_4 * A + a_5 * P), \quad (1.3)$$

$$R_{v(...)} = a_0 * B^{a_1} A^{(a_2 + a_3 * P + a_4 * P_2)}, \quad (1.4)$$

де: A – вік, років;

B – бонітет;

P – відносна повнота.

Запас вуглецю в чистій первинній продукції для живої фітомаси розраховувався за формулою:

$$V_{ag} = dGS(R_{ab} + R_{bl} + R_{us}) + \sum_i (dMR_i + HarvR_i + \frac{GSR_i}{Turn_i}), \quad (1.5)$$

де: dGS – чистий приріст стовбурної деревини, m^3ga^{-1} за рік;

dM – природний відпад, m^3ga^{-1} за рік;

R_i – вирази для розрахунку фракцій фітомаси;

$Turn_i$ – час існування фракцій.

Запас вуглецю в підліску живої фітомаси розраховано за формулою:

$$R_{uc} = 0,45(1,311P^2 + 2,561P - 0,0263)m, \quad (1.6)$$

де: P – повнота деревостану;

m – коефіцієнт, що залежить від віку переважаючої породи.

Об'єм вуглецю в підрісті живої фітомаси розраховувався за формулою:

$$R_{rg} = 0,45k_1k_2Ke^{k_3 \cdot h}, \quad (1.7)$$

де: K – кількість особин підросту на 1 га;

k_1, k_2, k_3 – коефіцієнти;

h – висота, см.

Вміст вуглецю у сухостій відмерлої фітомаси розраховано за формулою:

$$R_{dw} = 0,5kD_wN/10, \quad (1.8)$$

де: k – коефіцієнт фракції фітомаси;

D_w – запас на 1 га;

N – коефіцієнт складу насадження.

Запас вуглецю у захаращеній частині відмерлої фітомаси визначався за формулою:

$$R_d = 0,5kD, \quad (1.9)$$

де: k – коефіцієнт залежності від породного складу;

D – запас відмерлої деревини на 1 га;

Об'єм вуглецю в лісовій підстилці розраховано за формулою:

$$R_{lit} = (0,001H_{asl} + 4,27)k_1(k_2A^2 + k_3A + k_4)P, \quad (1.10)$$

де: H_{asl} – висота над рівнем моря;

A – вік деревостану;

P – повнота;

k_1, k_2, k_3 – коефіцієнти.

Дана методика була апробована у дослідженнях вуглецевої ємності міських деревостанів на прикладі м. Харків [85].

Висновки до розділу 1

Теоретичні основи управління лісовими ландшафтами ґрунтуються на основоположних працях у галузі лісівництва, екології, ландшафтно́ї екології, географії. Лісові ландшафти є з однієї сторони цінним економічним ресурсом, а з іншої – вразливою природною екосистемою, яку потрібно зберігати.

Серед основних проблем сталого функціонування лісових ландшафтів можна виділити наступні:

- монокультурність штучно насаджених лісів, які мають низьку стійкість до зовнішніх та внутрішніх факторів впливу;
- незаконна рубка дерев, незаконне збирання вторинних лісових ресурсів;
- всихання насаджень різних типів;
- наявність шкідників та інвазійних видів рослин;
- пожежі: пірогенний фактор є одним з найнебезпечніших для лісових ландшафтів оскільки повністю змінює його характеристики.

З цієї точки зору, для сталого управління лісовими ландшафтами доцільно використовувати концепцію екосистемних послуг. Екосистемні послуги – це ті блага, які людина отримує від екосистеми. Серед екосистемних послуг виділяють чотири основні класи: 1. забезпечуючі послуги; 2. послуги з регулювання; 3. культурні послуги; 4. супровідні послуги.

Сучасні дослідження екосистемних послуг умовно можна поділити на суто теоретичні, де описується сама концепція, зацікавлені сторони, форми впровадження та на практичні, які стосуються пошуку оптимальних методів розрахунку кожної екосистемної послуги для кожного природного об'єкту чи ландшафту загалом.

Методи оцінки екосистемних послуг поділяють на три основні групи: методи вартісної оцінки, методи гедонічного ціноутворення та методи оцінки вартості існування. Однак, сучасні методи оцінки не враховують ландшафтних особливостей території. Більшість методів також залежать від наявності ринкових відносин для кожного типу екосистемної послуги, що, наприклад, досить складно

розробити для супровідних послуг. Для лісових ландшафтів важливою послугою для економічного зростання в добробуту країни буде забезпечувальна (деревина, побічне лісокористування), проте, з точки зору невиснажливого використання та збереження біорізноманіття, ця послуга буде не головною.

Проблематика оцінки екосистемних послуг полягає в тому, що не завжди можливо точно оцінити у грошовому еквіваленті вартість тієї чи іншої послуги.

На нашу думку для оцінки екосистемних послуг лісових ландшафтів доцільно використовувати підходи геоекологічної оцінки, з використанням засобів ландшафтно-екологічного планування. Методика дослідження поділяється на два основні етапи – перший саме геоекологічної оцінка, яка включає оцінку природних умов, оцінку господарського використання; просторово-часову оцінку, оцінку впливу військових дії, конфліктів природокористування.

Другим етапом є вже сама оцінка екосистемних послуг, яка визначається у розрахунку на 1 га та на основі ландшафтних індикаторів. До таких індикаторів відноситься:

- клімат (на основі дендрохронологічних методик визначення радіального приросту деревини);
- ґрунти (на основі лабораторного аналізу проб ґрунту);
- ландшафтні умови (на основі аналізу просторово-часової зміни ландшафтного профілю);
- антропогенний вплив (на основі аналізу конфліктів природокористування).

Саме ландшафтні індикатори визначають надання екосистемних послуг, а зміна ландшафтного індикатора призводить до зміни показника екосистемної послуги. При цьому кількісний вираз для ландшафтних індикаторів можливо підібрати відповідно до особливостей фізико-географічних умов лісових ландшафтів.

Таким чином загальна формула для розрахунку екосистемних послуг лісових ландшафтів виглядає як похідна першого порядку екосистемної послуги у

розрахунку на 1 га, яка дорівнює похідній другого порядку ландшафтних індикаторів.

Лісові ландшафти Харківської області представляють собою фрагментарні ділянки лісу природного та штучного походження.

Відповідно до особливостей ландшафту Харківської області було виділено основні типи лісових ландшафтів: межирічкові, долині, балково – долинні.

Для дослідження екосистемних послуг лісових ландшафтів було обрано модельну ділянку території Васищівського лісництва, Жовтневого лісового господарства, територія якого є репрезентативною для всіх вище названих типів лісових ландшафтів.

Результати проведених наукових досліджень, викладених у розділі 1, опубліковані у наукових працях автора [2, 14, 30, 62, 63, 70, 73, 77, 84].

РОЗДІЛ 2.

ГЕОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЛІСОВИХ ЛАНДШАФТІВ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗАСОБАМИ ЛАНДШАФТНО-ЕКОЛОГІЧНОГО ПЛАНУВАННЯ

2.1 Інвентаризаційний етап

Антропогенне навантаження на лісові екосистеми зростає з кожним роком і окремим найбільш негативним чинником впливу у 2022 році стало повномасштабне вторгнення, що призвело до руйнації значних територій лісових ландшафтів (внаслідок вибухів, мінування, використання деревини для будівництва укріплень тощо). Тому одним з пріоритетних завдань для України є збереження та відновлення площ лісових ландшафтів із урахуванням ландшафтно-екологічних чинників їхнього формування.

Головною метою інвентаризаційного етапу ландшафтно-екологічного планування є систематизація даних про природні умови, соціально-економічні умови лісових ландшафтів Харківської області. Аналіз вищезазначеної інформації дає змогу визначити найбільш цінні лісові ландшафти за екологічними та соціально-економічними показниками. Аналіз природних та антропогенних компонентів досліджуваної території дає змогу оцінити комплексний стан природних компонентів лісових ландшафтів та виділити основні напрямки розвитку, допомагає при прийнятті управлінських рішень, а також надає можливість оцінити екосистемні послуги ландшафту та їх ефективність.

2.1.1. Природні умови лісових ландшафтів Харківщини

Харківська область розташована на північному сході України, за фізико-географічним районуванням знаходиться на межі лісостепової та степової зон, що обумовило формування різних лісових ландшафтів у різних типах ландшафтів, у т. ч. межирічкових, долинних та балково-долинних. Загалом, екосистемні послуги лісових ландшафтів знаходяться у прямій залежності від умов їх формування. Так, до вододільних ландшафтів на Харківщині належать межирічкові широколистяні

ліси. Долинні ландшафти охоплюють лісові масиви борових терас річок, складені, головним чином сосною та ділянки листяних лісів заплавл річок. Балково-долинні ландшафти мають переважно листяні або мішані ліси, насаджені з метою попередження ерозії схилів балок і яруг. Складна ландшафтна диференціація території Харківської області зумовила фрагментарність просторового розміщення лісових ландшафтів в межах області (рис. 2.1) [84].

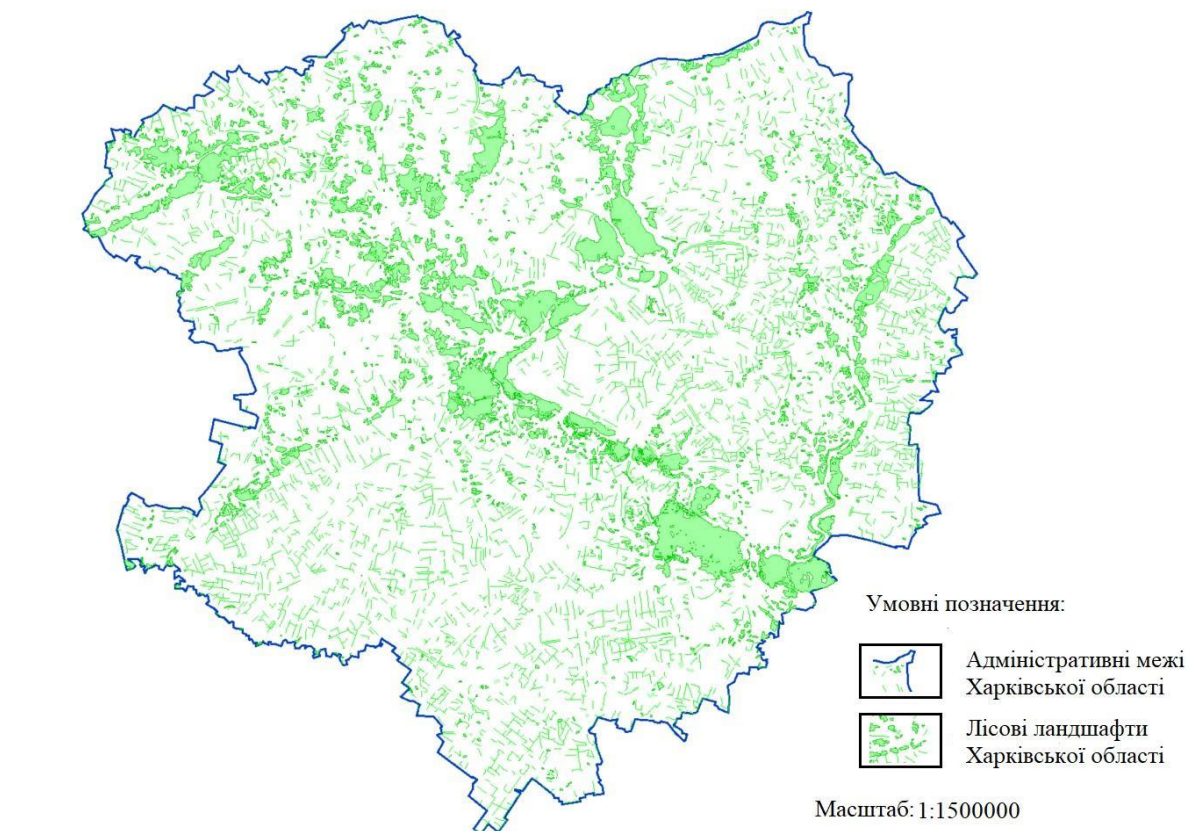


Рис. 2.1. Лісові ландшафти Харківської області

Джерело: розроблено автором

За допомогою даних дистанційного зондування Землі та програмного забезпечення ГІС визначено, що лісові ландшафти Харківської області складають 3108,054 км².

Ландшафтно-екологічний підхід для лісового господарства в найпростішому його тлумаченні полягає в аналізі екологічного стану лісових масивів, які належать до земель лісового господарства, за певними ландшафтами. Головною перевагою ведення лісового господарства на ландшафтно-екологічній основі визначається те,

що воно здійснюється в межах однорідних ділянок земної поверхні із урахуванням природних особливостей території та генетично сформованих ділянок лісу [2, 84].

Кліматична характеристика. Харківська область розташована в помірно-континентальному кліматі, характеризується холодною зимою та жарким, посушливим літом. За даними Харківської метеостанції, найтеплішим ($21,0^{\circ}\text{C}$) і найвологішим (72 мм) місяцем є липень, а найхолоднішим – січень ($-5,5^{\circ}\text{C}$), найменшою кількістю опадів характеризується березень (33,5 мм). Середньорічна кількість опадів 540 мм [86], найбільша кількість опадів спостерігається у червні та липні. Середньорічна температура становить $8,1$ градусів С [73].

Однак, за останні десятиліття у Харківській області, як і по всій Україні, спостерігаються кліматичні зміни. Про це свідчать дослідження [87], згідно з якими за даними Держкомгідромету з 1991 по 2019 роки середньорічна температура в Харківській області збільшилась на $3,4^{\circ}\text{C}$ з $6,7^{\circ}\text{C}$ (мінімальна) у 1997 році до $10,1^{\circ}\text{C}$ (максимальна) у 2019 році. За допомогою моделі прогнозування методом Хольта – Вінтера автори визначили збільшення середньорічної температури в Харківській області до $10,6^{\circ}\text{C}$ у 2040 році. При цьому модель вказує на підвищення температури повітря та зменшення кількості опадів, що у свою чергу підвищує ризик виникнення лісових пожеж.

Кліматичні умови прямо та опосередковано впливають на здатність лісових ландшафтів надавати екосистемні послуги. Зміни кліматичних показників прямо впливають на приріст деревини (послуги з забезпечення) та на збереження біорізноманіття та генетичного різноманіття (супровідні послуги). Прямий взаємозв'язок спостерігається при знищенні лісових насаджень на мікроклімат в межах регіону. Опосередковано зміни клімату будуть впливати розвиток рекреації і туризму.

Грунтові умови. У межах Харківської області зустрічається понад 150 різновидів ґрунтів. і різновидами ґрунтів [88], які за спільними і відмінними рисами генезису та родючості об'єднані в 13 еколого-агрохімічних груп [89]. Територіальний розподіл ґрунтів Харківської області показано на рис. 2.2.

За ґрунтово-екологічним районуванням лісові ландшафти Харківської області відносяться до 1-3 лісостепових районів (ЛС-1, ЛС-2, ЛС-3), та частково 1-го степового району (С-1), зокрема біля м. Красноград та м. Ізюм.

Для лісових ландшафтів Харківської області характерні наступні типи ґрунтів:

- темно-сірі опідзолені слабо слабогумусоаккумулятивні;
- чорноземи опідзолені помірно слабогумусоаккумулятивні;
- дернові опідзолені ґрунти на пісках;
- дернові піщані і зв'язно піщані.

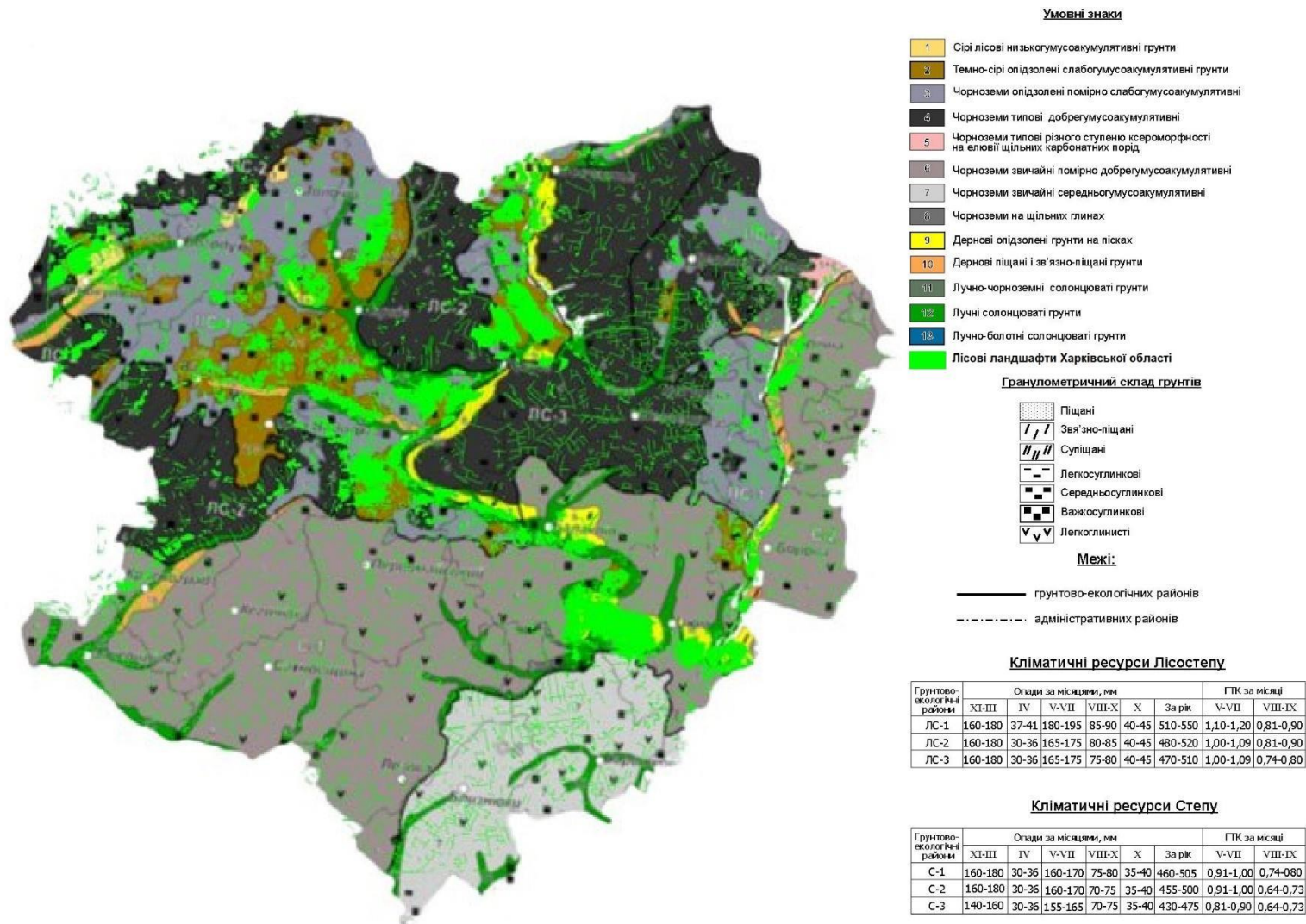


Рис. 2.2. Ґрунти Харківської області з шаром лісових ландшафтів

Джерело: розроблено автором на основі [89]

Харківська область знаходиться у зоні середньої небезпеки вітрової ерозії. Також поширені процеси водної ерозії на схилах яружно-балкових форм рельєфу. Саме утримання ґрунту коренями рослин сприяє зменшенню ерозійних процесів, тому є актуальним напрямком заліснення земель, створення лісосмуг для збереження родючості ґрунтів та зменшенню інтенсивності ерозійних процесів, які можуть призвести до опустелювання.

Ґрунтовий покрив модельної ділянки Васищівського лісництва не однорідний за урочищами. Ґрунти модельної ділянки представлені темно-сірими, чорноземами опідзоленими, піщаними ґрунтами та темно-сірими реградованими ґрунтами (рис. 2.3).

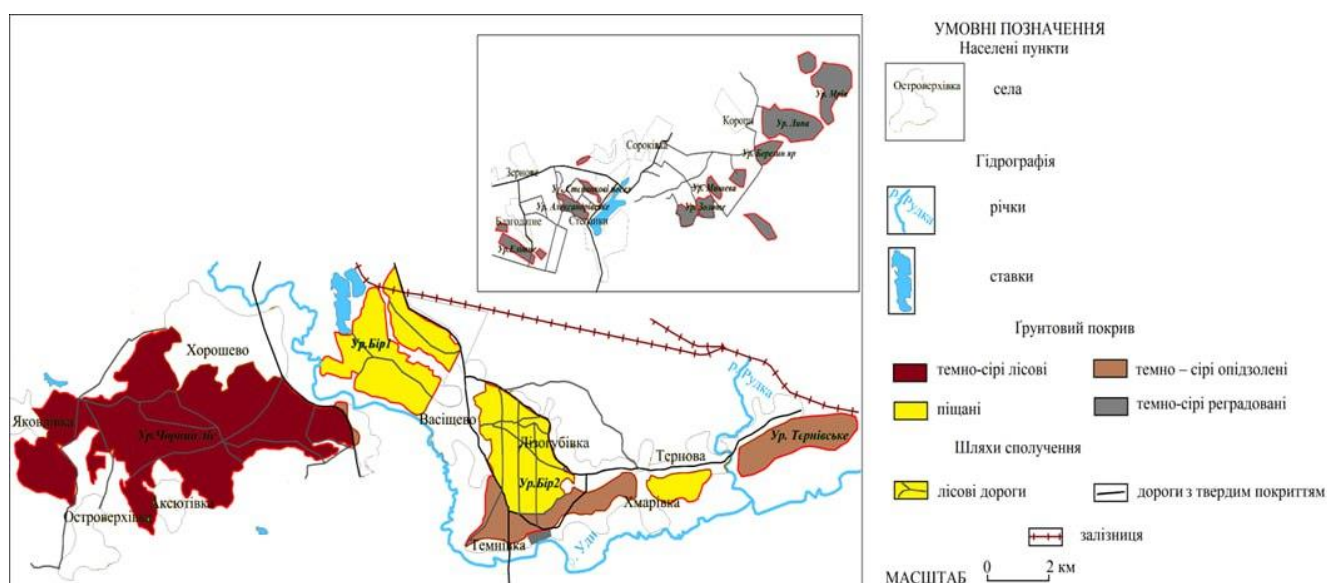


Рис. 2.3. Ґрунти модельної ділянки Васищівського лісництва

Джерело: розроблено автором

Ґрунтовий покрив урочища Чорний ліс представлений темно-сірими лісовими ґрунтами. Бір 1 складається з піщаних ґрунтів. Урочище Бір 2 представлено як піщаними, так і темно-сірими опідзоленими ґрунтами. Інші урочища представлені темно-сірими реградованими.

У темно-сірих опідзолених ґрунтах вміст гумусу від 3,5 % до 4,5 %, реакція ґрунтового розчину кисла, рН сольовий 5,2 – 5,2 гідролітична кислотність 2,2 – 3,2 мг – екв на 100 г ґрунту. Ці ґрунти бідніші на живильні речовини (особливо азот),

ніж чорноземи опідзолені. Вони мають потребу в проведенні вапнування, ефективність якого підвищується за рахунок спільного використання в сівозміні перегною і мінеральних добрив.

Рослинний покрив. За геоботанічним районуванням Харківська область належить до двох геоботанічних округів: Лівобережного лісостепоного і Дніпровсько-Донецького.

Рослинний покрив *модельної території* представлено зональними типами рослинності. Породний склад Васищівського лісництва не однорідний і складається з сосни зеленої (*Pinus sylvestris*), дубу звичайного і дубу червоного (*Quercus robur* L, *Quercus rubra*), клену гостролистого, сріблястого та польового (*Acer platanoides*, *Acer saccharinum*, *Acer campestre*), берези пухнастої (*Bétula pubescens*), вільхи (*Alnus*), осики (*Populus tremula*), тополі (*Populus*), липи дрібнолистої (*Tilia cordata*) та акації білої (*Robinia pseudoacacia*). Найбільшу частку складають угруповання сосни (більше 60%), потім дубів (більше 10%), інші види складають частку від 1 до 6% [97]. На розвиток різних порід, впливають природні фактори (грунтовий склад, водний режим), а також антропогенні (пірогенний фактор, нераціональне використання деревини та ведення лісового господарства).

Рослинність модельної території представлена на рис. 2.4-2.6.



Рис. 2.4. Рослинність урочища Чорний ліс

Джерело: розроблено автором

Найбільшим урочищем є Чорний ліс. Породний склад урочища неоднорідний і складається з клену гостролистого, дубу звичайного, горобини. Дане урочище знаходиться на місті вододілу річки Уди, що впливає на неоднорідність породного складу. Квартали 59-60 мають породи сосни звичайної та берези [2, 98].

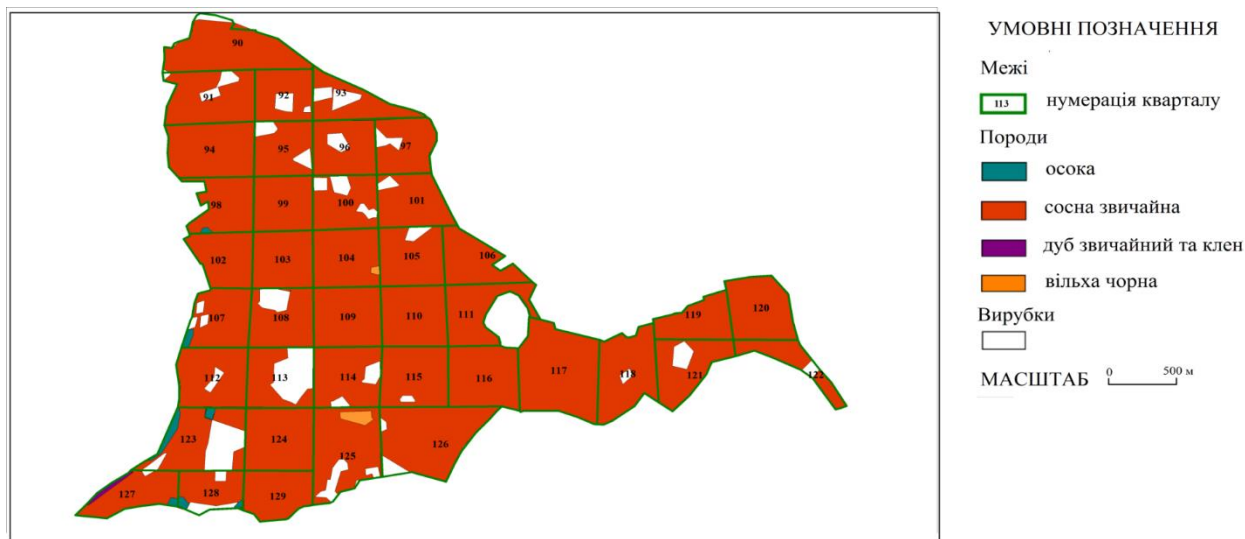


Рис. 2.5. Рослинність урочища Бір 2

Джерело: розроблено автором

Породний склад урочища Бір 2 (рис. 2.5) однорідний і складається з сосни звичайної, відмінність між кварталами полягає лише у бонітеті, зімкненості і віку, але 107 квартал має ділянку 7-го виділу, на котрій росте вільха вегетативного походження, це зумовлено окраєним положенням кварталу а також межуванням з сільськогосподарськими ділянками. Два суміжних квартали 123 і 128 мають породи дерев: вільха вегетативного походження, осика, такий великий породний склад сформувався завдяки наявності болота [98]. Квартал під номером 125 включає в себе породи червоного дуба. Червоний дуб не потребує родючих ґрунтів, дерева витримують кислу реакцію середовища та мале зволоження. Ділянки 91, 96, 97, 100, 105, 114, мають значну кількість сухостою і утворились на місцях пожеж [2, 98].

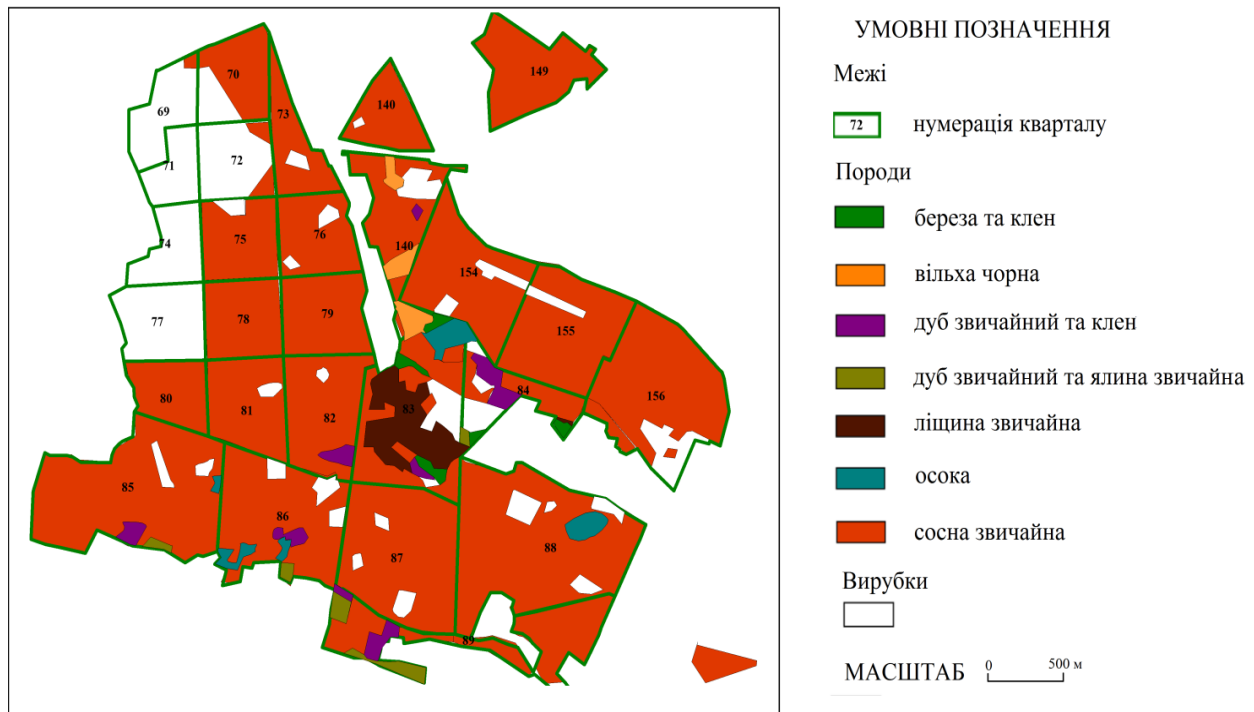


Рис. 2.6. Рослинність урочища Бір 1

Джерело: розроблено автором

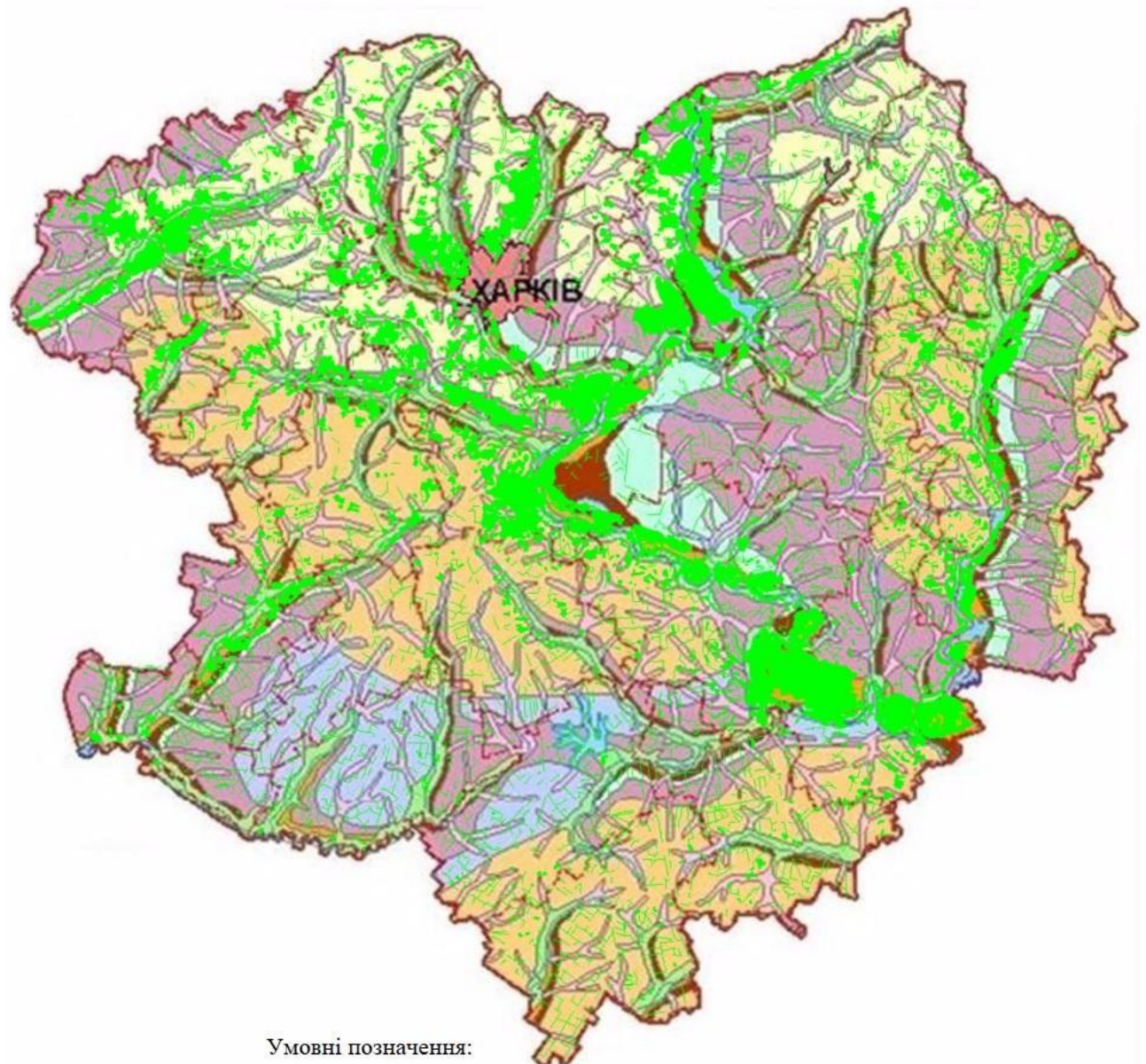
Меншим урочищем є Бір 1 (рис. 2.6) в якому склад породи є однорідний і складається з сосни звичайної, але 83 квартал у своєму складі має тополі, це зумовлено положенням річки Студенок, яка розділяє квартал на дві частини [98].

Ландшафтна диференціація Харківської області. Лісові ландшафти Харківської області розташовані у різних природних комплексах. На межирічкових природних комплексах ліси розташовані на:

- рівнинах лесових, піднесених й відносно вирівняних на нижньо-середньоміоценовій основі, з чорноземами типовими й реградованими, світло сірими і сірими ґрунтами;

- рівнинах лесових, відносно вирівняних, розмежованих ярами та балками на нижньо-середньоміоценовій основі, з чорноземами типовими, звичайними й реградованими, іноді із сірими і темно-сірими опідзоленими ґрунтами;

- рівнинах лесових, розмежованих ярами та балками на верхньоміоценовій основі, з чорноземами звичайними (рис. 2.7).



Умовні позначення:

	МІЖРІЧКОВІ ПРИРОДНІ КОМПЛЕКСИ Рівнини лесові, піднесені й відносно вирівняні на палеогеновій та неогеновій основі з чорноземами сірими й опідзоленими ґрунтами з кленово-липово-дубовими лісами та сільськогосподарськими угіддями на місці широколистяних лісів, луків і різнотравно-ковилових степів
    	ДОЛИННІ ПРИРОДНІ КОМПЛЕКСИ Рівнини низовинні, лесово-терасові, піщані й заплавні, плоскі й хвилясті на неогеновому та четвертинному алювії з чорноземами, сірими й темно-сірими дерновими і дерново-підзолистими ґрунтами, із сільськогосподарськими угіддями на місці широколистяних дубових лісів, лучних і різнотравно-типчаково-ковилових степів, іноді під кленово-липово-дубовими лісами.
	БАЛКОВО-ДОЛИННІ ПРИРОДНІ КОМПЛЕКСИ
	ЛІСОВІ ЛАНДШАФТИ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Масштаб: 1:1 500 000

Рис. 2.7. Ландшафти Харківської області

Джерело: розроблено автором на основі [92]

В долинних природних комплексах ліси розташовані на:

- рівнинах лесових, розмежованих ярами та балками, з западинами на алювії неогенових терас, з чорноземами типовими середньо гумусними, вилуженими, звичайними середньогумусними потужними;

- рівнинах лесових, плоских, з западинами на алювії молодих четвертинних терас, з чорноземами типовими, залишковослабо-солонцюватими, з чорноземами типовими середньогумусними і звичайними середньогумусними;

- рівнинах дрібногорбистих, на молодих четвертинних піщано-мулових відкладах, з чорноземами супіщаними, дерново-підзолистими й розкритими піщаними ґрунтами, іноді з пісками дещо задернованими.

Залісені ділянки зустрічаються також у балково-долинних комплексах.

Попередніми дослідженнями встановлено, що у ландшафтному відношенні модельна ділянка належить до Золочівсько-Чугуївського району Харківської схилово-височинної області Лісостепової зони.

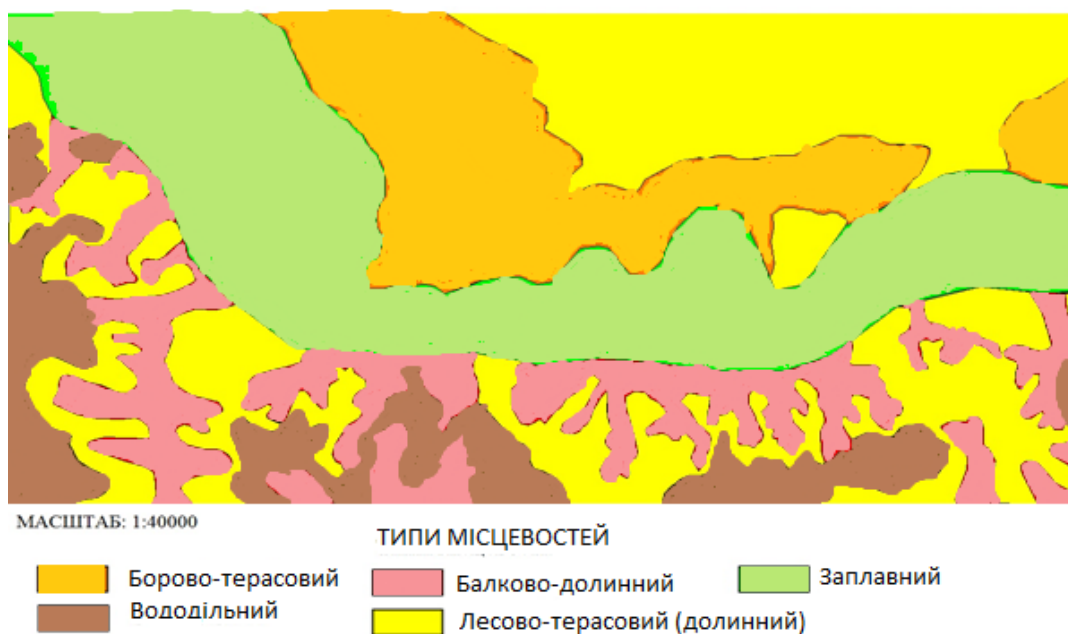


Рис. 2.8. Ландшафтна диференціація тестової території Васищівського лісництва

Джерело: розроблено автором

Серед основних типів місцевостей модельної урочища Бір 2 території виділено наступні [2]:

- долинний – 462 га,
- заплавний – 434 га,
- яружно-балковий – 312 га,
- вододільний – 240 га,
- борово-терасний – 292 га.

Показник ландшафтної диференціації модельної території розраховано за формулою:

$$F_i = \frac{S_i}{S_n} * 100\%, \quad (2.1)$$

де S_i – площа ландшафтного комплексу,

S_n – загальна площа модельної ділянки.

Оскільки загальна площа модельної ділянки урочища Бір 2 Васищівського лісництва дорівнює 1740 га за формулою 2.1 розраховано показники ландшафтної диференціації модельної ділянки (формули 2.2-2.6):

- для долинного типу:

$$F_1 = \frac{462}{1740} * 100\% = 26 \%, \quad (2.2)$$

- для заплавного типу:

$$F_2 = \frac{434}{1740} * 100\% = 25 \%, \quad (2.3)$$

- для яружно-балкового типу:

$$F_3 = \frac{312}{1740} * 100\% = 17,9 \%, \quad (2.4)$$

- для вододільного типу:

$$F_4 = \frac{240}{1740} * 100\% = 13,7 \%, \quad (2.5)$$

- для борово-терасного типу:

$$F_5 = \frac{292}{1740} * 100\% = 17\%, \quad (2.6)$$

Найбільший показник ландшафтної диференціації має долинний тип місцевості. Таким чином, долинному типу притаманна найбільша різноманітність

ландшафтів. Трохи менший (25 %) має заплавний тип місцевості, який розташований біля р. Уди. Приблизно однаковий розподіл спостерігається для яружно-балкового та борово-терасного типу місцевості (17,9 % та 17 % відповідно). Найменшу ландшафтну диференціацію має вододільний тип місцевості (13,7 %). Вододільний тип місцевості є найбільш автономним, і використовується, як правило, для розміщення сільськогосподарських угідь та частково є залісеним.

2.1.2 Господарське використання лісових ландшафтів.

Лісова галузь господарства регулюється Лісовим кодексом України. Відповідно до лісового кодексу завданням галузі є лісове господарство на засадах сталого розвитку. Всі ліси України за функціональним поділом діляться на категорії [1]:

1. захисні (для водоохоронних зон, для захисту від водної ерозії);
2. рекреаційно-оздоровчі (забезпечують місця для рекреації, відпочинку, оздоровлення тощо);
3. природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення;
4. експлуатаційні ліси [1].

Основна частина лісових ландшафтів області підпорядкована Державному агентству лісових ресурсів.

Загальна площа лісів та інших лісовкритих площ області, згідно з даними Державного лісового кадастру, становить 419,4 тис. га. Лісистість області становить 12,1 %. Загальний запас деревини у лісах області становить понад 68,0 млн м³ [9].

У 2021 році в Україні було прийнято стратегію реформування лісової галузі (далі – Стратегія). Тоді було створене Державне підприємство «Ліси України», мета якого охорона, захист, лісорозведення, лісовідновлення, заготівля та реалізація деревини, а також інші функції [93]. Під час воєнного стану в Україні роботи щодо реформи лісової галузі не проводяться. Через це спостерігається розбіжність у територіальному управлінні лісовими ресурсами в області, а також під питанням

залишається підпорядкованість лісгоспів. Так, наприклад, за даними відкритих реєстрів більшість юридичних осіб – філій лісгоспів знаходяться у стадії припинення.

У структурі управління Державного агентства лісових ресурсів України Харківська область разом з Полтавською областю відносяться до Північно-східного міжрегіонального управління і мають наступні філії:

- філія «Вовчанське лісове господарство»;
- філія «Жовтневе лісове господарство»;
- філія «Зміївське лісове господарство»;
- філія «Ізюмське лісове господарство»;
- філія «Чугуївсько-Бабчанське лісове господарство» [94].

Однак в рамках реформи у Державному підприємстві «Ліси України» було розроблено нову структуру лісгоспів (табл. 2.1). Харківська область увійшла разом з Полтавською областю у Слобожанський лісовий офіс.

Таблиця 2.1

Порівняння структури лісового господарства

Державне агентство лісових ресурсів України	Державне підприємство «Ліси України»
Північно-східне міжрегіональне управління	Слобожанський лісовий офіс
<i>Лісгоспи:</i>	
«Вовчанське лісове господарство»	—
«Жовтневе лісове господарство»	«Жовтневе лісове господарство»
«Зміївське лісове господарство»	«Зміївське лісове господарство»
«Ізюмське лісове господарство»	—
«Чугуївсько-Бабчанське лісове господарство»	«Чугуївсько-Бабчанське лісове господарство»
—	«Гутянське лісове господарство»

Джерело: розроблено автором на основі [94]

Проте, через зупинку проведення реформи лісової галузі, на нашу думку доцільно користуватись структурою Північно-східного регіонального управління Державного агентства лісових ресурсів.

Лісогосподарськими підприємствами області:

- за 2019 рік загальний обсяг заготовленої деревини склав 573 317 м³, у тому числі від рубок головного користування ліквідної деревини – 67 193 м³ [95];
- за 2020 рік забезпечено виконання основних лісогосподарських заходів. Загальний обсяг заготовленої деревини склав 508,6 тис. м³ [96];
- за 2021 рік загальний обсяг заготовленої деревини – 566,7 тис. м³, у т. ч. від рубок головного користування – 45,6 тис. м³ [9].

Філія «Жовтневе лісове господарство» охоплює ліси у північно-західній частині Харківської області на території Богодухівського, Харківського та Чугуївського адміністративних районів. Загальна площа лісового господарства складає 48378 га, всі ліси внесені до першої групи та діляться на 5 категорій захисту. Лісові землі складають 47 314 га, або 98 % від загальної площі лісгоспу. Вкрита лісом площа – 45 637 га, або 94 %, із яких природні ліси 28543 га, решта 16 886 га штучно створені. Основними лісоутворюючими породами є: сосна звичайна – 7715 га, дуб (високо стовбурове господарство) – 258543 га, дуб (низько стовбурове господарство) – 8651 га, ясен – 487 га, клен – 674 га, в'яз – 33 га, акація – 364 га, осика, тополя, вільха, липа та інші деревні породи – 1 704 га.

До складу лісгоспу входить десять лісництв:

1. Бабаївське лісництво (3326 га);
2. Валківське лісництво (5968 га);
3. Васищевське лісництво (5592 га);
4. Водолазьке лісництво (2809 га);
5. Золочівське лісництво (6916 га);
6. Коломацьке лісництво (4543 га);
7. Люботинське лісництво (4428 га);
8. Мереф'янське лісництво (5821 га);
9. Мерчанське лісництво (5412 га);

10.Рокитнівське лісництво (3650 га).

Також до складу лісгоспу входять чотири цехи з переробки деревини: Мереф'янський, Коломацький, Валківський, Люботинський.

З загальної площі 8,524 тис. га (18%) – переважно хвойні ліси, які здебільшого розташовані навколо м. Харкова (Васищевське, Бабаївське та Мереф'янське лісництва).

Чугуєво-Бабчанське лісове господарство розташовано на сході Харківської області, в басейні річки Сіверський Донець, в т.ч. Печенізького водосховища. Лісові землі складають 22074 га, з них вкриті лісовою рослинністю – 20330,9 га. До складу лісового господарства входять лісництва:

- два Кочетоцьких лісництва (загальна площа 5212 га);
- Малинівське (3309 га);
- Тетлізьке (2653 га);
- чотири Печенізьких лісництва (загальна площа 8740 га);
- Шевченківське лісництво (1870 га);
- Кочетоцький розсадник (290 га).

Філія «Зміївське лісове господарство» розташовано у долині річки Сіверський Донець та простягається на території Чугуївського та Лозівського районів. Загальна площа лісового господарства становить 32388,65 га, з них 29602,5 га вкриті лісом. У склад лісового господарства входять наступні лісництва:

- Задонецьке (7465,8 га);
- Чемужівське (4426,7 га);
- Таранівське (5626,9 га);
- Близнюківсько-Лозівське (1375,2 га);
- Краснополянське (3612,0 га);
- Гомільшанське (5063,4 га);
- Первомайське (4819 га);
- Зачепилівське (3119 га);
- Наталинське (5758 га);
- Старовірівське (4064 га);

- Сахновщинське (1697 га).

Гутянське лісове господарство розташоване в східній частині Харківської області на території Богодухівського району. Загальна площа лісгоспу 31105 га, в тому числі вкрита лісом 28558 га. До складу лісгоспу входить чотири лісництва:

- Гутянське лісництво (8771 га);
- Шарівське лісництво (3355 га);
- Володимирівське лісництво (10279 га);
- Краснокутське лісництво (8700 га).

Таким чином, Харківська область є активним учасником ринку виробництва лісогосподарської продукції.

2.2 Оціночний етап.

2.2.1 Просторово-часова оцінка екологічного стану лісових ландшафтів модельних територій

Просторово-часова оцінка екологічного стану лісових ландшафтів також включає ландшафтно-екологічний підхід, який використовується в науковому забезпеченні ведення лісового господарства для аналізу просторово-часових змін ландшафтних умов. Порівняння складових двох ландшафтних профілів дає змогу зробити аналіз просторово-часових змін ландшафтних умов модельної ділянки Васищівського лісництва і прилеглої до нього території [2].

Перша складова створена на основі топографічної карти зйомки 1942 року, друга складова – на матеріалах сучасних дистанційних досліджень, що відображені у сервісі Google map, а також польовим обстеженням території, та лабораторним дослідження вмісту гумусу у ландшафтному профілі модельної ділянки Васищівського лісництва [2].

Експеримент по вивченню просторово-часових змін у ландшафтній диференціації території Васищівського лісництва проведено на прикладі урочища «Бір 2» і частини долини р. Уди, що є прилеглою до урочища територією. Етапи проведення дослідження наступні [2]:

-з використанням сучасного картографічного забезпечення і матеріалів топографічної аерофотозйомки 1942 року виділено межі експериментальної ділянки урочища «Бір 2»;

-проведено рекогносцувальне польове обстеження модельної ділянки і розроблено напрямок лінії ландшафтного профілю;

- закладено лінію профілю (рис. 2.9-2.10) довжиною 7500 метрів, що перетинає основні типи місцевостей: заплавної, борово-терасний, долинний, яружно-балочний та вододільний;

-з використанням відповідного картографічного матеріалу, створено лінії ландшафтного профілю (сучасний та 1942 року) та пояснення до нього, які уточнено під час польового обстеження (рис. 2.11).

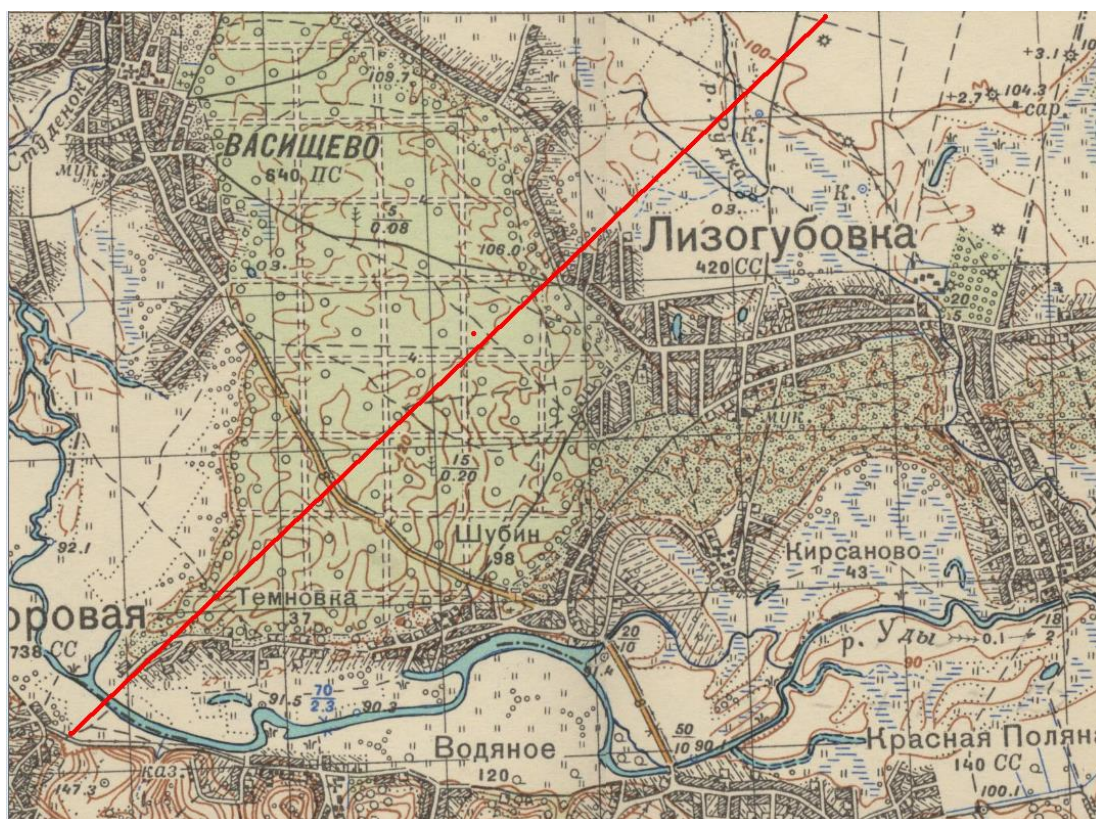


Рис. 2.9. Лінія профілю на фрагменті топографічної карти 1942 року

Джерело: розроблено автором

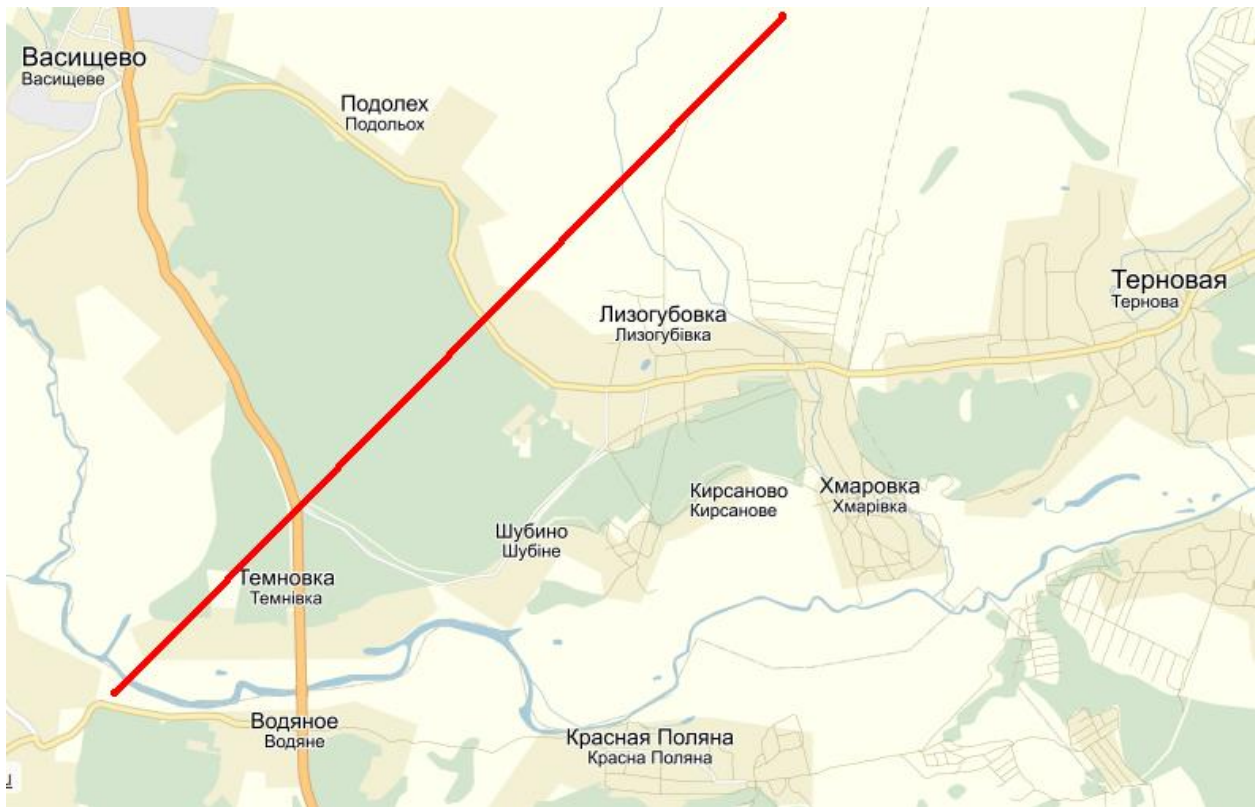


Рис. 2.10. Лінія профілю на фрагменті топографічної карти 2015 року

Джерело: розроблено автором

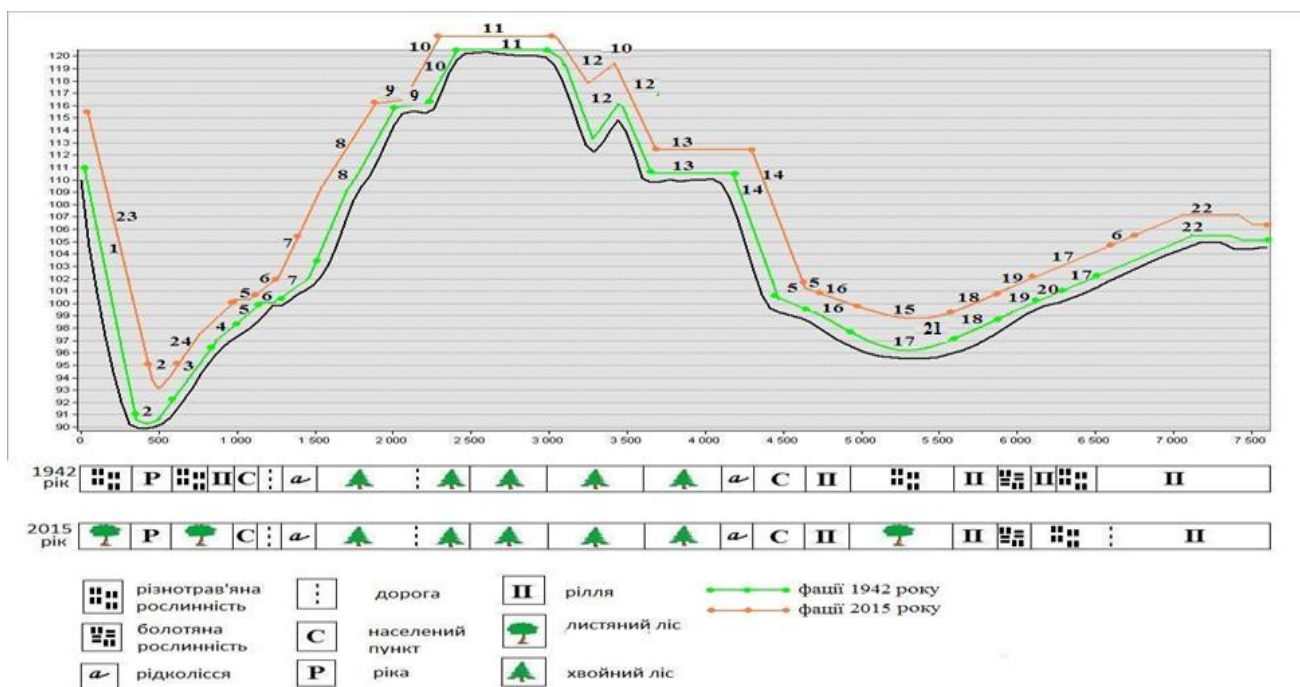


Рис. 2.11. Ландшафтні профілі за картами 1942 та 2015 років

Джерело: розроблено автором

Природно-територіальні комплекси, виділені на ландшафтних профілях (рис. 2.11):

- 1 – привододільний схил східної експозиції на лесовидних суглинках зі змитими сірими лісовими ґрунтами під трав'яною рослинністю;
- 2 – аквальний ландшафт;
- 3 – слабо -похила прируслова ділянка заплави західної експозиції на алювії з лучними чорноземами під трав'яною вологолюбною рослинністю;
- 4 – селітебний ПАК;
- 5 – лінійно-дорожній ПАК;
- 6 – слабо-похила ділянка борової тераси західної експозиції з опідзоленими ґрунтами під рідколіссям;
- 7 – похила ділянка борової тераси західної експозиції з опідзоленими ґрунтами під лісовими насадженнями сосни звичайної;
- 8 – лінійно-дорожній ПАК;
- 9 – слабо-похила ділянка борової тераси західної експозиції з опідзоленими ґрунтами під лісовими насадженнями сосни звичайної;
- 10 – схил борової тераси західної експозиції з опідзоленими ґрунтами під хвойним лісом;
- 11 – рівнинна ділянка борової тераси з опідзоленими ґрунтами під лісовими насадженнями сосни звичайної;
- 12 – схил борової тераси східної експозиції з опідзоленими ґрунтами під лісовими насадженнями сосни звичайної;
- 13 – рівнинна ділянка борової тераси з опідзоленими ґрунтами під лісовими насадженнями сосни звичайної;
- 14 – схил борової тераси східної експозиції з опідзоленими ґрунтами під рідколіссям сосни звичайної;
- 15 – рівнинна ділянка на лесовидних суглинках з чорноземами типовими під деревинно-трав'яною рослинністю;
- 16 – рівнинна ділянка на лесовидних суглинках з чорноземами типовими під сільськогосподарською рослинністю;

17 – рівнинна ділянка на лесовидних суглинках з комплексом лучно – чорноземних ґрунтів під лучною рослинністю;

18 – рівнинна ділянка на лесовидних суглинках з чорноземами типовими під сільськогосподарською рослинністю;

19 – слабо -похила ділянка лесової тераси західної експозиції з чорноземами типовими під різнотрав'ям;

20 – понижена ділянка на лесовидних суглинках з чорноземами типовими під сільськогосподарською рослинністю;

21 – водний антропогенний ПТК;

22 – підвищена ділянка на лесовидних суглинках з чорноземами типовими під сільськогосподарською рослинністю;

23 – привододільний схил східної експозиції на лесовидних суглинках зі змитими сірими лісовими ґрунтами під деревинно-трав'яною рослинністю;

24 – слабо-похила прируслова ділянка заплави західної експозиції на алювії з лучними чорноземами під деревинно-трав'яною вологолюбною рослинністю [2].

Аналіз лінії профілю свідчить про те, що із загальної довжини 7500 метрів за 73 роки було змінено 2021 метр. У відсотковому співвідношенні це 26,9 % зміненого профілю до 73,1 % профілю, що не змінився за структурою ландшафту. За лініями ландшафтного профілю виявлено наступні тенденції змінення:

- на прирічковому схилі різнотравна рослинність змінилась на деревостани листяних порід, що є результатом втілення програми з заліснення і як наслідок закріплення схилів для протидії водної ерозії ґрунтів;

- на заплаві також різнотравна рослинність змінилась на деревостани листяних порід, що, свідчить про ймовірне зниження рівня ґрунтових вод;

- на лесовій терасі у пониззі водного антропогенного ландшафту (колишній зрошувальний канал) відбулась також заміна лучного різнотрав'я листяними деревостанами, що повністю відповідає закономірностям еволюції такого роду ПАК;

• також на лесовій терасі поруч із заболоченою ділянкою узбережжя зрошувального каналу рілля замінилась на сіножать, що цілком доцільно, оскільки оранка таких ділянок є ерозійно небезпечною [2].

Проведене дослідження зміни ландшафтної диференціації території Васищівського лісництва за період з 1942 до сучасного стану свідчить про існування на цій території не лише процесів дигресії ландшафту завдяки підвищенню антропогенного навантаження. Виявлені сегменти ландшафтного профілю з елементами відновлення структури природних комплексів. На перспективу отримані результати дають підґрунтя для застосування системи ландшафтного планування на території Васищівського лісництва. Система, враховуючи специфіку об'єкту планування, дозволить виділити можливі конфлікти у природокористуванні цього об'єкту та окреслити можливі шляхи оптимізації природокористування досліджуваної території [2].

Просторово-часову оцінку екологічного стану лісових ландшафтів проведено за допомогою виявлення особливостей реакції радіального приросту сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) на зміну клімату в насадженнях Лівобережного Лісостепу на прикладі середньовікового чистого соснового насадження модельної ділянки у Харківській області [73].

Ліси сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) займають площу понад 28 млн га в Європі, або близько 12 % її ареалу у світі [97]. Сосна звичайна є однією з основних лісоутворювальних порід в Україні. Вона поширена на Поліссі, у північній частині Лісостепу, іноді – на піщаних терасах рік північної частини Степу. В Україні соснові ліси займають близько 2,5 млн га, або 34 % площі, зайнятої лісами [73, 98].

Упродовж останніх років відбувається масове всихання сосни звичайної в Україні та світі. Це пов'язане насамперед із кліматичними змінами: підвищенням температури повітря та зниженням кількості опадів улітку й підвищенням їхньої кількості взимку майже в усіх частинах Європи [99]. Середня температура в Україні за останні десять років підвищилася на 0,3-0,6 °C (за останні 100 років – на 0,7 °C) [100]. Це призводить до ослаблення захисних функцій дерев і сприяє розмноженню стовбурових комах, які прискорюють відмирання сосняків [73, 101].

Дендрохронологічні та дендрокліматологічні методи є ефективним засобом для виявлення домінантних чинників, які впливають на радіальний приріст дерев. Щорічна послідовність сприятливих і несприятливих погодних умов відбивається на чергуванні широких та вузьких кілець дерев [75]. Для розуміння впливу клімату на радіальний приріст у дендрокліматології та дендроіндикації широко використовують сосну звичайну, яка є надзвичайно чутливою до зміни умов довкілля [102].

Для проведення дослідження було обрано ділянку середньовікового чистого соснового насадження Васищевського лісництва ДП «Жовтневе ЛГ», що росте на дерновому опідзоленому середньоглибокому глинясто-піщаному ґрунті на давньоалювіальних пісках. Середні лісівничо-таксаційні показники насадження такі: середня висота $H_{\text{сер.}}$ становить 22,3 м, середній діаметр $D_{\text{сер.}}$ – 26,2 см. Повнота – 0,7. Бонітет – I. Запас – 344 м³·га⁻¹. Тип лісорослинних умов – свіжий субір (B2) [73].

Проаналізовано взаємозв'язки між радіальним приростом сосни та кліматичними чинниками за два періоди – 1960-1992 та 1985-2017 рр. Періоди перекриваються, тому що ряд метеопказників маємо за період 1959-2017 рр., тоді як програма RESPONSE методами множинного регресійного аналізу має змогу аналізувати часовий ряд, який містить не менше 32 років. Статистично достовірний вплив кліматичних чинників визначено на рівні значущості 0,95 % [73].

За результатами аналізу динаміки радіального приросту сосни звичайної в чистому сосновому насадженні виявлено роки з мінімальним приростом: 1975, 1987 та 2013. Він зумовлений високими середньорічними температурами 1975 та 2013 рр., які становили 9,3 °C та 9,6 °C відповідно, що було на 14 та 18 % вище за норму (рис. 2.12-2.13). Депресія радіального приросту сосни у 1987 р. зумовлена надзвичайно холодною зимою, коли середня температура становила -8,7 °C, що є вдвічі нижчим за норму. Подібні результати отримано й для ясена звичайного (*Fraxinus excelsior* L.) в умовах вологого субору Лівобережного Лісостепу [103]. Максимальний радіальний приріст сосни в 1973, 1980, 1996 та 2004 рр. обумовлений сприятливим співвідношенням тепла та вологи (рис. 2.12-2.13) [73].

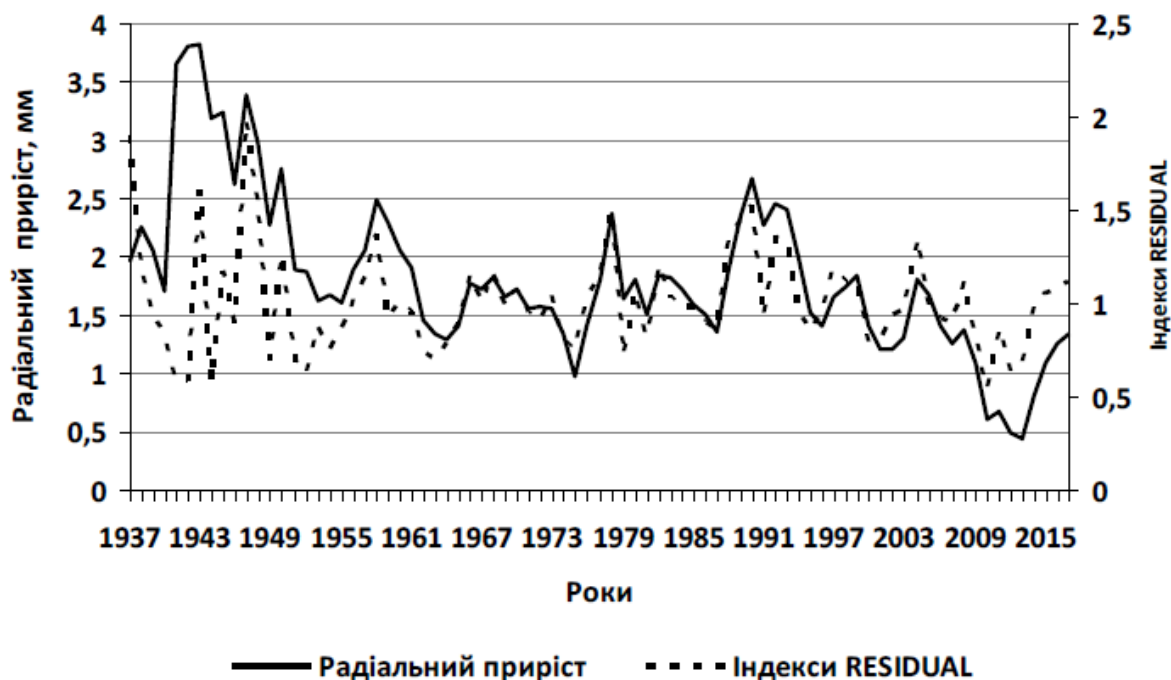


Рис. 2.12. Динаміка радіального приросту сосни та індексів RESIDUAL
Джерело: розроблено автором

Посуха є одним із основних кліматичних чинників, що обмежують приріст дерев і часто призводять до тимчасового погіршення стану дерев та їхнього всихання [104]. Після посушливих 1975 та 1987 рр. відбулося різке збільшення радіального приросту сосни внаслідок відмирання найбільш ослаблених дерев на третій рік після впливу стрес-чинників на насадження. Всихання найбільш ослаблених дерев призвело до збільшення площі живлення та покращення умов освітлення для дерев, які залишилися живими. Отже, на третій рік після впливу цих стрес-чинників відбулося підвищення радіального приросту дерев майже вдвічі проти року, який передував впливу екстремальних погодних явищ (див. рис. 2.12). Посуха може безпосередньо спричинити всихання дерев через гідралічний збій або опосередковано – як стійке ослаблення дерев за рахунок зменшення накопичення метаболітів [73, 105].

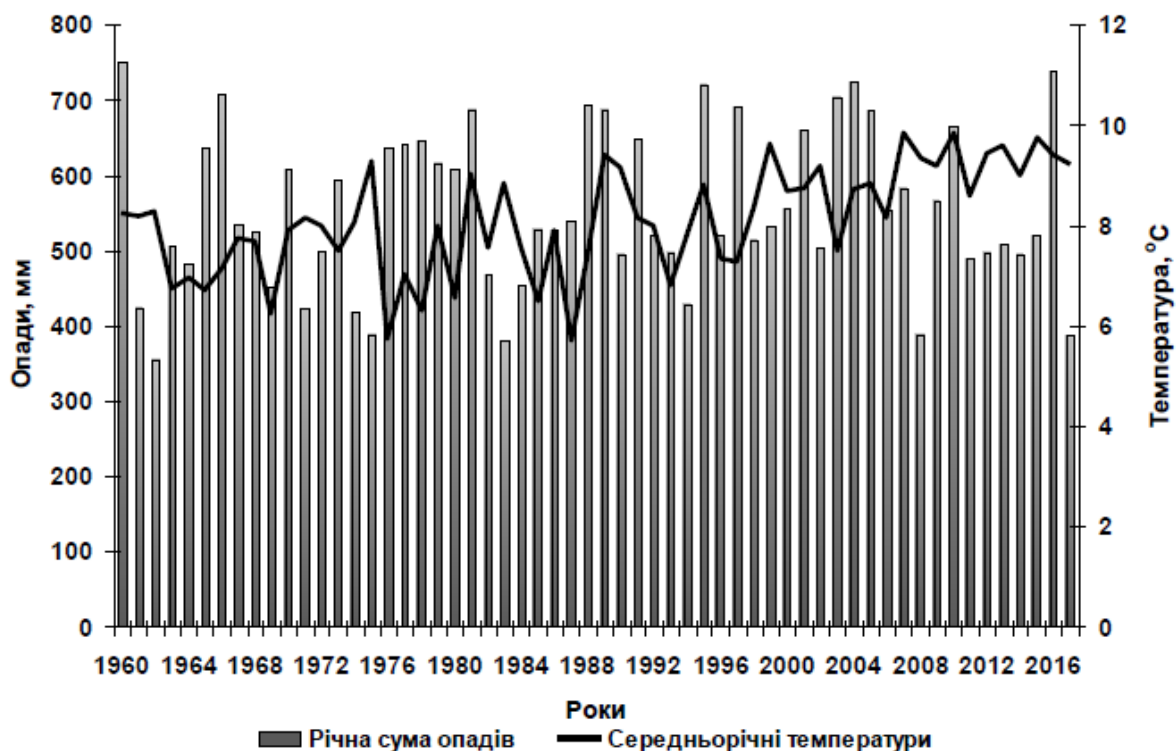


Рис. 2.13. Динаміка температур та опадів за даними Харківської метеостанції

Джерело: розроблено автором

Для проведення статистичного аналізу використано програму COFESHA. Необхідною умовою для дендрокліматичних досліджень є висока чутливість приросту дерев до змін метеорологічних показників, яка залежить від умов місцезростання дерева та його породи. Статистичний аналіз виявив придатність отриманих дендрохронологічних серій для дендрокліматичного аналізу, яку підтвердили такі показники, як коефіцієнт кореляції між деревно-кільцевими хронологіями, чутливість деревно-кільцевих серій, значення яких знаходилися переважно в діапазоні між 0,3 та 0,4. Високі значення автокореляції показали високу залежність формування річного кільця від погодних умов попереднього року (табл. 2.2) [73, 74].

Виявлено взаємозв'язки між радіальним приростом сосни та кліматичними чинниками (опадами та температурами) за два періоди – 1960-1992 роки та 1985-2017 рр. [73].

Таблиця 2.2

Статистична характеристика шарів річної деревини сосни звичайної за
програмою COFESHA

Номер дерева	Інтервал	Кількість років	Кореляційний коефіцієнт	Середня товщина шарів деревини, мм	Стандартне відхилення	Авто- кореляція	Середня чутливість
1	1940–2017	78	0,452	1,71	0,964	0,567	0,309
2	1950–2017	68	0,355	1,73	0,635	0,321	0,339
3	1940–2017	78	0,485	1,87	0,838	0,380	0,287
4	1940–2017	78	0,385	1,18	0,736	0,599	0,376
5	2000–2017	18	0,785	1,61	0,624	0,700	0,263
6	1950–2017	68	0,409	1,49	0,934	0,705	0,346
7	1960–2017	58	0,603	1,51	1,014	0,592	0,331
8	1970–2017	48	0,523	1,55	0,957	0,769	0,268
9	1950–2017	68	0,564	2,41	1,399	0,728	0,298
10	1960–2017	58	0,267	1,12	0,516	0,801	0,227
11	1950–2017	68	0,320	2,04	1,227	0, 077	0,403
12	1950–2017	68	0,699	1,92	1,042	0,739	0,334
13	1930–2017	88	0,416	1,67	1,177	0,855	0,285
14	1940–2017	78	0,545	1,39	0,899	0,578	0,380
15	1950–2017	68	0,309	1,08	0,754	0,583	0,300
16	1950–2017	68	0,586	1,31	0,664	0,649	0,335
Загаль- не/сер- еднє	1058	0,466	1,6	0,917	0,595		0,322

Джерело: розроблено автором

У другому періоді річна температура була більшою, ніж у першому, на 11 % ($0,92^{\circ}\text{C}$), температура за серпень – квітень – на 5 % ($0,8^{\circ}\text{C}$), зимова температура – на 21 % (1°C). Найшвидше підвищилися березневі температури – майже в чотири рази ($1,3^{\circ}\text{C}$) [73].

Упродовж другого періоду в середньому на рік випало на 4 % (20 мм) більше опадів, у квітні – серпні – на 2 % (5,5 мм) і менше за зимовий період – на 7 % .

Г. Фрітц [75] стверджував, що ширина річних кілець деяких видів хвойних порід, що ростуть на напівсухих ділянках, виявляє інтегрований вплив клімату на

продукування речовин живлення та накопичення їх у кроні, гілках, стовбурі протягом 14-15 місяців. У зв'язку із цим, для аналізу впливу клімату на формування шарів річної деревини використано період від червня попереднього року до серпня поточного року [73] (рис. 2.14).

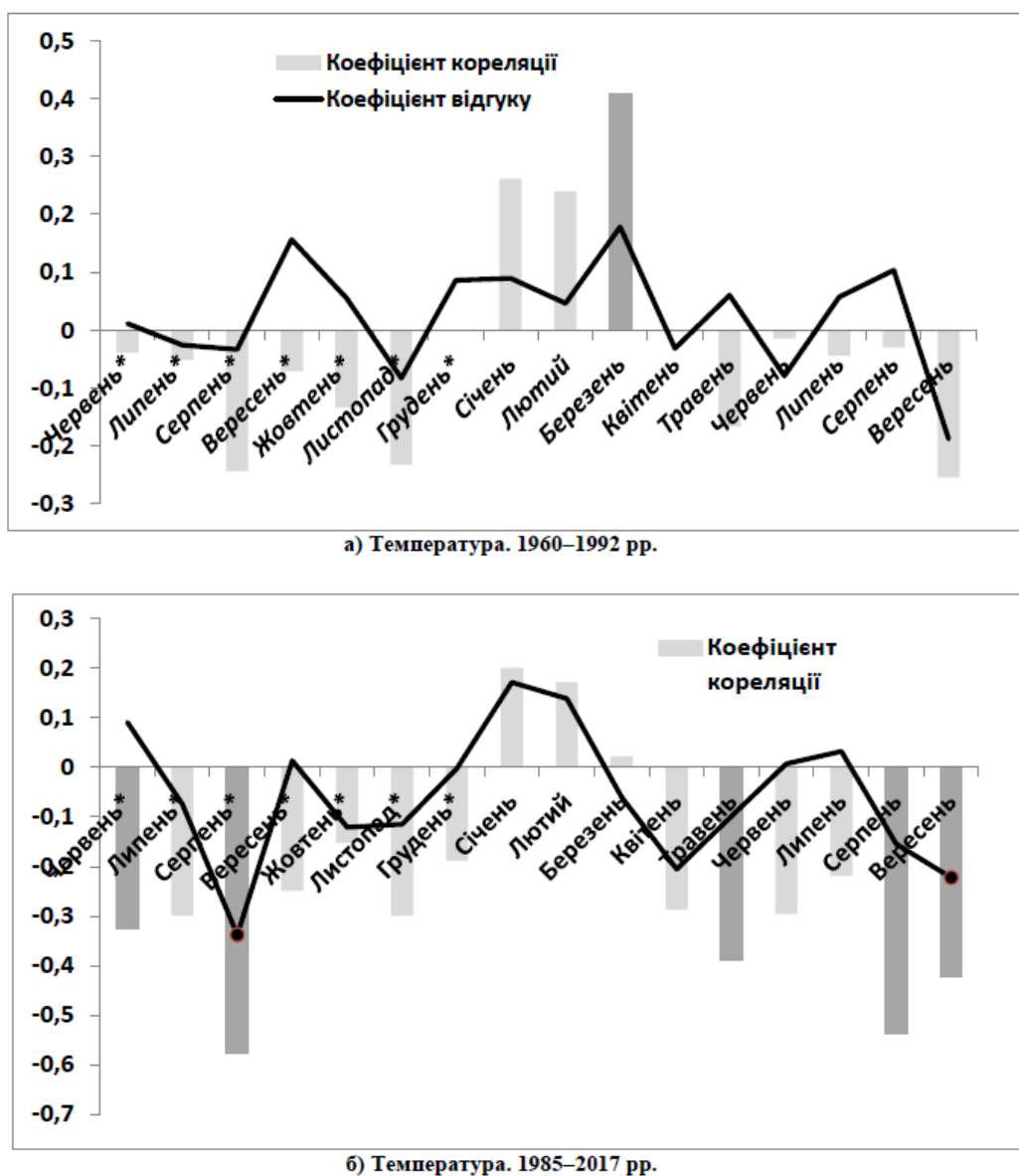


Рис. 2.14. Кореляційний аналіз та аналіз функції відгуку для середньомісячних температур та індексної деревно-кільцевої хронології RESIDUAL для шарів річної деревини. Значущі кореляції на рівні 0,05 вказано сірими стовпчиками, а значущі зв'язки між температурами та радіальним приростом позначено чорними колами.

Місяці попереднього року позначено зірочками

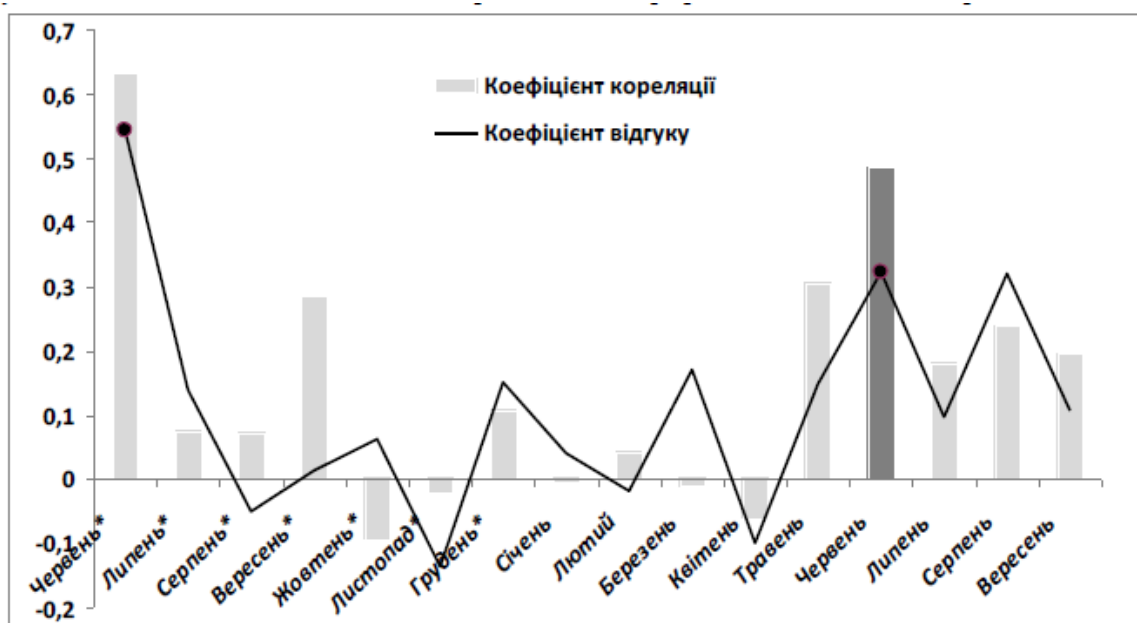
Джерело: розроблено автором

Упродовж 1960-1992 рр. температура попереднього року – від червня до грудня – негативно впливала на приріст дерев. У 1985-2017 рр. цей вплив посилювався і був значущим для червня та серпня (рис. 2.14) [73].

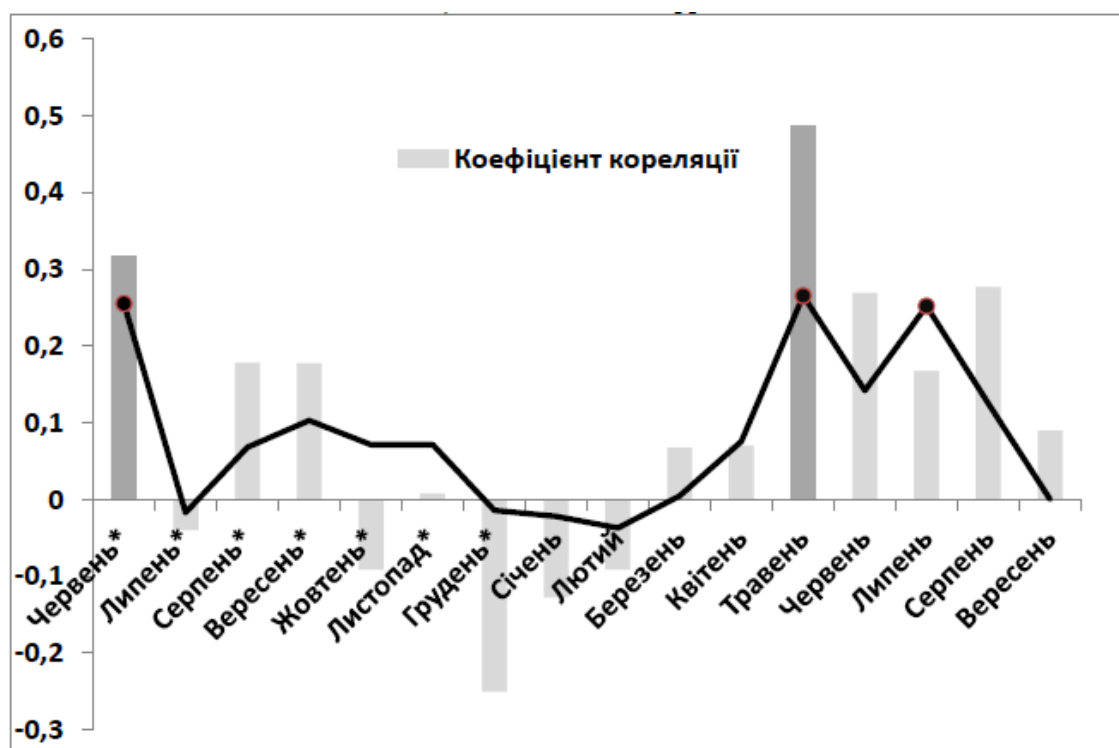
У наступні місяці – від січня до березня – виявлено позитивний вплив температури на приріст для обох періодів, але для першого періоду цей вплив був сильнішим і навіть для березня – достовірним. У другому періоді потепління взимку із частими відлигами могло ослабити насадження. У 1960-1992 рр. упродовж квітня – вересня поточного року вплив температури на радіальний приріст дерев був зворотним. Цей вплив у 1985-2017 рр. посилювався і для травня, серпня та вересня був статистично значущим (рис. 2.14) [73].

Кореляційний аналіз та аналіз функції відгуку свідчать про переважно додатній зв'язок приросту та опадів у червні – вересні попереднього року для обох періодів. У жовтні – листопаді попереднього року такий зв'язок був від'ємним (рис. 2.15). У цей час відбувається вологонакопичення в ґрунті, яке впливає на радіальний приріст дерев [73, 75].

Взимку виявлено невеликий додатний вплив опадів на приріст упродовж першого кліматичного періоду. У другому періоді ці зв'язки є від'ємними. Це пояснюється тим, що в першому періоді з порівняно низькими температурами зберігається сніговий покрив, який навесні внаслідок повільного танення насичує ґрунт вологою. У другому періоді в результаті відлиг значної маси снігу може не накопичитися, внаслідок чого ґрунт достатньою мірою не накопичує вологу, що негативно впливає на радіальний приріст сосни. Для першого періоду характерним є позитивний вплив опадів від травня до вересня поточного року, водночас для другого періоду цей проміжок був дещо тривалішим – від березня до вересня поточного року, тобто дефіцит вологи в другому періоді відчувався на місяць раніше, ніж у першому. Значущий позитивний достовірний вплив опадів на радіальний приріст відзначено для першого періоду в червні, а для другого – у травні (рис. 2.15) [73].



а) Опади. 1960–1992 рр.



б) Опади. 1985–2017 рр.

Рис. 2.15. Кореляційний аналіз та аналіз функції відгуку для сум місячних опадів та індексної деревно-кільцевої хронології ARSTAN для шарів річної деревини. Значущі кореляції на рівні 0,05 вказано сірими стовпчиками, а значущі зв'язки між температурами та радіальним приростом позначено чорними колами. Місяці попереднього року позначено зірочками

Джерело: розроблено автором

Загалом, у другому періоді дерева стали чутливішими до стрес-чинників внаслідок потепління, про що свідчать результати кореляційного аналізу та функції відгуку [73].

По-перше, збільшилася кількість значущих зв'язків між радіальним приростом і кліматичними чинниками (температурами та опадами) і, по-друге, збільшився на один місяць період негативного впливу опадів на радіальний приріст у період вегетації. Для першого періоду він тривав від травня до вересня, а для другого – від квітня до вересня [73].

Сценарії зміни клімату передбачають подальше збільшення літньої посухи та зимових опадів і підвищення температури повітря в Європі, тобто збільшення ризиків для життєдіяльності лісових дерев [106]. Подібні дослідження проведено для 1955-2009 рр. в австрійських Альпах у долині річки Інн в умовах порівняно континентального клімату (температура – 7,3 °C, кількість опадів – 716 мм). Вони виявили найвищі достовірні коефіцієнти кореляції між приростом і весняними опадами (позитивний вплив) та літніми температурами (негативний вплив) [104]. Подібні результати отримано нами для другого періоду досліджень (1985-2017 рр.), коли травневі, серпневі та вересневі температури негативно впливали на радіальний приріст сосни. Значущий позитивний вплив опадів на радіальний приріст обчислено для травня [73].

Дослідження деревно-кільцевих хронологій сосни скрученої (*Pinus contorta*) та ялини канадської (*Picea glauca xengelmannii*) на тлі кліматичної зміни у внутрішній частині Британської Колумбії (Канада) для 1922-1997 рр. виявили кореляції в діапазоні від середніх до низьких (-0,3...0,4). Тим не менше, можна виділити помітні тенденції у взаємозв'язках між радіальним приростом із одного боку та опадами і температурами – з іншого [104]. У нашому дослідженні відповідні значущі кореляційні коефіцієнти мають значення у такому самому діапазоні – від слабких до середніх (від -0,32 до 0,63) [73].

Виявлено роки з мінімальним радіальним приростом: 1975, 1987 та 2013, що обумовлено високими середньорічними температурами 1975 та 2013 рр. та низькими зимовими температурами 1987 р. [73].

Роки з максимальним радіальним приростом (1944, 1957, 1978 та 2004) характеризуються оптимальним співвідношенням тепла та вологи, водночас формування широких шарів річної деревини в 1990 та 1999 рр. можна пояснити теплими зимами та високими ранньовесняними температурами [73].

Потепління призвело до збільшення чутливості соснових насаджень до зміни клімату в 1985-2017 рр. проти 1960-1992 рр. та посилення негативного впливу підвищення температур на радіальний приріст упродовж не тільки вегетаційного періоду поточного року, але й попереднього [73].

Збільшилася кількість значущих зв'язків між радіальним приростом і кліматичними чинниками у другому періоді внаслідок ослаблення насадження, викликаного зміною клімату [73].

Упродовж другого періоду, проти першого, внаслідок потепління посилився негативний вплив на приріст температур як попереднього року (з червня до грудня), так і вегетаційного періоду поточного року [73].

Опади попереднього року (від червня до вересня) позитивно впливали на радіальний приріст впродовж обох періодів. Водночас зимові опади в другому періоді стали негативно впливати на формування шарів деревини, а дефіцит опадів у другому періоді (1985-2017 рр.) розпочався в період вегетації на місяць раніше, ніж у першому (1960-1992 рр.), який тривав від березня до вересня [73].

2.2.2. Оцінка ґрунтових умов лісових ландшафтів модельної території

Для оцінки ґрунтових умов в лісових ландшафтах модельної території поставлено два експерименти: маршрутна зйомка з відбором зразків ґрунту за лінією профілю (див. розд. 2.2.1) та площинне обстеження на території урочища Бір 2 за квадратною сіткою [108].

Результати лабораторного аналізу показані на рис. 2.16.

Для кожного типу ґрунту встановлено фоновий вміст гумусу: для дерново-підзолистих супіщаних – 1,8-2,0 %, сірих лісових супіщаних і легко суглинкових –

2,0-2,5 %, темно-сірих лісових і чорноземів опідзолених легко суглинкових – 2,8-3,3 %, чорноземів типових легко суглинкових – 3,7-4,2% [109].

Такий вміст гумусу забезпечує властивий певному типу ґрунту рівень родючості. Для досягнення оптимального вмісту гумусу слід щорічно поповнювати ґрунти необхідною кількістю органічної речовини, а при вмісті близькому до оптимального забезпечувати його бездефіцитний баланс.



Рис. 2.16. Вміст гумусу за лінією ландшафтного профілю

Джерело: розроблено автором

Такий розподіл гумусу свідчить про слабку родючість ґрунтів. За класифікацією І. В. Тюріна [110], за вмістом гумусу характер ґрунтів лісництва коливається від безгумусних до дуже малогумусних, це зумовлено дерново-підзолистим супіщаним типом ґрунту [111].

Для модельної ділянки досліджено розподілу карбонатів ґрунтах лісництва, рівень кислотності ґрунту (рН водної та соляної витяжки). Місця відбору проб ґрунту надано на рис. 2.17.

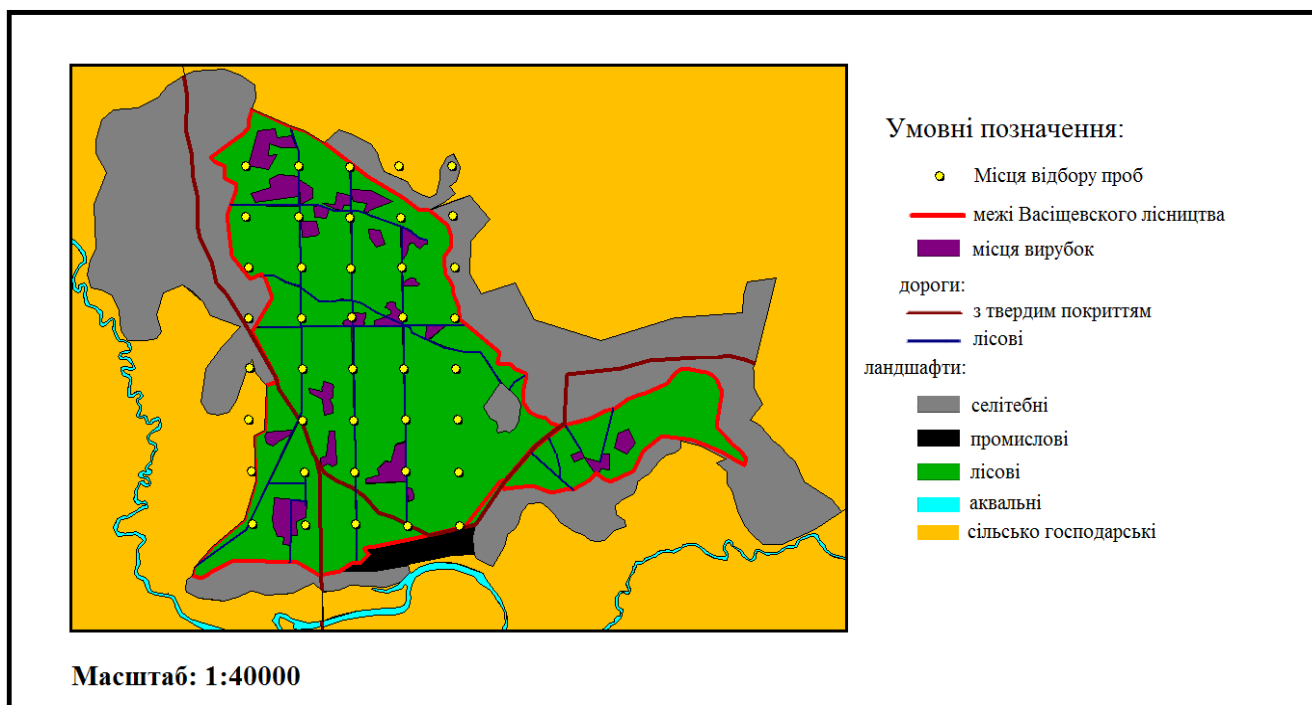


Рис. 2.17. Розташування точок відбору проб на території Урочища Бір 2
Васищівського лісництва

Джерело: розроблено автором

Одним з показників екологічного складу ґрунту є вміст карбонатів. Наявність або відсутність вільних карбонатів є важливим діагностичним ознакою ґрунтів та їх окремих генетичних горизонтів. Присутність в ґрунті помітних кількостей карбонатів перешкоджає розвитку кислотності, а іноді призводить до виникнення лужності, що надає важливе вплив на рухливість багатьох речовин у ґрунті і на агроекологічні особливості ґрунтів. Цей показник потрібен також для різних обчислень, необхідних при інтерпретації даних про зміст інших компонентів валового хімічного складу ґрунтів.

У межах модельної ділянки (рис. 2.18) рівень карбонатів переважно на одному рівні 0,01%, підвищення рівню карбонатів спостерігається на ділянках з антропогенною активністю.

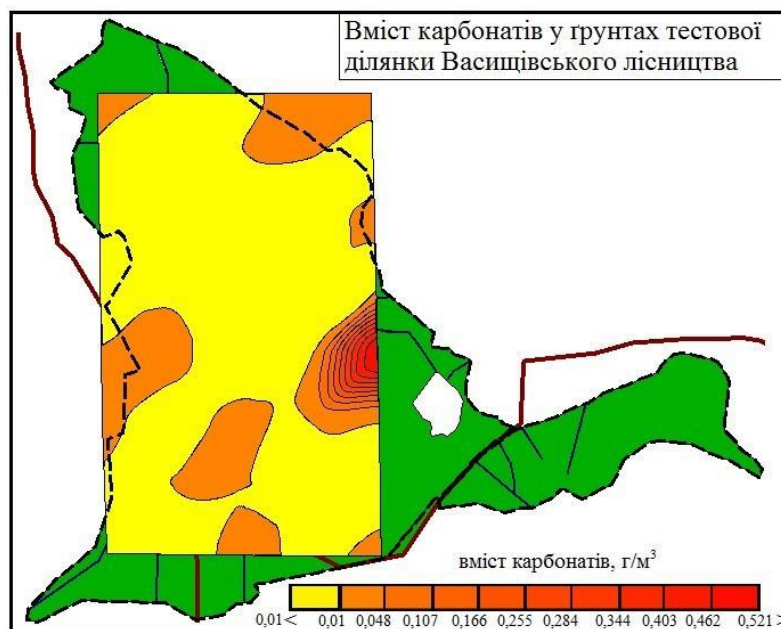


Рис. 2.18. Розподіл вмісту карбонатів на модельній ділянці

Джерело: розроблено автором

Дуже гарно спостерігається вплив долинного типу місцевості на стан розподілу карбонатів у межах границь з лісовим ландшафтом, це зумовлено розташуванням селітебних ландшафтів на долинних місцевостях. На місцях антропогенного навантаження йде підвищення рівню до 0,5 %.

Просторий розподіл вмісту карбонатів у ґрунтах показує повну відповідність підвищеної карбонатності ґрунту ландшафтам з високим рівнем конфліктів природокористування.

Зростання кислотності ґрунтового покриву – одна з серйозних проблем сучасності та майбутнього.

Процес підкислення ґрунту стає глобальним за масштабом, спричинюючи негативні агрогеохімічні наслідки.

На експериментальній ділянці (рис. 2.19), за результатом проведеного експерименту, рівень рН водної витяжки має переважно слабо-кисле та кисле середовище. Це зумовлено тим, що ліс створює геохімічний бар'єр для накопичення кислотності під час танення снігу у весняний період як наслідок відбувається зниження рівню рН.

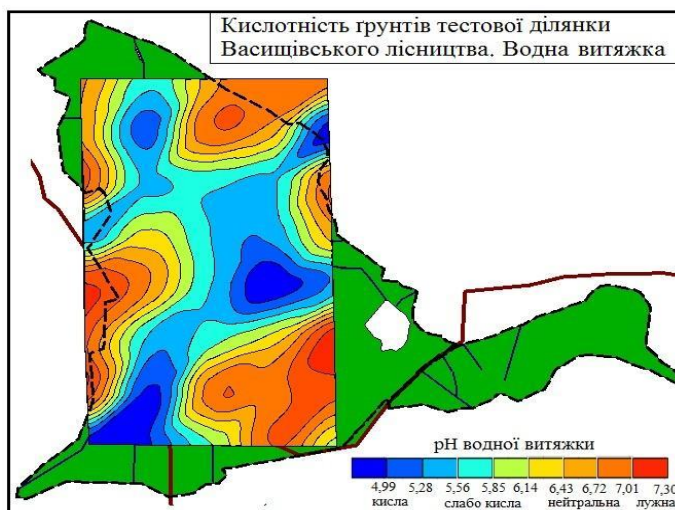


Рис. 2.19. Розподіл рівня pH водної витяжки
в межах досліджуваної ділянки

Джерело: розроблено автором

За результатом вивчення рівень pH соляної витяжки на експериментальній ділянці, також встановлене переважання слабо-кислого та кислого середовища. Аналіз просторового розподілу кислотності по території урочища Бір 2 показав, що в ландшафтах з високим рівнем конфліктів природокористування зростає лужність ґрунтів [81].

Переважає більшість досліджених ґрунтів (за зразками з глибини 0-30 см) мають реакцію від слабокислої до слаболужної (рис. 2.20).

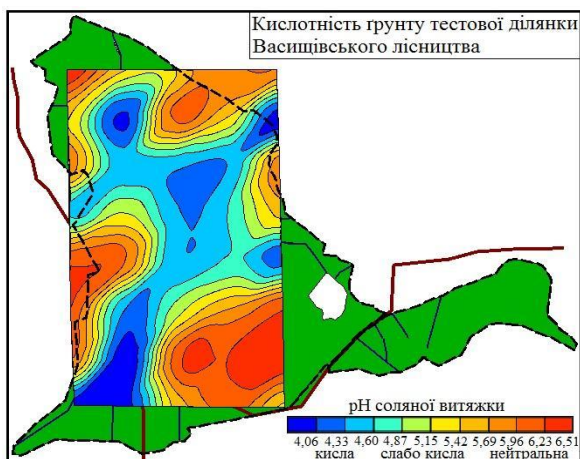


Рис. 2.20. Розподіл рівня pH соляної витяжки
в межах досліджуваної ділянки

Джерело: розроблено автором

Досліджений поверхневий шар лісових ґрунтів має доволі значну амплітуду коливання pH_{H_2O} – від 5,1 до 7,8. Середнє значення pH_{H_2O} досліджених ґрунтів Урочища Бір 2 – 6,44. Середньоквадратичне відхилення становить – 1,04, дисперсія – 1,08. Амплітуда коливання pH_{KCl} – від 4,18 до 6,92. Середнє значення pH_{KCl} досліджених ґрунтів Урочища Бір 2 – 5,49. Середньоквадратичне відхилення становить – 1,04, дисперсія – 1,08. В автоморфних ґрунтах полігона pH водної витяжки в першу чергу зумовлений вмістом іонів Ca^{2+} та HCO_3^- . В гідроморфних ґрунтах вплив водорозчинних солей на pH не такий однозначний, та на відміну від автоморфних ґрунтів, більш важливу роль грають іони Cl^- та Mg^{2+} . Зворотна залежність між вмістом водорозчинного карбонату кальцію та pH спостерігається в лучному ґрунті на заплаві, який постійно підживлюється капілярною вологою майже до самої поверхні завдяки близькому розташуванню ґрунтових вод. Максимальний, в цілому для ландшафту, вміст водорозчинних карбонатів, в верхньому шарі цих ґрунтів пояснюється їх осадженням на випаровувальному бар'єрі.

Здобуті значення pH_{H_2O} та pH_{KCl} свідчать про повсюдне підлучення ґрунтів на територіях з високим рівнем антропогенного навантаження, що, як відомо, у більшості випадків зумовлено присутністю карбонатів лужних та лужноземельних металів. Головним чином зона підлучення ґрунтів локалізована по периферії досліджуваної території – у місцях, де виявлено високий рівень конфліктів природокористування.

Хімічне дослідження відібраних зразків дало можливість виявити суміжні конфлікти прилеглих територій. Так, дослідження ділянки на вміст карбонатів, виявило на місцях антропогенного навантаження підвищений рівень вмісту карбонатів, а це свідчить про негативний вплив людини на довкілля. Загалом, карбонатний склад переважно однорідний, але збільшується в ландшафтах з високим рівнем конфліктів природокористування [109].

Рівень pH залежить як від метеорологічних факторів, завдяки яким підкисляється ґрунт, так і від умов формування лісової підстилки. Дослідженням встановлено закономірність щодо зменшення кислотності зі зростанням рівня

антропогенного навантаження, тобто в ландшафтах з високим рівнем конфліктів природокористування зростає лужність ґрунтів [111, 112].

2.2.3 Оцінка впливу військових дій на лісові ландшафти Харківської області.

Збройна агресія проти України мала та має суттєві наслідки для лісового господарства України – 2.9 млн га лісів мають різні рівні пошкодження. З урахуванням лісів АР Крим та Луганської та Донецької областей, які були окуповані до 2022 року, на даний час близько 1 млн га лісів знаходяться в окупації чи перебувають під впливом активних бойових дій [113, 114].

З початку повномасштабного вторгнення у лютому 2022 року частина лісових ландшафтів Харківської області опинилась під окупацією.

У геоінформаційних середовищах MapInfo та QGIS зібрано та опрацьовано інформацію на основі даних Deep State map [115] про хронологію окупації Харківської області, зокрема частки лісових ландшафтів [114].

Площа лісових ландшафтів, які опинились під окупацією складає 1177,082 км² (рис. 2.21). Вплив військових дій на лісові ландшафти можна розділити на наступними видами:

- лісові пожежі, спричинені вибухами;
- мінування;
- забруднення та засмічення земель лісових ландшафтів вибуховими речовинами, залишками снарядів та військової техніки;
- пошкодження рослинного покриву та ґрунтів, внаслідок бомботурбації;
- вирубка деревини для облаштування фортифікаційних споруд [114].

Проте, основна інформація щодо постраждалих площ лісів базується на основі площ лісових господарств, які опинились під окупацією і не враховують лісовкриті землі, які не відносяться до сфери управління Державного агентства лісових ресурсів або Державного підприємства «Ліси України» [114].

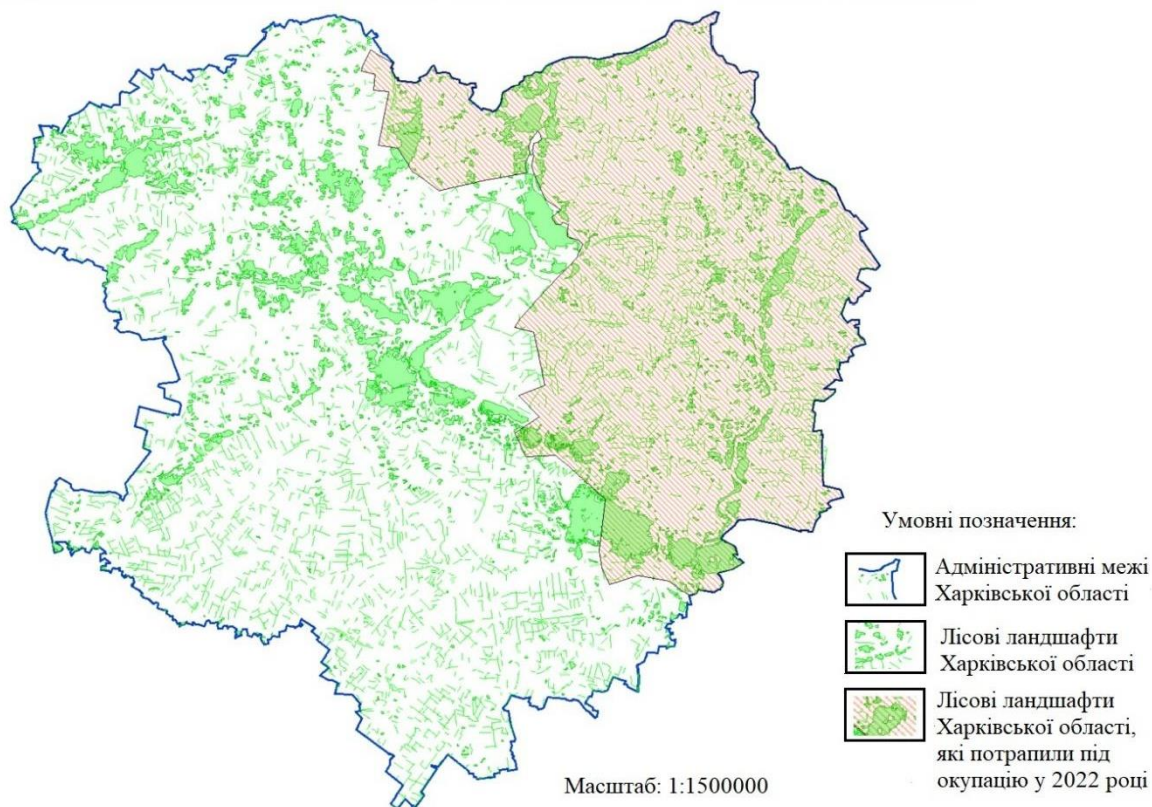


Рис. 2.21. Лісові ландшафти Харківської області, які опинились під окупацією у 2022 році

Джерело: розроблено автором

На рис 2.22-2.23 досліджено часові проміжки, впродовж яких лісові ландшафти знаходились під окупацією.

Відтепер подальша оцінка екосистемних послуг лісових ландшафтів буде залежати від інтенсивності воєнних дій і часового інтервалу окупації. При цьому варто враховувати територію лісових ландшафтів, які не були під окупацією, але зазнали впливу від вибухів та пожеж внаслідок обстрілу прилеглої до лінії фронту території [114].

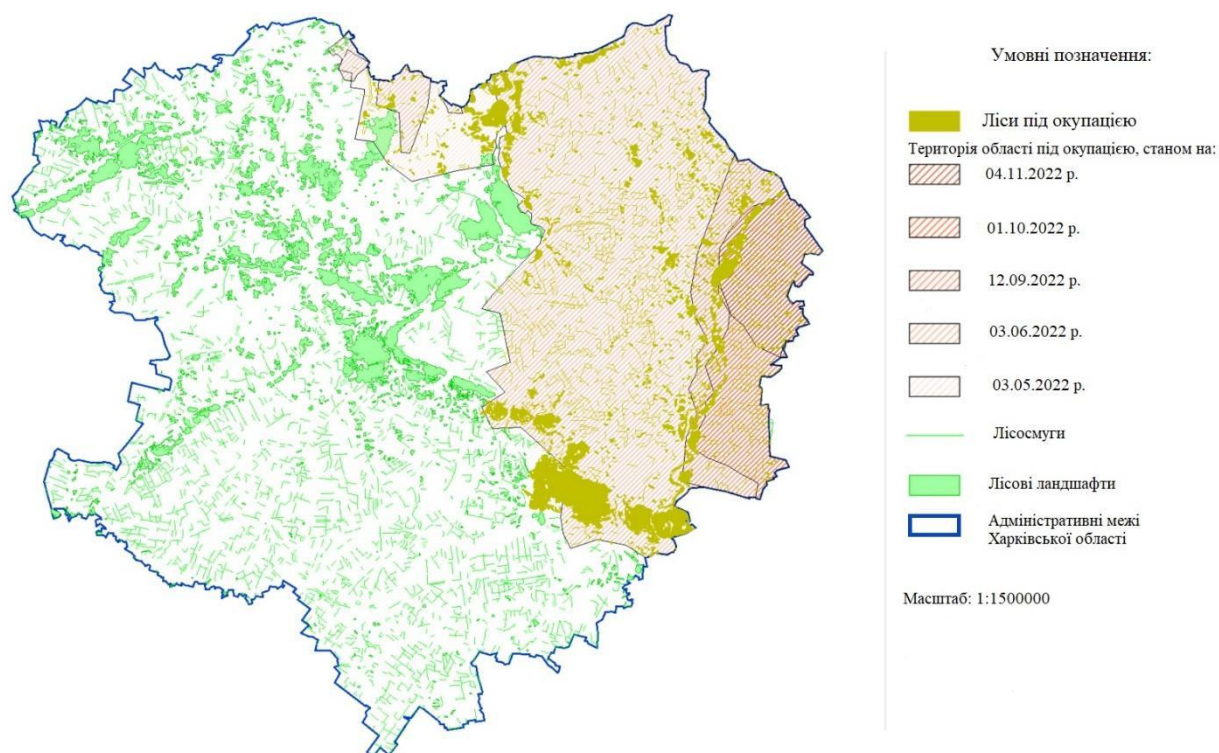


Рис. 2.22. Хронологія окупації Харківської області у 2022 році

Джерело: розроблено автором

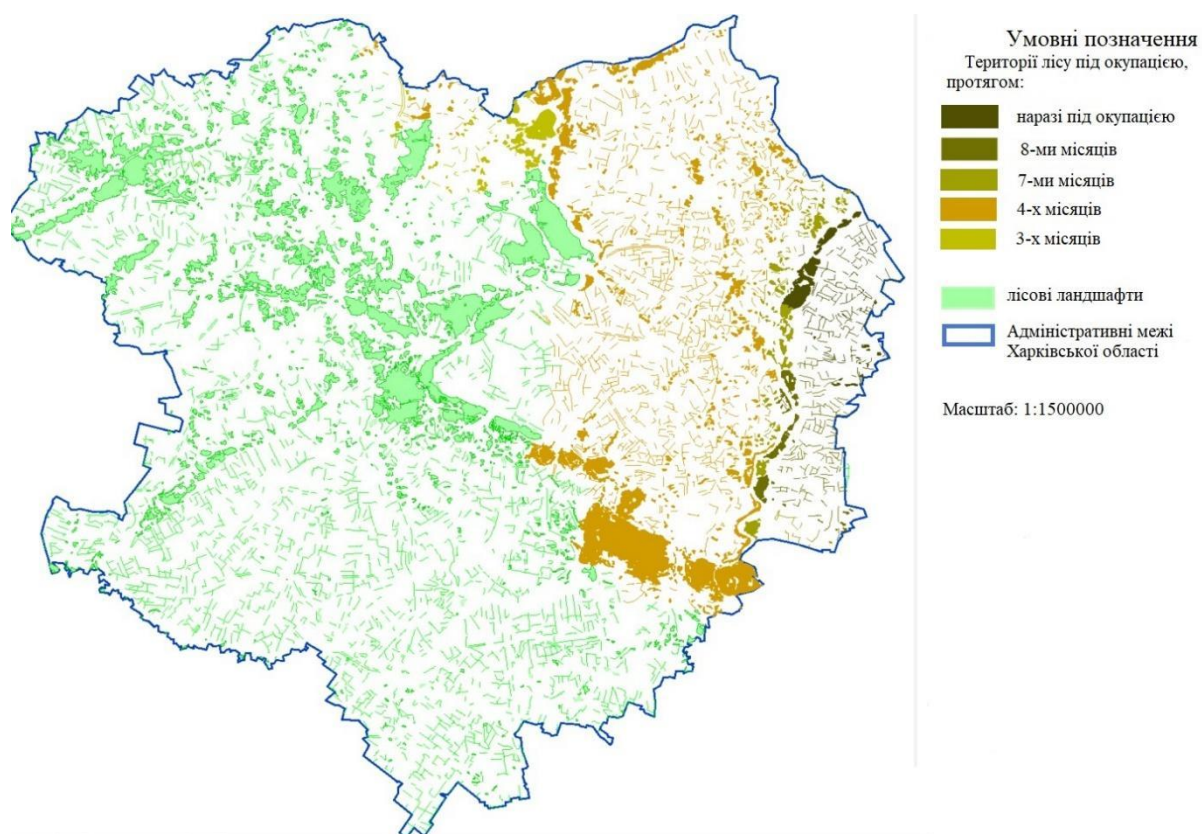


Рис. 2.23 Термін знаходження під окупацією лісових ландшафтів

Джерело: розроблено автором

Дані дистанційного зондування надають можливості для фіксації та моніторингу пошкоджень земельних ресурсів, на основі використання космічних знімків та геоінформаційного програмного забезпечення, які є у вільному доступі [117].

Дослідження впливу військових дій на лісові ландшафти Харківської області проведено на основі методів дистанційного зондування Землі, за допомогою супутникових знімків Sentinel 2 L2A та програмного забезпечення Google Earth Pro. Супутник Sentinel-2A запущено у 2015 році в межах проєкту ЄС для глобального моніторингу довкілля. Перевагами знімків є їх повна доступність та висока якість зображення [116]. Хмарність знімків не перевищувала 10% [114].

Під окупацією опинились більше половини лісових господарств області, а саме: Вовчанський, Ізюмський, Куп'янський, частина Жовтневого та Чугуєво-Бабчанський. Через небезпеку обстрілів і мінування доступ до них обмежений, що робить неможливим визначити обсяги шкоди, завданої лісовим насадженням. У Куп'янському лісгоспі на момент проведення аналізу (серпень 2023 р.) під окупацією залишаються ще два лісництва – Дворічанське і Кам'янське. І наразі частина лісгоспу знаходиться під постійними обстрілами. Крім того значної шкоди зазнав рослинний покрив Національного природного парку Дворічанський та лісові ландшафти прилеглих територій (рис. 2.24) [114].

Найіональний природний парк Дворічанський має велике наукове, освітньо-виховне і рекреаційне значення.

На території парку налічується близько 1000 видів рослин. Однак, наразі територія парку замінована та постійно знаходиться під обстрілами. При цьому робота парку не зупинилась, співробітники продовжували вести літопис природи при окупації. Згодом, ці матеріали можуть стати підґрунтям для визначення збитків завданих біорізноманіттю, а також оцінки втрачених екосистемних послуг.



Рис. 2.24. Територія НПП Дворічанський у 2021 та 2023 році
Джерело: розроблено автором

Аналіз космічних знімків вказує на локальні пожежі у лісових масивах (1), а також процеси осушення водно-болотних угідь (2). Лісовий масив ділянки №1 наразі залишається під окупацією [114].

Чугуєво-Бабчанський лісгосп лінією фронту було поділено на дві частини. Відомо, також про пожежі у хвойних насадженнях, які виникали через обстріли, і які не гасили. З площі 22074 га майже 20 тис. га наразі недоступні [114].

Вовчанський лісгосп найближче знаходиться до кордону, одне лісництво й досі знаходиться під окупацією. Частина лісових ділянок знаходиться на відстані до 30 м від кордону, доступ на які неможливий [114].

Печенізьке водосховище стало природною перешкодою для подальшого просування армії ворога, саме тому як водний об'єкт, так і прилеглі лісові ландшафти опинилися на лінії вогню. До 2022 року лісові ландшафти, розташовані у басейні Печенізького водосховища (рис. 2.25-2.26), активно використовувались для ведення лісового господарства та рекреації [114].



Рис. 2.25. Лісові ландшафти між селищами Металівка та Березники Чугуївського району Харківської області у 2020 та у липні 2022 році

Джерело: розроблено автором

На ділянках № 1, 3 та 4 лісові масиви пошкоджені пожежею, на ділянках 1 та 2 на момент зйомки супутником спостерігаються процеси горіння. Лісові ландшафти території відносяться долинних ландшафтів [114].



Рис. 2.26. Лісові ландшафти між селищами Березники та Революційне
Чугуївського району Харківської області у 2020 та 2022 році
Джерело: розроблено автором

На ділянках 1-3 можна визначити території, які постраждали від пожеж. Території рис. 2.25-2.26 знаходились під окупацією близько 4-х місяців, а після звільнення опинились під обстрілами [114].

Великої шкоди завдано Ізюмському лісовому господарству, територія якого піддалась всім видам впливу військових дій. Є свідчення про знищення пожежею Ізюмського лісу, за окремими даними він вигорів на 70% (рис. 2.27-2.28) [114, 118].

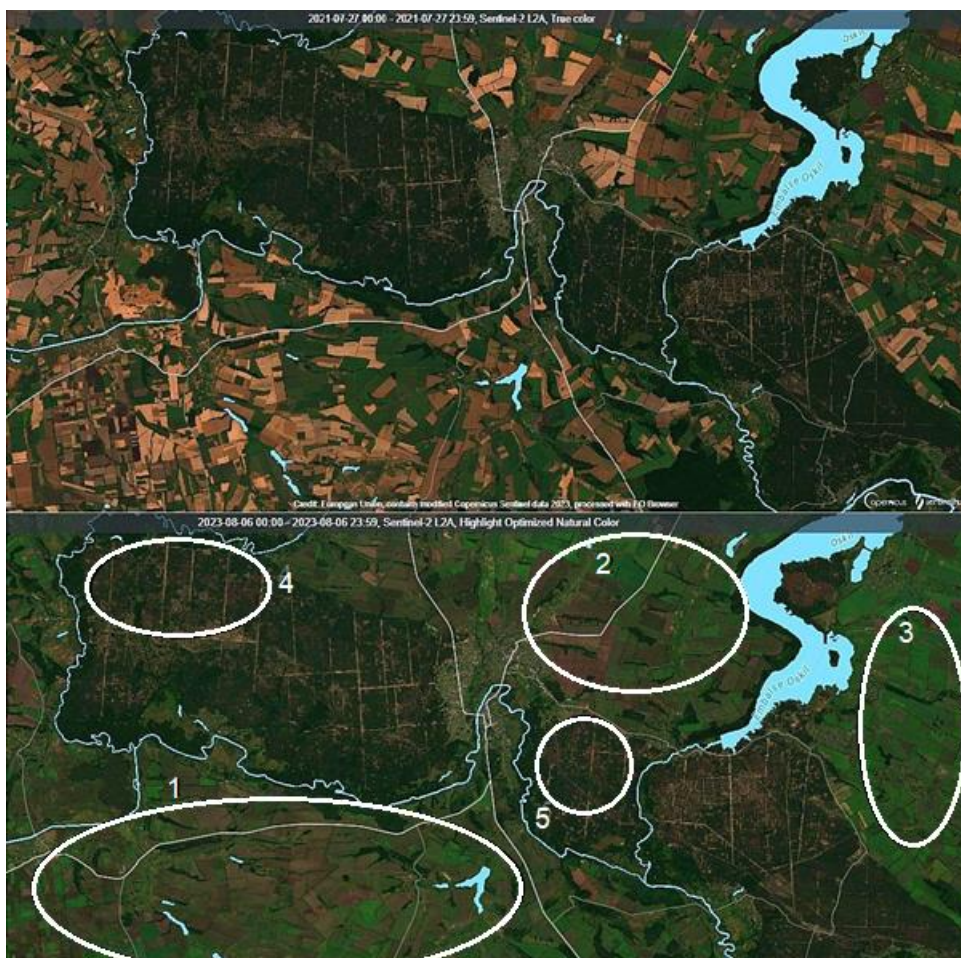


Рис. 2.27. Ізюмський ліс у 2021 та 2023 році

Джерело: розроблено автором

Ізюмський ліс представляє собою типову ділянку борової тераси річки Сіверський Донець. На його території розташовано Регіональний ландшафтний парк «Ізюмські лука» та ботанічний заказник місцевого значення «Караван». Дані дистанційного моніторингу ілюструють відсутність сільськогосподарської діяльності (ділянки 1-3) внаслідок обстрілів та мінування та наявність наслідків пожежі, які спостерігалися майже по всій території лісового масиву (ділянки 4 і 5) [114].

При наближенні окремих ділянок Ізюмського лісу можна ідентифікувати пожежі внаслідок обстрілів (рис. 2.28) [114].



Рис. 2.28. Лісові масиви м. Ізюм у 2021 році та 30 травня 2022 року

Джерело: розроблено автором

У Жовтневому лісовому господарстві найбільшої шкоди завдано Золочівському лісництву, територія якого знаходилась під окупацією, а після звільнення зазнає постійних обстрілів. Загальна площа лісового господарства складає 48378 га, шоста частина лісгоспу (приблизно 7 тис. га) до цього часу недоступна. На рис. 2.29 спостерігаються зміна щільності рослинного покриву, а також наслідки локальних пожеж [114].



Рис. 2.29. Лісовий масив с. Черкаські Тишки 2021 та 2023 роки

Джерело: розроблено автором

Задля безпеки населення у 2022 році Харківською обласною військовою адміністрацією заборонено відвідування лісів [119].

Загалом по території Харківщини постраждали внаслідок, пожеж, обстрілів та мінування близько 170 тис. га. Наразі розміновано близько 1 тис. га, під мінуванням залишається 169 тис. га [114].

Відтепер поступово відбувається розмінування території Харківської області, в тому числі і у зоні лісових ландшафтів. Проте цей процес є досить довгостроковим [114].

Аналіз впливу бомботурбації на лісові ландшафти досить складно ідентифікувати за допомогою дистанційного зондування, оскільки крони дерев закривають собою поверхню ґрунту на відміну від сільськогосподарських угідь і відкритих ділянок (рис. 2.30).



Рис. 2.30. Пошкоджена обстрілами відкрита місцевість та лісовий масив, окружна дорога м. Харків

Джерело: розроблено автором

Лісові масиви слугують також як укриття, тому при дистанційному аналізі варто звертати увагу на щільність крон дерев. Важливим аспектом впливу

військових дій є високий ризик виникнення пожеж через мінування та залишки нерозірваних боєприпасів. В залежності від їх типу є ймовірність самовозгоряння у літній період, внаслідок високої температури повітря та потрапляння прямих сонячних променів.

Роботи з відновлення лісових ландшафтів України готові підтримати партнери з Німеччини та спостережна група Forest Europe в рамках проєкту «Підтримка відновлення та сталого управління українськими лісами та лісового сектору» з залученням СЕК, ФАО, ЮНЕП [120]. Також пріоритетним напрямком визначено створення національної карти відтворення лісів.

В рамках процесів відновлення лісових ландшафтів оновлюється і законодавче підґрунтя. З 2021 року реалізується програма «Зелена країна» з заліснення земель. Ідея програми полягає у висадці 1 млн. дерев, а вже у середині 2023 року висаджено третину запланованого обсягу. Крім того, Верховною радою України затверджено нові єдині вимоги до циклу відтворення лісів, розширено перелік та стандарти для посадкового матеріалу і насіння на основі сучасних наукових досліджень. Також введено заборону на відтворення лісів інвазійними видами з прийняттям відповідного переліку. Відтепер, нові вимоги обов'язкові для виконання всіма лісокористувачами, в тому числі орендарями ділянок на яких розташовані позахисні смуги, без залежності від категорії землекористування.

Проведене дослідження дає підґрунтя для виокремлення ділянок, що зазнали впливу пожеж у різний час [84]. знищені чи пошкоджені внаслідок бойових дій і потребують відновлення після розмінування. Тому, на наш погляд, реалізація програми «Зелена країна» в Харківській області має зосередитись у першу чергу на відновлення цих лісових ландшафтів.

Для оцінки впливу військових дій на екосистемні послуги запропоновано використання експертної оцінки, яка базується на бальній оцінці відносно до терміну перебування лісових ландшафтів під окупацією. Таким чином, запропоновано наступне ранжування, відповідно до часу перебування лісових ландшафтів під окупацією (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Класифікація і бальна оцінка впливу військових дій на екосистемні послуги
лісових ландшафтів

Терміни окупації	Клас	Бали
До 1 міс.	1	4
Від 1 міс. до 3-х місяців	2	3
Від 3-х міс. до 7-ми місяців	3	2
Від 7-ми і вище*	4	1

**на момент проведення аналізу змін в межах окупованих території не відбулось*

Джерело: розроблено автором.

Запропонована оцінка може бути використана, як від’ємний показник для оцінки екосистемних послуг лісових ландшафтів. Крім того, на основі наслідків впливу пожеж на лісові ландшафти [121] можливо визначити збитки [122] для навколишнього середовища, що також можливо використовувати при оцінці екосистемних послуг.

2.3 Внутрішні і зовнішні конфлікти природокористування

Ландшафтно-екологічні чинники формування лісових масивів можуть стати оптимальним напрямом відновлення, збереження і покращення стану лісових масивів. Для первинного виявлення проблем функціонування лісових ландшафтів та шляхів їх вирішення доцільно використовувати принципи ландшафтного планування [81].

Для цього при ландшафтно-планувальних дослідженнях спираються на конфлікти природокористування – тобто ті ситуації, які зумовлені діяльністю людини, яка призводить до порушення нормативного стану компонентів навколишнього середовища та спричиняє шкоду галузям природокористування або перешкоджає його розвитку в цілому. Попередні дослідження конфліктів

природокористування лісових ландшафтів проводили для території Гомільшанського лісового масиву, де наявні в тому числі і природоохоронні території [81].

Оцінювати конфлікти природокористування можна за різними критеріями: динамікою, тривалістю, сутністю чи інтенсивністю. У всіх цих варіантах доцільно використовувати матрицю для накопичення відповідної інформації. Рівень інтенсивності конфліктів є відносним показником, що для кожного об'єкту потребує окремого визначення [123].

Для визначення конфліктів природокористування використано модельну ділянку Васищівського лісництва. Природно-антропогенні комплекси модельної складаються з території лісових ландшафтів, лісгосподарських ділянок, сільськогосподарських ділянок, селітебних зон, водогосподарських зон та лінійно-дорожніх комплексів (рис. 2.31).

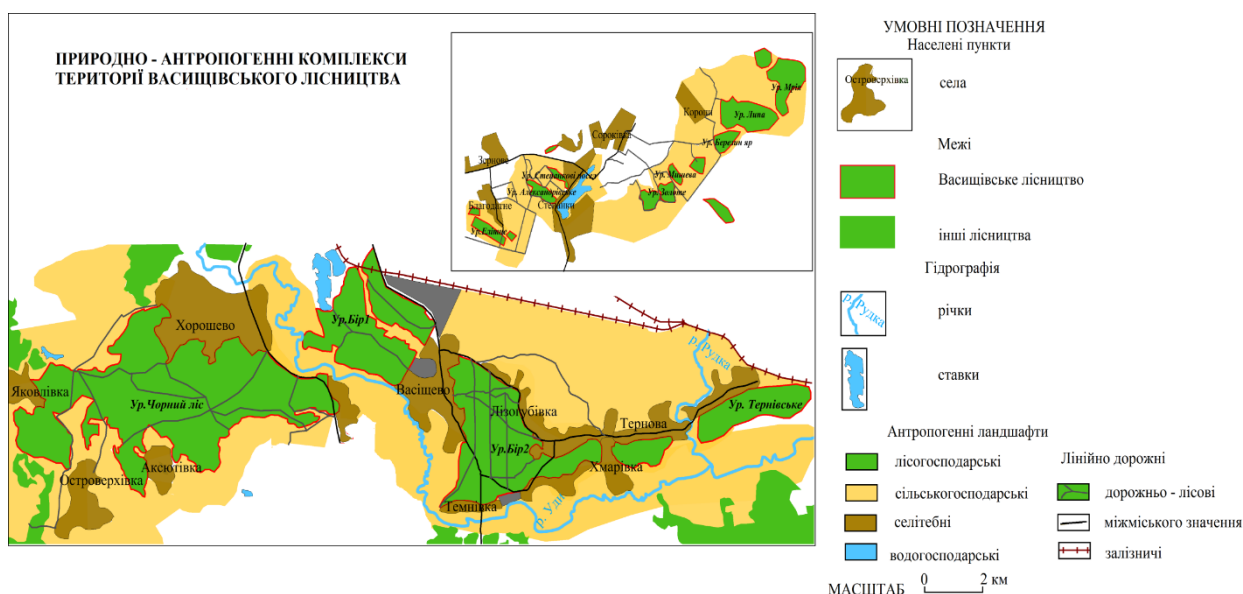


Рис 2.31. ПАК Васищівського лісництва

Джерело: розроблено автором

Крім того, виділяються наступні джерела забруднення (рис. 2.32):

- селища, що мають присадибні ділянки, на яких здійснюється використання засобів хімізації при вирощуванні сільськогосподарської продукції;

- сільськогосподарські поля, що межують зі всіма урочищами лісництва.
- Використання пестицидів, фунгіцидів, інсектицидів, мінеральних добрив на сільськогосподарських полях, поблизу лісництва негативно впливає на стан деревини;
- шляхи сполучення, які є джерелом хімічного та шумового забруднення прилеглих ділянок лісу;
 - стихійні звалища, які утворюються поблизу населених пунктів та шляхів сполучення.

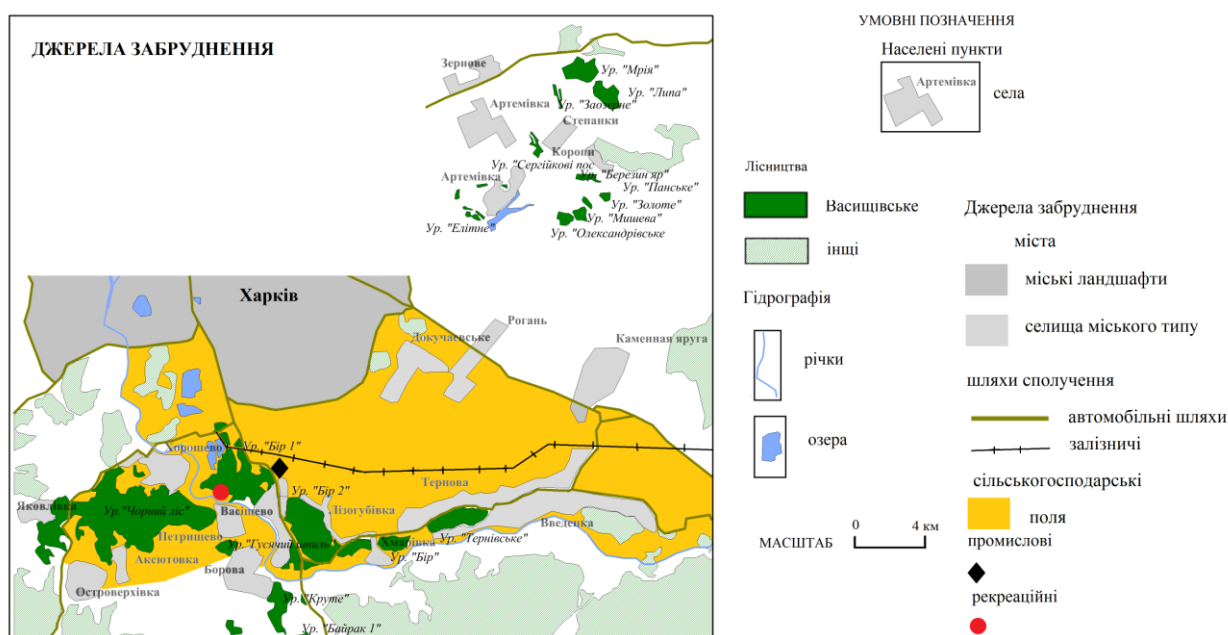


Рис. 2.32. Джерела забруднення Васищівського лісництва

Джерело: розроблено автором

Наступним етапом оцінки конфліктів природокористування є визначення саме джерел цих конфліктів (рис. 2.33). Даний етап проводиться для більш точного аналізу антропогенного впливу на ландшафти, оскільки при суто інвентаризації джерел забруднення є ймовірність пропустити не менш важливі аспекти антропогенного впливу на ландшафти.

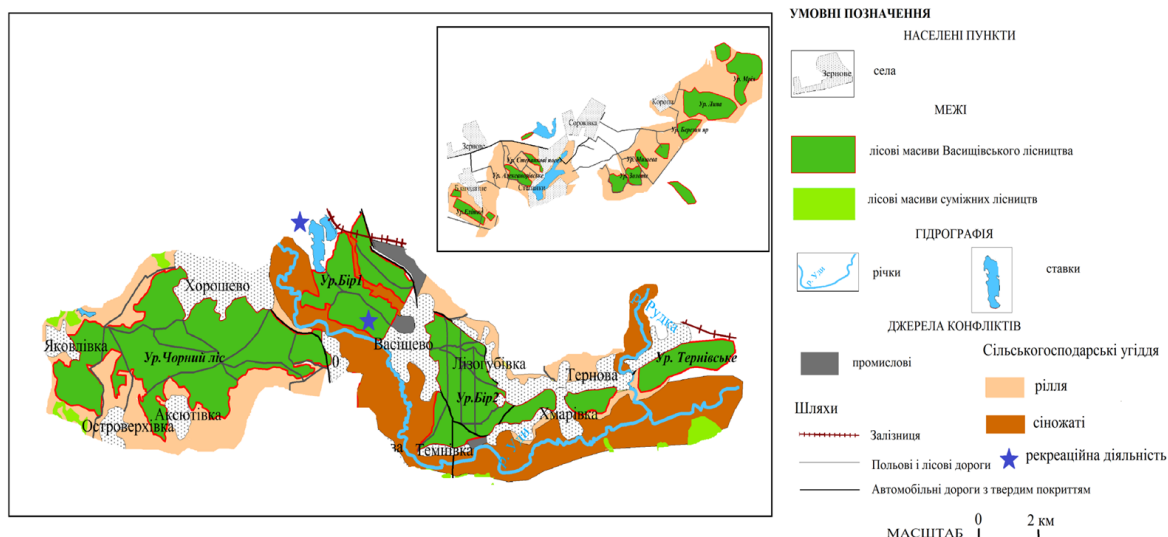


Рис. 2.33. Джерела конфліктів природокористування Васищівського лісництва
Джерело: розроблено автором

На території лісництва виявлено суміжні конфлікти, між антропогенними ландшафтами (рис. 2.31): сільськогосподарськими, селітебними, лінійно-дорожніми, дорожньо-лісовими.

Інтенсивність конфліктів природокористування визначається за наступною шкалою:

1. конфлікти низької інтенсивності – за наявності 1-2 суміжних ділянок різного призначення, які впливають на стан навколишнього середовища;
2. конфлікти середньої інтенсивності – за наявністю 2-3 ділянок;
3. конфлікти високої інтенсивності – за наявністю більше 3-х ділянок.

Чим більше антропогенної діяльності в межах або за межами лісництва, тим більша інтенсивність конфліктів природокористування. Конфлікти які виникли були занесені в матрицю конфліктів території. Підрахувавши та проаналізувавши матрицю конфліктів та на основі аналізу природно – антропогенних комплексів, побудовано схему інтенсивності конфліктів природокористування (рис. 2.34).

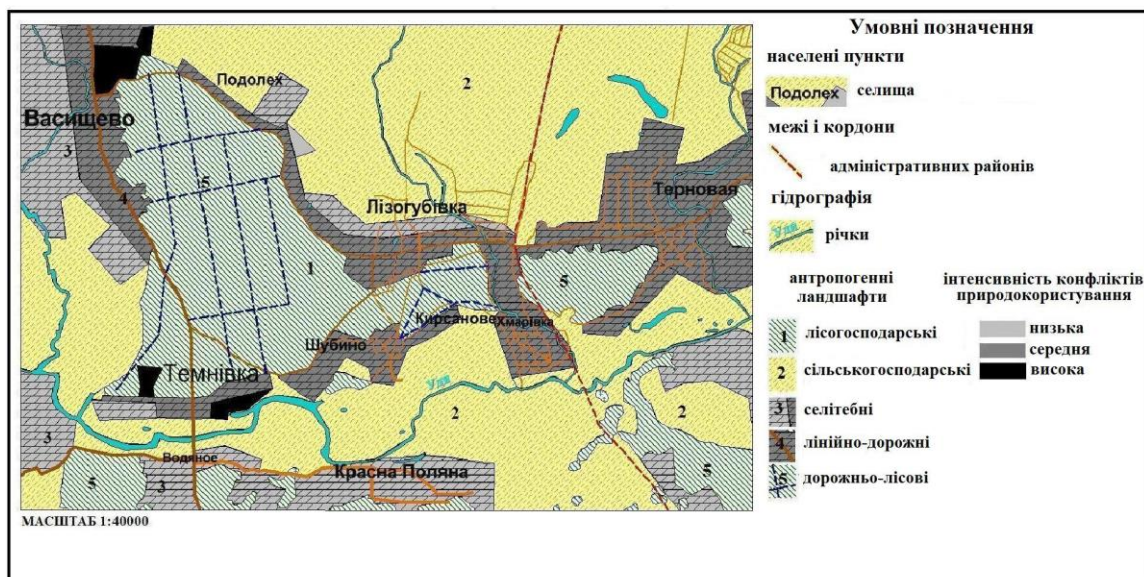


Рис. 2.34. Інтенсивність суміжних конфліктів природокористування урочища Бір 2 Васищівського лісництва

Джерело: побудовано автором

Більшість ділянок які межують з Васищівським лісництвом мають середню інтенсивність, переважно на місцях розташування селітебних ландшафтах (рис. 2.35), це свідчить про середній вплив антропогенного навантаження прилеглих територій на лісовий ландшафт.

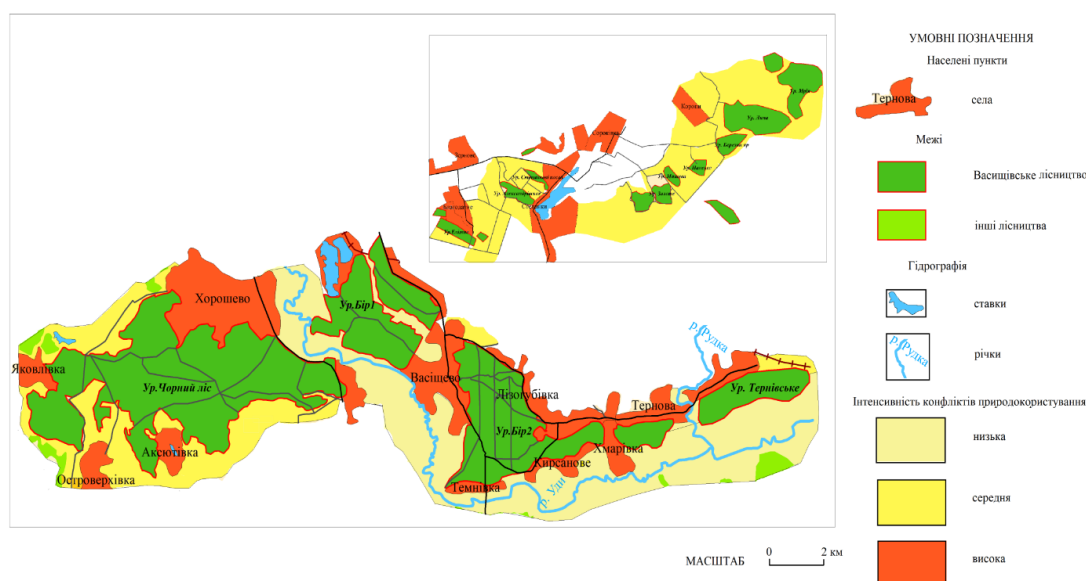


Рис. 2.35. Інтенсивність конфліктів природокористування Васищівського лісництва

Джерело: побудовано автором

Сільськогосподарські угіддя включають в себе дві основні групи: рілля та сіножаті. На заплаві річки Уди переважають сіножаті, на присадибних ділянках та сільськогосподарських полях – рілля. Суть конфлікту на межі лісогосподарських і сільськогосподарських ландшафтів полягає у наступному:

- не дбале ставлення до використання земельних ділянок, які використовуються під звалища;
- сільськогосподарські угіддя несуть пожеже небезпечний характер, а саме: недбале ставлення з вогнем, спалювання відходів поблизу лісу, використання паливо – мастильних матеріалів для техніки.

Також присутні на суміжних з лісництвом територіях промислові джерела конфліктів. Їх суть полягає у наступному:

- шумове забруднення;
- забруднення повітря відпрацьованими газами автомобілів;
- пожежа небезпечний характер.

Суть конфлікту на межі лісогосподарських і водних об'єктів полягає у наступному:

- відвідування рекреантами території лісництва;
- ущільнення ґрунту.

Суть конфлікту лісогосподарських і лінійно – дорожніх об'єктів полягає у наступному:

- шумове забруднення;
- забруднення паливо – мастильними матеріалами при розлитті;
- забруднення атмосферне повітря відпрацьованими газами з двигунів;
- загроза екологічного лиха при перевезення небезпечних речовин.

Матриці конфліктів природокористування подано у додатку Б.

Висновки до розділу 2

Геоecологічну оцінку лісових ландшафтів проведено засобами ландшафтно-ecологічного планування, які адаптовано до оцінки стану лісових ландшафтів.

Під час інвентаризаційного етапу визначено природні умови формування і функціонування лісових ландшафтів Харківської області, які пов'язані з фізико-географічним районуванням області на межі лісостепової та степової зон, що обумовило формування різних лісових ландшафтів у різних типах ландшафтів, у т. ч. межирічкових, долинних та балково-долинних. Так, до межирічкових ландшафтів належать вододільні широколистяні ліси. Долинні ландшафти охоплюють лісові масиви борових терас річок, складені, головним чином сосною та ділянки листяних лісів заплав річок. Балково-долинні ландшафти мають переважно листяні або мішані ліси, насаджені з метою попередження ерозії схилів балок і яруг. Складна ландшафтна диференціація території Харківської області зумовила фрагментарність просторового розміщення лісових ландшафтів в межах області.

Кліматичні характеристики загальні для всієї області і характерні для помірного клімату. Серед основних показників, які впливають на лісові ландшафти є температура повітря, вологість, кількість опадів. У Харківській області найтеплішим (21,0 °C) і найвологішим (72 мм) місяцем є липень, а найхолоднішим – січень (-5,5 °C), найменшою кількістю опадів характеризується березень (33,5 мм).

Для лісових ландшафтів Харківської області характерні наступні типи ґрунтів: темно-сірі опідзолені слабо слабогумусоакумулятивні; чорноземи опідзолені помірно слабогумусоакумулятивні; дернові опідзолені ґрунти на пісках; дернові піщані і зв'язно піщані. Ґрунти модельної ділянки представлені темно-сірими, чорноземами опідзоленими, піщаними ґрунтами та темно-сірими реградованими ґрунтами.

Рослинний покрив представлено зональними типами рослинності. Породний склад Васищівського лісництва не однорідний, проте найбільшу частку складають

угруповання сосни (більше 60 %), потім дубів (більше 10 %), інші види складають частку від 1 до 6 %. Породний склад урочища Бір 2 однорідний і складається з сосни звичайної, відмінність між кварталами полягає лише у бонітеті, зімкненості і віку

Ліси і лісовкриті території області розташовані у різних природних комплексах, характерних для Харківської області: рівнинних, долинних та балково-долинних. Серед основних типів місцевостей модельної ділянки урочища Бір 2 території виділено наступні: долинний, заплавний, яружно-балковий, вододільний, борово-терасний.

Господарське використання лісових ресурсів здійснюється на підставі Лісового кодексу України. Загальна площа лісів та інших лісовкритих площ області, згідно з даними Державного лісового кадастру, становить 419,4 тис. га. Лісистість області становить 12,1%. Загальний запас деревини у лісах області становить понад 68,0 млн м³. Модельна ділянка Васищівського лісництва входить до Жовтневого лісового господарства Слобожанського лісового офісу, який підпорядковується Державному підприємству «Ліси України», що створено в рамках реформи лісової галузі у 2021 році.

Під час оціночного етапу засобами ландшафтно-екологічного планування проведено просторово-часову оцінку лісових ландшафтів модельної ділянки. Результати оціночного етапу використовуються при розрахунку екосистемних послуг, як ландшафтні індикатори. Закладені ландшафтні профілі модельної ділянки показали, що зміна ландшафтного профілю з 1942 року до сучасного складає 26,9 %, незмінним залишилось 73,1 % ландшафтного профілю.

Проведено дослідження впливу кліматичних факторів на лісові ландшафти за допомогою дендрохронологічного аналізу радіального приросту деревини сосни звичайної на модельній ділянці. Визначено, що статистично достовірний вплив кліматичних чинників визначено на рівні значущості 0,95 %, а саме температури повітря та вологості.

Для оцінки ґрунтових умов в лісових ландшафтах модельної території проведено у два етапи: відбір зразків ґрунту за лінією ландшафтного профілю на визначення рівня гумусу та просторове обстеження на території урочища Бір 2 за

квадратною сіткою на визначення вмісту карбонатів, рН водної та соляної витяжки. По лінії ландшафтного профілю вміст гумусу коливається від безгумусних до дуже малогумусних ґрунтів, це зумовлено дерново-підзолистим супіщаним типом ґрунту. У межах модельної ділянки Бір 2 рівень карбонатів переважно на одному рівні 0,01 %, підвищення рівню карбонатів спостерігається внаслідок антропогенної діяльності. Також спостерігається вплив долинного типу місцевості на стан розподілу карбонатів у межах границь з лісовим ландшафтом, що зумовлено розташуванням селітебних ландшафтів на долинних місцевостях. На місцях антропогенного навантаження йде підвищення рівню до 0,5 %.

Аналіз просторового розподілу кислотності на модельній ділянці урочища Бір 2 показав, що більшість досліджених ґрунтів мають реакцію від слабокислої до слаболужної.

У лютому 2022 року лісові ландшафти області зазнала впливу військових дій. Визначено, що площа лісових ландшафтів, які опинились під окупацією складає 1177,082 км². За даними ДЗЗ ідентифіковано постраждалі ділянки лісових ландшафтів Харківщини. Встановлено часові проміжки знаходження лісових ландшафтів під окупацією: 1. не були під окупацією, 2. впродовж 3-х місяців, 3. впродовж 4-х місяців, 4. впродовж 7-ми місяців, 5. впродовж 8-ми місяців, 6. наразі знаходяться під окупацією, тобто понад півтора року.

Для оцінки конфліктів природокористування визначено джерела антропогенного впливу прилеглих територій модельної ділянки Васищівського лісництва. Дослідження показали, що модельна ділянка має середню інтенсивність конфліктів природокористування, переважно на місцях розташування селітебних ландшафтів.

Результати проведених наукових досліджень, викладених у розділі 2, опубліковані у наукових працях автора [90, 91, 108, 111, 112, 114, 121, 122].

РОЗДІЛ 3.

ЕКОСИСТЕМНІ ПОСЛУГИ ЛІСОВИХ ЛАНДШАФТІВ ХАРКІВЩИНИ

3.1 Аналіз наявних видів екосистемних послуг лісів Харківської області

Лісові ландшафти надають цілий ряд екосистемних послуг, важливих для суспільства.

Серед послуг з забезпечення лісових ландшафтів варто виділити наступні послуги:

- забезпечення первинною продукцією – збирання грибів, ягід, рослин, полювання тощо;
- забезпечення сировиною – деревообробна промисловість, використання паливної деревини, використання лікарських рослин для фармацевтичного виробництва.

Серед послуг з регулювання виділяють наступні послуги:

- депонування вуглецю – лісові ландшафти регулюють глобальний клімат, зберігаючи та секвеструючи парникові гази; у міру росту дерев і рослин вони виводять вуглекислий газ з атмосфери і ефективно замикають його у своїх тканинах, таким чином, лісові екосистеми є запасами вуглецю;
- гідрологічні регулюючі послуги лісових ландшафтів – лісові ландшафти виконують водоохоронні та водорегулюючі функції, тим самим впливають на глобальний гідрологічний цикл;
- запобігання ерозії та підтримка родючості ґрунтів – ерозія ґрунту є ключовим фактором у процесі деградації та опустелювання земель; рослинний покрив забезпечує життєво важливу регуляторну послугу, запобігаючи ерозію ґрунту;
- регулювання процесів запилення: комахи та вітер запилюють рослини та дерева, що важливо також для підтримки біорізноманіття;
- біологічний контроль – екосистеми важливі для регулювання шкідників та захворювань, що переносяться шкідниками, які атакують рослини, тварин і людей.

До культурних послуг лісових ландшафтів відносяться:

- культурні послуги – лісові ландшафти мають духовні та релігійні, освітні та наукові, естетичні та соціальні цінності на суспільства;
- відпочинок та психічне та фізичне здоров'я: Гуляння та заняття спортом на зеленому просторі – це не лише хороша форма фізичних вправ, але й дозволяє людям розслабитися. Роль, яку зелений простір відіграє у підтримці психічного та фізичного здоров'я, все більше визнається, незважаючи на труднощі з вимірюванням
- туризм та рекреація: екосистеми та біорізноманіття відіграють важливу роль для багатьох видів відпочинку, що, в свою чергу, дає значні економічні вигоди і є життєво важливим джерелом доходу для багатьох країн.

До супровідних послуг відноситься забезпечення середовища існування видів та підтримка генетичного та біологічного різноманіття.

Цей перелік не є вичерпним і може доповнюватись відповідно до особливостей кожного типу лісових ландшафтів. Крім того, у багатьох випадках екосистемні послуги лісових ландшафтів пов'язані між собою, так наприклад, послуга з забезпечення збирання ягід, грибів та інших рослин може поєднуватись з культурною послугою з рекреації та відпочинку [30].

3.1.1 Забезпечуючі послуги

Як вже було зазначено загальна площа лісів та інших лісовкритих площ області, згідно з даними Державного лісового кадастру, становить 419,4 тис. га, а загальний запас деревини у лісах області становить понад 68,0 млн м³ [9].

Серед основних забезпечуючих екосистемних послуг, які надають лісові ландшафти Харківської області можна виділити наступні:

- забезпечення деревиною для будівництва, опалення тощо;
- лісові екосистеми надають послуги зі збирання грибів, ягід, лікарських рослин, деревних соків тощо;
- здійснюють забезпечення прісною водою водних об'єктів на території лісових ландшафтів.

Забезпечуючі послуги лісових ландшафтів Харківської області оцінюються переважно за статистичними показниками лісозаготівлі, методами прямої ринкової вартості.

Так, за даними Державного управління статистики у Харківській області та Регіональних доповідей про стан навколишнього природного середовища у період з 2019 року по 2022 рік, було заготовлено наступну кількість деревини (рис. 3.1).

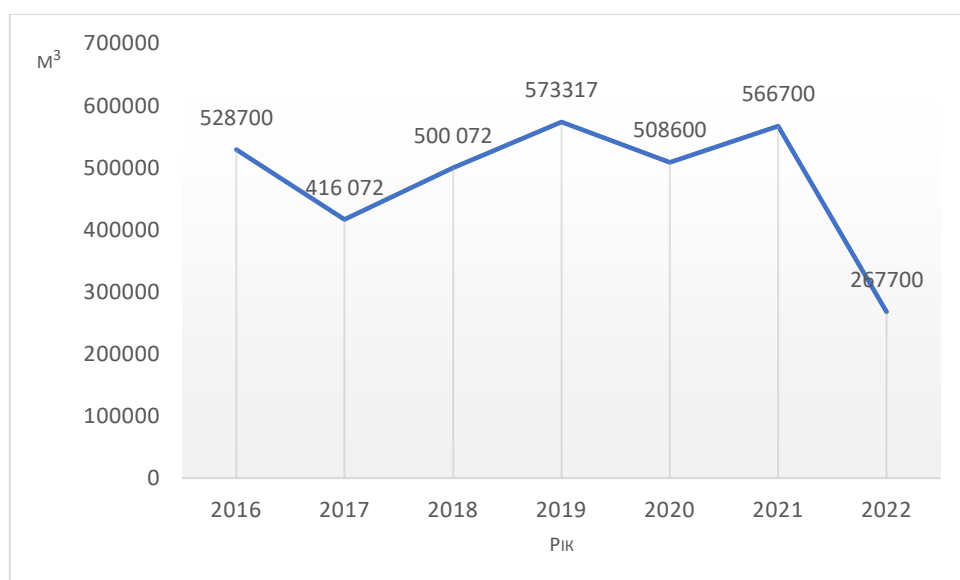


Рис. 3.1. Заготівля деревини у Харківській області

Джерело: розроблено автором на основі [9-13, 95, 96]

Таким чином, найменша кількість заготовленої деревини спостерігається у 2022 році, що було спричинено повномасштабним вторгненням.

У розрізі заготівлі та реалізації деревини за видами лісової продукції у 2022 році кількість та вартість деревини представлено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Заготівля та реалізація деревини за видами лісової продукції у 2022 році

	Кількість виробленої лісової продукції, тис. м³	Кількість лісової продукції, реалізованої в межах України, тис.м³	Вартість лісової продукції, реалізованої в межах України, млн.грн	Середня ціна реалізації одиниці лісової продукції, реалізованої в межах України, грн за м³
Кількість заготовленої деревини	267,6	—	—	—

Продовження таблиці 3.1

Усі види круглого лісу	259,5	221,7	274,0	1236,4
Діловий круглий ліс	67,8	44,4	125,0	2817,5
- хвойних порід	34,7	27,8	39,8	1431,3
- листяних порід	33,1	16,6	85,2	5148,5
Паливна деревина	191,7	177,3	149,0	840,8

Джерело: [124]

Показник величини екосистемних послуг з забезпечення деревиною було визначено для середньовічних деревостанів за породним складом у розрахунку на 1 га.

Так, на основі Аналітичного порталу з системи державного обліку деревини [125] визначено середню вартість деревини за породним складом для Харківської області на 2022 рік [126].

Показник величини екосистемної послуги з забезпечення для модельної ділянки наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Показник величини екосистемної послуги з забезпечення деревиною
Васищівського лісництва

<i>Порода</i>	<i>Середня ціна, грн. за м³</i>	<i>Запас, м³</i>	<i>Вартість, грн. за м³</i>	<i>Вартість в перерахунку на 1 га, грн.</i>
Дуб	11823	8358	98 817 512	193267
Сосна	2992	167297	500 527 948	264033
Клен	1959	567	1 110 776	2949
Липа	1623	355	576 055	12605
Вільха	1618	1480	2 394 522	280061
Ясен	3798	300	1 139 282	72565

Таким чином показник величини екосистемної послуги з забезпечення деревини складає близько 604, 5 млн. грн. У перерахунку на одиницю площі (1 га) показник екосистемної послуги буде складати 13247 грн./ га.

3.1.2 Послуги з регулювання

Однією з головних регулюючих функцій лісових ландшафтів є депонування вуглецю з атмосферного повітря, що у свою чергу впливає на клімат, як на регіональному, так і на глобальному рівнях, а також впливає на якість атмосферного повітря; окрім того, лісові ландшафти здійснюють регуляцію стоку, утримуючи вологу; не менш важливою послугою є запобігання ерозії ґрунту, оскільки активні ерозійні процеси здатні призвести до опустелювання території; підтримка процесів запилення та біологічного контролю за шкідниками рослин також є важливою екосистемною послугою лісових ландшафтів;

Серед послуг з регулювання для дослідження було взято послугу з депонування вуглецю лісовими екосистемами.

Для оцінки обсягів поглинання вуглецю лісовими ландшафтами дослідники використовують дані ГІС картографування [127] та наземного сканування, у якості вихідних, і програмне забезпечення InVEST для розрахунку обсягу поглинутого вуглецю [128].

Емпіричні дослідження спираються на розробку сценаріїв розвитку лісового господарства, стану біорізноманіття та поглинання вуглецю [129] на бібліографічному аналізі досліджень [130].

Українські дослідження базуються переважно на роботах з розрахунку поглинання вуглецю у Київській області [131], та на території Карпат [132].

Однією з методик оцінки балансу поглинання та емісії CO₂ лісовими екосистемами є узагальнена для різних регіонів світу методика Міжурядової групи експертів зі змін клімату, яка, відповідно, не враховує локальні особливості потоків вуглецю в екосистемах.

Методика оцінки депонування вуглецю описана у розділі 1.2.

Вихідні дані для розрахунку депонування вуглецю було зібрано та опрацьовано для двох модельних ділянок:

1. Територія Васищівського лісництва;
2. Національного природного парку «Гомільшанські ліси».

За особливостями природокористування ці дві ділянки мають головну відмінність – для лісництва це лісозаготівля, а для національного природного парку це охорона.

Розрахунок вуглецевої ємності проводився в програмі Microsoft Excel, де було створено базу даних зі всіма вихідними даними: площею насаджень, площею насаджень по групах, породним складом, поновленням деревини, індексом породного складу, віком насаджень, бонітетом, кодуванням бонітету (1 і 2), кодуванням бонітету (3 і 4), типом лісорослинних умов, коефіцієнтом типу лісорослинних умов, повнотою деревостану, запасом деревини на 1 м³, сухостоєм (м³/га) та захаращеністю (м³) [84].

Дану методику апробовано нами у дослідженні поглинання вуглецю міською зеленою інфраструктурою [85]. Розраховано параметри:

запас вуглецю живої фітомаси в листі (хвої), в гілках, в стовбурі, в корінні, в деревостані;

- запас вуглецю в підрісті, у надґрунтовому покриві,
- загальний запас у живій фітомасі,
- запас вуглецю відмерлої фітомаси в сухостої (крона, стовбур, коріння),
- запас вуглецю в підстилці,
- запас вуглецю в ґрунті,
- загальний запас органічного вуглецю,
- запас органічного вуглецю на 1 гектар [84, 90].

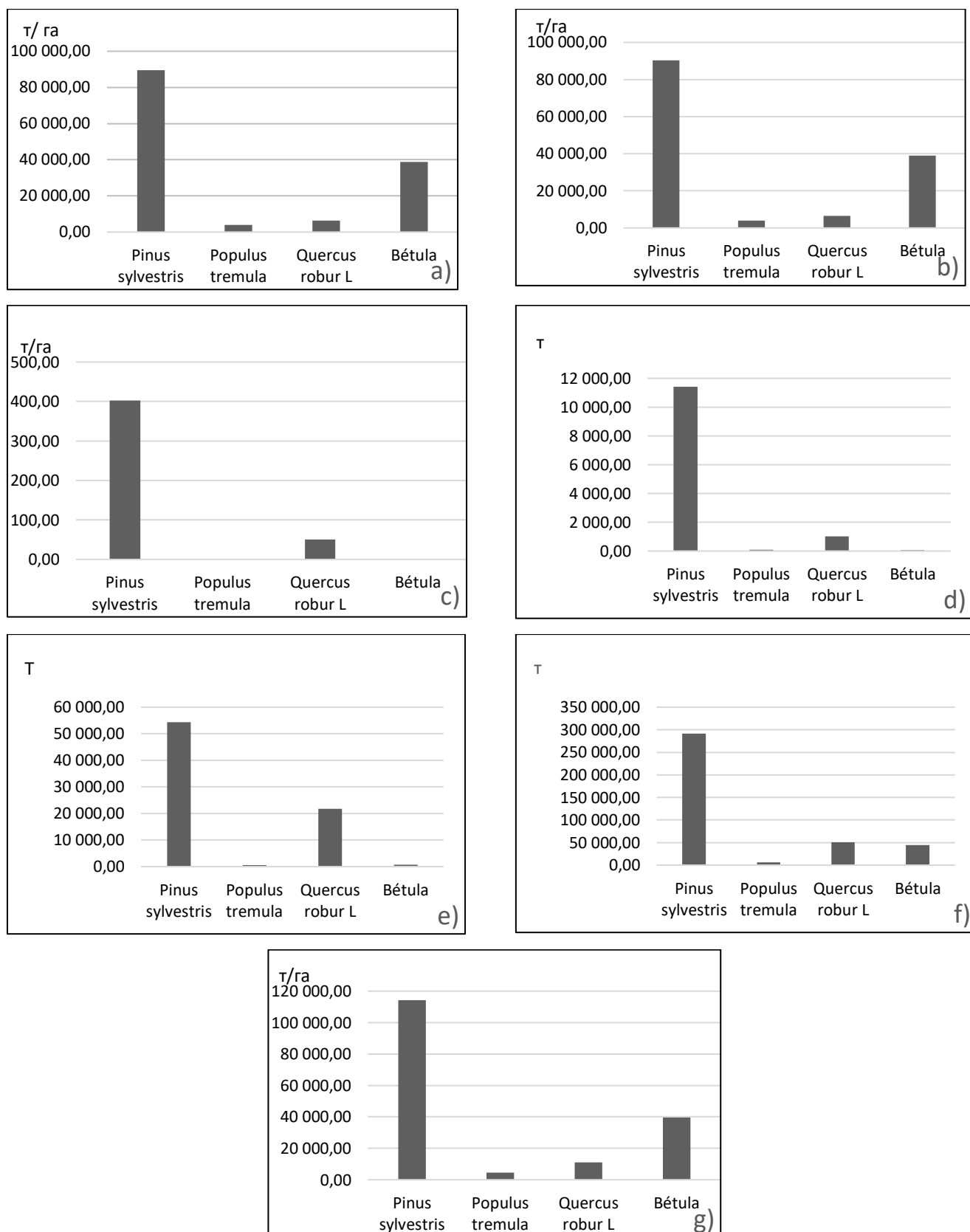


Рис. 3.2. Запас вуглецю Васищівським лісництвом: а) запас вуглецю; б) у живій фітомасі; с) у відмерлій фітомасі; д) у підстилці; е) у ґрунті; ф) загальний запас органічного вуглецю; г) запас органічного вуглецю на 1 га

Джерело: розроблено автором

Показник величини екосистемної регулюючої послуги з депонування вуглецю за породним складом у розрахунку на 1 га наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Показник величини екосистемної послуги з депонування вуглецю за породним складом у розрахунку на 1 га модельної ділянки Васищівського лісництва

Порода	запас С, т/га	жива фітоса, т/га	разом відмер ла фітоса, С т	підстилка, т С	грунт, т С	загальний запас органічного вуглецю, Ст	Показник запасу органічного вуглецю, С т/га
Сосна звичайна	89466,8	90324,9	402,8	11422,3	54379,6	291590,8	114211,3
Осика	3 846,5	3 920,8	0,0	88,1	577,4	6 420,6	4 449,4
Дуб звичайний та червоний	6315,6	6545,9	50,7	1027,3	21832,7	50974,1	11116,2
Береза пухнаста	38879,3	38930,0	0,0	69,3	707,6	44203,9	39549,3
Вільха	991,5	1021,0	–	38,8	730,8	2080,2	1391,1
Клен	2697,8	2793,0	–	518,9	14686,2	35099,8	4769,7
Липа	546,1	563,9	–	79,4	606,4	2 818,0	782,9
Ялиці	984,5	1 002,2	–	710,8	9316,5	17316,2	2417,4
Тополя	478,8	492,8	86,7	34,0	784,5	2098,5	789,8
Акація біла	466,7	481,8	3,7	69,2	1148,1	2795,7	867,3

Джерело: розроблено автором

На основі проведеного дослідження [90] було визначено, що сосна звичайна (*Pinus sylvestris*), як домінуючий вид має і найбільшу здатність поглинати вуглець: запас вуглецю 90 тис. т/га (у деревостані), у живій фітомасі 91 тис. т/га, у підстилці 11,4 тис. т, у ґрунті 54,3 тис. т, загальний запас органічного вуглецю 114,2 тис. т/га [84, 90].

З 2016 року діє Паризька кліматична угода, яка на відміну від Кіотського протоколу немає механізму торгівлі викидами, проте в ній прописано добровільна фінансова підтримка розвинутих країн.

Участь кожної окремої країни в досягненні світової мети визначається нею індивідуально та має назву «національно-визначений внесок»

За різними джерелами вартість рішень для уловлювання та зберігання вуглецю залежить від підходу та технології. За міжнародними оцінками витрати на уловлювання та зберігання становлять від 15 до 130 \$ за тонну вуглецю.

Проведене дослідження показало, що на модельній ділянці Васищівського лісництва Харківської області лісові ландшафти здатні поглинати 183492,09 т/га вуглецю.

Загальний показник екосистемної послуги з депонування вуглецю складає лісових ландшафтів модельної ділянки складає 180344,5 т / га. Таким чином, вартість існування досліджуваного лісового масиву буде складати від 2,7 млн \$.

Кількість поглинутого вуглецю також розраховано для частини національного природного парку «Гомільшанські ліси», де переважають широколистяні ліси.

Основними породами обраних для дослідження ділянок є дуб звичайний та осика. Результати розрахунку поглинання вуглецю за породним складом НПП «Гомільшанські ліси» подано в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Депонування вуглецю лісовими ландшафтами НПП «Гомільшанські ліси»

Порода	запас С, т/га	жива фітома са, т/га	разом відмер ла фітома са, С т	підстилка, т С	грунт, т С	загальний запас органічного вуглецю, С т	Показник запасу органічного вуглецю, С т/га
Дуб звичайний	178,34	213,92	184,44	6,2	6,57	63,80	290,49
Осика	63,15	128,56	64,28	5	4,86	58,00	196,43

Джерело: розроблено автором

Відповідно до особливостей методики розрахунку, важливим аспектом поглинання вуглецю є площа лісових ландшафтів, оскільки від неї напряду залежить кількість поглинутого вуглецю. Не менш важливим для показника поглинання вуглецю є і породний склад лісових ландшафтів, тип лісорослинних умов, бонітет, вік насаджень. У сукупності система ґрунт – рослинність здатна

поглинати значну кількість вуглецю з атмосфери, тим самим надаючи населенню регулюючу екосистемну послугу.

3.1.3 Культурні послуги

До культурних послуг лісових ландшафтів відносяться:

- культурні послуги – лісові ландшафти мають духовні та релігійні, освітні та наукові, естетичні та соціальні цінності на суспільства;
- відпочинок та психічне та фізичне здоров'я: Гуляння та заняття спортом на зеленому просторі - це не лише хороша форма фізичних вправ, але й дозволяє людям розслабитися. Роль, яку зелений простір відіграє у підтримці психічного та фізичного здоров'я, все більше визнається, незважаючи на труднощі з вимірюванням
- туризм та рекреація: екосистеми та біорізноманіття відіграють важливу роль для багатьох видів відпочинку, що, в свою чергу, дає значні економічні вигоди і є життєво важливим джерелом доходу для багатьох країн.

До культурних послуг відноситься перш за все послуги з рекреації і туризму, при цьому культурні послуги на необлаштованих ділянках лісових ландшафтів досить складно порахувати, то на природоохоронних територіях, де наявні лісові ландшафти, таких як наприклад національні природні парки, можливо оцінити методами прямої ринкової оцінки, згідно з переліком рекреаційних послуг та ціни на них. Однак, на практиці лісові ландшафти, особливо ті, що знаходяться поряд з населеними пунктами також надають послуги з рекреації. В такому випадку спираються на опитування місцевого населення [44]. Важливим елементом анкети є питання теоретичної готовності населення сплачувати за рекреаційні послуги лісових ландшафтів.

Для території модельної ділянки Васищівського лісництва проведено опитування населення населених пунктів Васищево, Лизогубівка, Подольох, які знаходяться поряд з лісовими ландшафтами. Анкети подано у додатку В. Анкета

має питання з множинним вибором та відкрите питання щодо готовності сплачувати за культурні послуги. Результати опитування подано у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Напрямки використання території модельної ділянки населенням

Тип використання	Частка використання
Збір грибів, ягід, лікарських рослин	40 %
Відпочинок, пішохідні прогулянки	35 %
Авто-туризм в т.ч. катання на квадроциклах	5 %
Полювання та рибальство	8 %
Лижні прогулянки	3 %
Інші підстави	9 %

Джерело: розроблено автором

Розрахунок надання культурних екосистемних послуг проведено на прикладі рекреаційних послуг НПП «Гомільшанські ліси».

Плата за відвідування території НПП «Гомільшанські ліси» встановлюється адміністрацією НПП з метою забезпечення збереження його унікальних природних комплексів та об'єктів, запобігання негативному впливу рекреаційної діяльності на стан території НПП відповідно до Законів України «Про природно-заповідний фонд України», «Про Державний бюджет на відповідний рік», «Про ціни та ціноутворення», Бюджетного кодексу України, Положення про Національний природний парк «Гомільшанські ліси», затвердженого наказом Міністерства екології та природних ресурсів України від 30.09.2011 № 367.

Плата за відвідування стягується за перебування у зонах регульованої, стаціонарної рекреації та у господарській зоні НПП «Гомільшанські ліси» (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Вартість рекреаційних послуг НПП «Гомільшанські ліси»

Рекреаційна послуга (вхід на маршрут, послуги стац. рекреації, вартість екскурсії тощо)	Витрати за використання рекреаційної послуги, грн.	Витрати на подорож до місця надання рекреаційної послуги, грн.	Сума, грн. (колонка 2+3)
1	2	3	4
Користування спеціально відведеним місцем для платного відпочинку (розбиття наметів, розкладання вогнищ, влаштування пікніків тощо).	21	18	39
Екскурсія I категорії «Козача гора» (з екскурсоводом) до 2-х годин)	32,5	18	50,5
Екскурсія II категорії «Коропівське городище» (з екскурсоводом) тривалість від 2 до 3 годин).	38,5	18	56,5
Екскурсія III категорії «Алано-Болгарське городище».	52,5	18	70,5

Джерело: розроблено автором

Власники баз відпочинку, що знаходяться в межах території НПП перераховують екологічний збір за відвідування їх відпочиваючими території Національного природного парку «Гомільшанські ліси» відповідно до угод укладених з адміністрацією парку.

Громадяни, що відпочивають на базах відпочинку, з якими укладені угоди, звільняються від сплати за відвідування території НПП, крім плати за автостоянку автотранспорту.

В основі розрахунків тарифу на платні послуги рекреації закладено принцип самоокупності.

У розрахунку на 1 га культурні послуги з рекреації лісових ландшафтів можливо визначити відповідно до нормативів рекреаційного навантаження на національні природні парки відповідно до [133]. Так визначено:

1. для всієї території парку – 1 особа на 5 га;
2. для зони регульованої рекреації – 1 особа на 1 га;
3. для зони стаціонарної рекреації – 50 осіб на 1 га.

Для лісових ландшафтів модельної ділянки урочища Бір 2 Васищівського лісництва рекреаційне навантаження (за нормативом для всієї території парку) складає в середньому 200 осіб.

Для всіх лісових ландшафтів Харківської області – близько 60 тис. осіб.

3.1.4 Супровідні послуги

Супровідні послуги лісових ландшафтів є найбільш складними для вартісної оцінки і переведення у грошовий еквівалент, оскільки «поставити ціну» на збереження видів флори і фауни, природних ландшафтів, середовищ існування наразі є неможливим. Супровідні послуги оцінюють як вартість втрати всіх інших послуг, або витрати на відновлення.

Як зазначають дослідники [134] сучасні втрати біорізноманіття за рахунок антропогенного впливу відбуваються від 100 до 1000 разів вище, ніж природне фонове вимирання. У науковій літературі, цей процес отримав назву антропоценовим вимиранням

Серед основних причин зменшення біорізноманіття виділяють наступні за [44]:

1. руйнація середовища існування – зміна природного ландшафту, внаслідок урбанізації та розвитку промисловості, що призводять до знищення середовищ проживання та існування видів, порушують трофічні зв'язки та шляхи міграції;

2. введення інвазійних видів – зайняття екологічних ніш чужорідними видами, призводить до зникнення аборигенних видів, перебудови всієї екосистеми, а також зменшує стійкість екосистем до зовнішніх впливів;

3. нераціональне використання природних ресурсів – надмірне використання об'єктів рослинного і тваринного може призвести до їх повного зникнення;

4. зміни клімату – для деяких видів флори і фауни навіть незначні коливання температури є лімітуючим фактором існування, крім того внаслідок зміни температурного режиму планети відбувається підвищення рівня Світового океану, що може призвести до затоплення багатьох природних екосистем;

5. забруднення компонентів навколишнього – зміна кількісних і якісних показників компонентів довкілля може також виступати «лімітуючим фактором» для деяких видів флори і фауни.

Втрата місць проживання відбувається за рахунок розвитку промислових галузей. Так, ліси ще у минулих сторіччях, випалювали для утворення пасовищ. На сьогоднішній день втрата місць проживання відбувається через нераціональну вирубку для лісозаготівлі, для розробки кар'єрів з видобутку корисних копалин, будівництва та транспортної мережі.

Інвазійні види є ще однією загрозою для біорізноманіття. Основна проблема полягає у тому, що ці види витісняють аборигенні види, що у більшості випадків призводить до суттєвого спрощення всієї екосистеми. В результаті такого спрощення природна система стає менш стійкою до зовнішнього впливу, порушуються природні зв'язки у системі. Проблематика розповсюдження інвазійних видів у світі підіймалась у 1992 році в Ріо-де-Жанейро, коли світовою спільнотою було прийнято «Конвенцію про охорону біологічного різноманіття». Україна її також ратифікувала, взявши на себе зобов'язання запобігати впровадженню чужорідних видів, які загрожують іншим видам та екосистемам в цілому [135]. У квітні 2023 року в Україні затверджено «Перелік інвазійних видів дерев із значною здатністю до неконтрольованого поширення, заборонених до використання у процесі відтворення лісів» (далі – Перелік) [136]. Проте, вже в

жовтні 2023 року його дію скасували, відповідно до вимоги Державної регуляторної служби України [137], у якій зазначено про неврегульованість питання інвазійних видів у законодавстві та головне – відсутності затверджених методичних рекомендацій щодо критеріїв віднесення видів рослинного та тваринного світу до інвазійних чужорідних видів. Також ДРС України звернула увагу на відсутність наукового обґрунтування даного Переліку, порівнявши його зі списком інвазійних чужорідних видів, що викликають занепокоєння Союзу, згідно з Регламентом (ЄС) № 1143/2014 Європейського Парламенту та Ради, з яким кореляція лише по одному виду з тринадцяти. Крім того, Перелік порівняли зі Звітом Інституту еволюційної екології НАН України про науково-дослідну роботу «Організаційно-правові та методичні засади оцінки ризиків, контролю розповсюдження інвазійних чужорідних видів, що становлять загрозу природним екосистемам та біорізноманіттю України, опрацювання структури інформації про них у відкритій електронній базі даних», де співпадають лише 5 видів з 13. Тож, можна зазначити, що наразі питання використання інвазійних видів в Україні має відкритий характер, а відповідальність за їх використання лісівниками має лише морально-етичний характер.

Нераціональне використання природних ресурсів, зокрема лісових, спричинено недосконалістю політики лісової галузі, браконьєрством, порушенням ведення лісозаготівлі та лісовідновлення, надмірним використанням недеревинних ресурсів, що перевищує природні можливості до самовідновлення.

Зміна кліматичних показників, таких як, температура, опади, призводять до стресових станів для багатьох видів. Основними негативними явищами можна вважати посухи і суховії, урагани, сильні гради та велика кількість опадів. Тобто всі ті крайні точки звичних кліматичних умов, збільшення інтенсивності яких, призводить до зміни у стані, як біотопів, так і в цілому в екосистемах. Зміна балансу температурних показників та показників вологості призводять до зменшення радіального приросту деревини [138-140], міграцій видів, що в результаті призводить до появи нехарактерних шкідників, до яких певні угруповання не мають механізмів протидії [141-142].

Забруднення довкілля також впливає на біорізноманіття, як на глобальному рівні, так і на регіональному, місцевому рівнях. Процеси антропогенного впливу призводять до збільшення у середовищі хімічних речовин, біологічних агентів, радіоактивних речовин, збільшення рівня фізичних факторів впливу, таких як шум, іонізуюче та електромагнітне випромінювання.

Надання супровідних послуг забезпечується збереженням, охороною та розвитком екологічної мережі території.

У Харківській області природні ландшафти, які входять до природно-заповідного фонду України або є перспективними для заповідання чи входять до екологічної мережі, представлені переважно лісовими ландшафтами, в тому числі залісеними надзаплавними терасами, і складають близько 30 % від всієї території області [143].

У питаннях збереження біорізноманіття важливим є не тільки аналіз біорізноманіття лісових ландшафтів, а й всіх видів які проживають на Харківщині, оскільки прямо чи опосередковано всі вони взаємодіють між собою.

Несторак [144] зазначає, що оцінка лісового біорізноманіття розглядається в Критеріях та індикаторах сталого управління лісами (Монреальський процес), а також за визначеними на конференції з захисту лісів у Європі (Гельсинський процес). Параметрами біорізноманіття лісових ландшафтів можуть стати:

- кількість видів;
- частка площі природних лісів відносно всієї лісовкритої території області;
- площа лісів та кількість видів, що знаходяться під охороною;
- ландшафтна диференціація лісів тощо.

За даними Регіональної доповіді про стан навколишнього природного середовища у Харківській області [10] спостерігається близько 1257 видів рослин. Флора Харківщини є типовою для помірного клімату. В ній представлені наступні основні типи: дерева – 27 видів, чагарники – 48 видів, чагарники і напівчагарники – 26 видів, багаторічні трав'янисті рослини – 873 види, дворічні – 95 видів, однорічні трав'янисті рослини – 188 видів.

До Червоної книги України на території Харківської області занесено 113 видів рослин, серед яких 101 вид судинних рослин, водоростей – 7, лишайників – 2, грибів – 7. За природоохоронним статусом розподіл наступний: вразливих – 57, рідкісних – 18, недостатньо відомих – 3, неоцінених – 32, зникаючих – 7.

Серед інвазійних видів рослин у Харківській області спостерігається 20 видів рослин. За ступенем інвазійного потенціалу з 20 видів 12 видів мають високий ступінь інвазійності, тобто представляють собою багато чисельні групи рослин повсюдно (високо інвазійна спроможність); 3 види мають середній ступінь, тобто є багато чисельними групами рослин у визначених екотопах, і 5 видів відносяться до малочисельних груп рослин у поодиноких екотопах і є потенційно інвазійними [10].

За відсутності затверджених та науково-обґрунтованих на законодавчому рівні методів визначення інвазійних видів, їх список формується окремими дослідниками.

Оскільки, території вкриті лісами складають 310805,4 га супровідні послуги у розрахунку на 1 га будуть складати 0,004 вида на га. Для Червонокнижних видів 0,0003 вида на гектар.

Структура природно-заповідного фонду складається з національних природних парків (3 шт.), регіональних ландшафтних парків місцевого значення (7 шт.), заказників загальнодержавного і місцевого значення (174 шт.), пам'яток природи (44 шт.), заповідних урочищ (9 шт.), ботанічного саду, дендрологічного парку, парків-пам'яток садово-паркового мистецтва (5 шт.). Загальна площа об'єктів природно-заповідного фонду Харківської області складає 74877,06 га, ступінь заповідності області складає 2,4 % [10].

Таким чином, у якості показника супровідних послуг можуть бути використані: площа природно-заповідного фонду, ступінь заповідності, та кількість всіх видів флори (або окремо Червонокнижних) у розрахунку на 1 га.

3.2 Просторові відмінності лісів області за потенціалом екосистемних послуг

Просторові особливості екосистемних послуг формуються за рахунок низки умов і особливостей середовища:

- фізико-географічних;
- геоморфологічних;
- рельєфу;
- ґрунтів;
- особливостей рослинного і тваринного світу;
- впливу антропогенних умов.

Разом всі формують спектр ландшафтних умов, згідно з якими і виникає просторова відмінність екосистемних послуг. Саме тому оптимальним є використання ландшафтних індикаторів, від яких залежить показник екосистемної послуги. При цьому оптимальний рівень ландшафтного індикатора може бути визначений на основі фонового моніторингу на еталонних об'єктах (території природно-заповідного фонду), статистичних та аналітичних даних. Для різних ландшафтів перелік індикаторів можливо сформулювати відповідно до природних особливостей території дослідження.

Для різних ландшафтних умов екосистемні послуги мають різний ступінь важливості. Як зазначає І. П. Соловій [44] окремі види послуг залежать від самої структури екосистеми. Так, автор наводить приклад водно-болотних угідь, для яких однією з важливих функцій є регуляція поверхневого стоку. Також зазначається, що екосистемні послуги лісових ландшафтів можуть бути конкурентними та неконкурентними в залежності від існування ринкових відносин для конкретної послуги та обмеження доступу до них. Наприклад, використання заготівля деревини виконується лісгоспом, інші споживачі не мають права на цю послугу. За ознакою можливого усунення на не виключні та виключні у споживанні. Не виключними послугами є наприклад поглинання вуглецю лісовими ландшафтами, оскільки якщо одна особа отримує цю послугу, це не виключає з використання інших осіб та не зменшує кількість послуги або її об'єми. Для лісових ландшафтів

лише послуги з забезпечення є конкурентними та виключними, крім, у певних умовах, рекреаційні послуги (наприклад, рекреаційні послуги об'єктів ПЗФ, розміщення закладів відпочинку у лісах тощо).

Таким чином, просторовий потенціал екосистемних послуг можна визначити на основі експертної оцінки класу або виду послуги для конкретного типу ландшафту, місцевості тощо. За цим підходом проведено ранжування типів лісових ландшафтів (межирічкових, долинних та балково-долинних ландшафтів) та типів екосистемних послуг, які для цього певного ландшафту є основними у трьох категоріях:

1. перша категорія – екосистемна послуга є основною для даного ландшафту (3 бали);
2. друга категорія – екосистемна послуга є другорядною для даного типу ландшафту (2 бали);
3. третя категорія – екосистемна послуга не є обов'язковою для даного типу ландшафту (1 бал).

Однак, варто зауважити, що супровідні послуги у кожному ландшафті є головними, оскільки саме вони є первинними для розвитку всіх інших видів екосистемних послуг, а їх втрата призведе до втрати всіх інших послуг.

У межирічкових лісових ландшафтів екосистемні послуги з забезпечення населення первинною продукцією, тобто збирання грибів, ягід, рослин тощо будуть мати середню категорію, оскільки на сучасному етапі розвитку суспільства ці блага не є критичними для забезпечення життя. Послуга забезпечення деревиною буде мати першу категорію, оскільки переважно у цьому типі ландшафту відбувається лісогосподарська діяльність. Такі послуги з регулювання, як гідрологічні, захист від ерозії ґрунтів, процеси запилення будуть мати другу категорію, а поглинання вуглецю та біологічний контроль шкідників – першу категорію. Культурні послуги мають другу та третю категорії, оскільки, як правило, місця для відпочинку та рекреації прийнято облаштовувати біля водних об'єктів.

У долинних лісових ландшафтах (до яких входять ліси заплавних, піщано-борових і лесово-терасних рівнин) послуги з забезпечення первинною продукцією

вже мають першу категорію, більше використовуються населенням. Забезпечення деревиною має другу категорію – лісогосподарська діяльність у таких ландшафтах значно менша, ніж у межирічкових. Послуги регулювання, такі як гідрологічні, захист від ерозії, підтримка процесів запилення, для цього типу є основними. Поглинання вуглецю має другу категорію, тому що види рослин, які знаходяться у таких ландшафтах мають меншу поглинальну здатність. Так само і з біологічним контролем шкідників. Культурні послуги долинних ландшафтів мають першу категорію, що обумовлено розташуванням у таких ландшафтах об'єктів рекреації та туризму.

Послуги з забезпечення балково-долинних ландшафтів мають другу та третю категорії, оскільки їх, як правило не використовують а ні для збирання первинної продукції, а ні для лісогосподарської діяльності. Навпаки, послуги з регулювання, такі як гідрологічні та запобігання ерозійним процесам мають першу категорію, оскільки у цих ландшафтах відбуваються процеси залісення. Головна мета таких ландшафтів запобігання ерозії ґрунтів на схилах, тому ці послуги мають першу категорію. Ці ландшафти менше регулюють поглинання вуглецю, процеси запилення та в меншій мірі сприяють біологічному контролю. Середню категорію балково-долинних ландшафтів мають і культурні послуги – в них не відбувається активної рекреаційної діяльності.

Результати експертної оцінки просторових відмінностей лісових ландшафтів Харківської області за потенціалом екосистемних послуг представлено в табл.3.7.

На основі проведеної експертної оцінки просторової відмінності лісів області за потенціалом екосистемних послуг визначено, що долинні лісові ландшафти Харківської області мають найвищий потенціал екосистемних послуг. Це пов'язано з тим, що ці ландшафти включають в себе різні типи місцевостей, мають багате видове різноманіття, значний рекреаційний потенціал.

Таблиця 3.7

Просторові відмінності лісових ландшафтів за потенціалом екосистемних послуг

Тип лісових ландшафтів/ екосистемна послуга	Послуги з забезпечення		Послуги з регулювання					Культурні послуги			Супровідні послуги	Сумарний потенціал (бали)
	забезпечення первинною продукцією	забезпечення сировиною	гідрологічні	запобігання ерозії	процесів запилення	депонування вуглецю	біологічний контроль	культурні послуги	відпочинок та психічне та фізичне здоров'я	туризм та рекреація	Підтримка біологічного та генетичного різноманіття	
Межирічкові лісові ландшафти												25
Долинні ландшафти												30
Балково- долинні												24

	Перша категорія (3 бали)
	Друга категорія (2 бали)
	Третя категорія (1 бал)

Джерело: розроблено автором

Висновки до розділу 3

Лісові ландшафти здатні надавати широкий спектр екосистемних послуг, проте їх надання залежить від ландшафтних умов, які виражаються у ландшафтних індикаторах.

Для дослідження екосистемних послуг лісових ландшафтів Харківської області серед послуг з забезпечення оцінено забезпечення деревиною. Показник величини екосистемної послуги з забезпечення деревиною складає близько 604, 5 млн. грн. У перерахунку на одиницю площі (1 га) показник екосистемної послуги буде складати 13247 грн./ га.

Серед послуг з регулювання проведено оцінку вуглецевої ємності лісових ландшафтів на території Васищівського лісництва у розрахунку на 1 га за породним складом. Так, для сосни звичайної вуглецева ємність складає 114 тис. т/га, для угруповання дубу 111 тис. т/га, береза 39 тис. т/га, менші показники вуглецевої ємності мають насадження осики 4,4 тис. т/га, ялиці 2,4 тис. т /га, вільхи 1,3 тис. т/га, акації 0,86 тис. т/га, липи 0,78 тис. т/га, та вільхи 0,78 тис. т/га.

Дослідження культурних послуг лісових ландшафтів проведено на прикладі рекреаційних послуг модельної ділянки Васищівського лісництва та загалом для Харківської області. Розрахунок послуги на 1 га здійснено на основі нормативів рекреаційного навантаження, згідно з ДБН Б 2.2.-12.2019 для національних природних парків. Для лісових ландшафтів модельної ділянки урочища Бір 2 Васищівського лісництва рекреаційне навантаження (як для всієї території парку) складає в середньому 200 осіб. Для всіх лісових ландшафтів Харківської області близько 60 тис. осіб.

Значно простіше визначити вартість екосистемної послуги, якщо для неї існують фінансові ринки. Так, окремо визначено грошову вартість рекреаційних послуг для лісових ландшафтів національного природного парку «Гомільшанські ліси», яка складає близько 200 грн. на людину, за умови використання всіх пропозицій рекреаційних послуг і витрат на подорож до місця рекреації, тобто до території парку. Однак, при такій оцінці вартості не враховані ландшафтні умови.

На основі проведеної експертної оцінки просторової відмінності лісів області за потенціалом екосистемних послуг визначено, що долинні лісові ландшафти Харківської області мають найвищий потенціал екосистемних послуг, оскільки у свої структурі долинні ландшафти мають різні типи місцевості. Ці ландшафти представлені заплавними лісами, піщано-боровими і лесово-терасними рівнинами. При такій диференціації можливо забезпечити надання усіх наявних екосистемних послуг лісових ландшафтів.

Результати проведених наукових досліджень, викладених у розділі 3, опубліковані у наукових працях автора [84, 90, 126, 138-142].

РОЗДІЛ 4.

УЗАГАЛЬНЕННЯ І ПРОГНОЗ ВИКОРИСТАННЯ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ЛІСОВИХ ЛАНДШАФТІВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Прогнозні моделі використання екосистемних послуг повинні спиратися на змінні індикатори стану лісових ландшафтів, що в кінцевому етапі буде використано для прийняття відповідного управлінського рішення. І. П. Соловій [44] проаналізував довготермінові моделі прогнозування екосистемних послуг, проте моделі прогнозу також спиралися на конкретні показники. Наприклад, при прогнозуванні впливу зміни клімату на ЕП досліджувались показники опадів, температури та вологості. Таким чином, зміна ландшафтних індикаторів призведе прямо чи опосередковано до зміни показника екосистемної послуги.

Також можливе введення інтегрального індикатора ландшафтних умов, за принципом екологічного індексу або ландшафтного індексу [145]. Проте, інтегральний показник також повинен враховувати всі можливі показники ландшафтних умов. Так, наприклад,

Серед ландшафтних індикаторів, які впливають на стан лісових масивів Харківщини виділено:

- кліматичні умови;
- ґрунтові умови;
- ландшафтні умови;
- антропогенний вплив.

З точки зору розрахунку вартості екосистемних послуг за показником ЕП на 1 га, для кожної з послуг можливо виділити критичність впливу того чи іншого індикатора. За аналогією експертної оцінки просторових відмінностей надання екосистемних послуг проведено ранжування впливу ландшафтного індикатора.

Для кожного типу лісового ландшафту виділено ландшафтні індикатори, зміна яких визначає фактор надання екосистемних послуг.

Виділено три категорії зміни впливу ландшафтних індикаторів на надання екосистемних послуг:

1. критичний (червоним кольором) – зміна індикатора може призвести до незворотних наслідків в екосистемі та унеможливити надання екосистемних послуг (3 бали);
2. середній (помаранчевим кольором) – зміна індикатора може впливати на показник ЕП, проте він не є критичним для класу ЕП (2 бали);
3. незначний (жовтим кольором) – зміна індикатора мінімально впливає на показник ЕП (1 бал).

Таким чином, ландшафтні індикатори ранжуються за наступним принципом:

1. критичні – 8-12 балів;
2. середні – 4-8 балів;
3. незначні – 1-4 бали.

Результати геоекологічної оцінки засобами ландшафтно-екологічного планування надають можливість не лише оцінити стан ландшафту та можливість у наданні екосистемних послуг, а також розробити просторові і прогнозні моделі, які, в свою чергу, базуються на просторово-часовій оцінці стану ландшафту [146, 147].

Матриці аналізу зміни впливу ландшафтних індикаторів подано у табл. 4.1-4.3.

Таблиця 4.1

Зміна впливу ландшафтних індикаторів у долинних лісових ландшафтах

Ландшафтний індикатор	Екосистемні послуги				Критичність індикатора
	Забезпечення	Регулювання	Культурні	Супровідні	
Клімат					12
Ґрунтові умови					9
Ландшафтні умови					10
Антропогенне навантаження					11
Критичність комплексу індикаторів	11	11	8	12	42

Джерело: розроблено автором

Таблиця 4.2

Зміна впливу ландшафтних індикаторів у межирічкових лісових ландшафтах

Ландшафтний індикатор	Екосистемні послуги				Критичність індикатора
	Забезпечення	Регулювання	Культурні	Супровідні	
Клімат					12
Ґрунтові умови					9
Ландшафтні умови					10
Антропогенне навантаження					10
Критичність комплексу індикаторів	11	10	8	12	41

Джерело: розроблено автором

Таблиця 4.3

Зміна впливу ландшафтних індикаторів у балково-долинних лісових ландшафтів

Ландшафтний індикатор	Екосистемні послуги				Критичність індикатора
	Забезпечення	Регулювання	Культурні	Супровідні	
Клімат					9
Ґрунтові умови					9
Ландшафтні умови					11
Антропогенне навантаження					10
Критичність комплексу індикаторів	8	11	8	12	39

Джерело: розроблено автором

Індикатор кліматичного впливу для межирічкових і долинних ландшафтів має критичне значення, його зміна значно впливає на здатність цих ландшафтів надавати екосистемні послуги.

Ґрунтові умови мають однакову значимість для всіх типів лісових ландшафтів, проте у межирічкових і долинних ландшафтах цей індикатор не має високих значень для послуг регулювання та культурних послуг. Критичне значення для послуг забезпечення пояснюється залежністю росту рослин від стану ґрунтів.

Ландшафтні умови мають критичне значення у балково-долинних ландшафтах для забезпечення надання регулювальних, культурних та супровідних послуг. У долинних та межирічкових лісових ландшафтах критичне значення індикатора відповідає послугам з регулювання, оскільки суттєва зміна індикатора може призвести до зміни всього ландшафту (наприклад, якщо частину лісового масиву знищити).

Антропогенний вплив у долинних лісових ландшафтах є критичним для послуг з забезпечення, регулювання та супровідних, оскільки може порушити лісову екосистему. Для межирічкових лісових ландшафтів критичне значення для забезпечуючих послуг, оскільки будь-який антропогенний фактор, який призводить до збільшення інтенсивності конфліктів природокористування може значно вплинути на лісову галузь та окремих користувачів цих екосистемних послуг.

Як вже було зазначено, перелік ландшафтних індикаторів можливо розширити за рахунок екологічних та санітарно-гігієнічних показників [147-148], а також з урахуванням новітніх підходів до екологічного управління, які спираються на екосистемні послуги [149].

Висновки до розділу 4

Ведення ландшафтних індикаторів до оцінки екосистемних послуг лісових ландшафтів дає змогу визначити, які основні фактори зміни показника екосистемних послуг. А також дозволяє розробити прогнозування зміни показника екосистемної послуги або всього класу ЕП.

У дослідженні, у якості ландшафтних індикаторів визначено наступні:

- кліматичні умови;
- ґрунтові умови;
- ландшафтні умови;
- антропогенний вплив.

Для кожного типу лісового ландшафту виділено ландшафтні індикатори, зміна яких визначає фактор надання екосистемних послуг.

Виділено три категорії зміни впливу ландшафтних індикаторів на надання екосистемних послуг:

1. критичний (червоним кольором) – зміна індикатора може призвести до незворотних наслідків в екосистемі та унеможливити надання екосистемних послуг (3 бали);
2. середній (помаранчевим кольором) – зміна індикатора може впливати на показник ЕП, проте він не є критичним для класу ЕП (2 бали);
3. незначний (жовтим кольором) – зміна індикатора мінімально впливає на показник ЕП (1 бал).

Таким чином, ландшафтні індикатори ранжуються за наступним принципом:
1. критичні – 8-12 балів; 2. середні – 4-8 балів; 3. незначні – 1-4 бали.

На основі проведеної оцінки визначено, що у долинних ландшафтах індикатори мають найбільший вплив на надання ЕП, середній показник відповідає межирічковим ландшафтам, найменший – у балково-долинних ландшафтах.

Результати проведених наукових досліджень, викладених у розділі 4, опубліковані у наукових працях автора [145-150].

ВИСНОВКИ

На основі аналізу літературних джерел за тематикою роботи визначено такі групи екосистемних послуг, що можуть надавати лісові ландшафти: послуги забезпечення, регулювання, культурні та супровідні. Оцінку послуг лісових ландшафтів та їх вартість запропоновано здійснювати за трьома напрямками: Пряма ринкова оцінка, Вигоди використання та Вигоди існування.

Оскільки повнота реалізації екосистемних послуг та їх вартість залежить від екологічного стану ландшафту, визначено у якості основної методики дослідження алгоритм ландшафтно-екологічного планування.

На основі співставлення позиційного розташування лісів та ландшафтно-диференціації території Харківської області встановлено, що в області виділяються долинні, межирічкові та балково-долинні ландшафти, в їх межах переважають темно-сірі опідзолені слабо слабогумусоаккумулятивні; чорноземи опідзолені помірно слабогумусоаккумулятивні; дернові опідзолені ґрунти на пісках та дернові піщані і зв'язно піщані ґрунти.

У якості модельної території обрано Васищівське лісництво, де представлені всі типи лісових ландшафтів Харківщини, типи ґрунтів у них, а видовий склад рослинності представлений угрупованнями сосни (більше 60 %), дуба (більше 10 %), інші види (клени, береза, вільха, осика, тополя, липа дрібнолиста та акація біла) складають частку від 1 до 6 %.

Аналіз просторово-часової динаміки показав пряму залежність наростання деревини від кліматичних умов, підтверджену дендрохронологічними дослідженнями та встановлено факти збільшення площі під лісами за останнє 70-річчя.

На основі суцільного геохімічного обстеження модельної території виявлено осередки підвищеного вмісту карбонатів (до 0,5 %) та підлуження в ґрунтах, які співпали з осередками високого рівня конфліктів природокористування, виявленими на відповідному етапі ландшафтно-екологічного планування.

Для оцінки впливу найбільшого джерела конфлікту природокористування – військових дій проведена часова класифікація територій, що перебували під окупацією – до 3-х, 4-х, 6-ти, 8-ми місяців та дотепер, межі яких свідчать про різну інтенсивність пошкоджень і, як наслідок, втрату здатності до реалізації екосистемних послуг.

Для оцінки екосистемних послуг лісових ландшафтів проведено оцінку наступним послуг: з класу послуг забезпечення – заготівля деревини, з класу послуг регулювання – депонування вуглецю, серед культурних послуг – рекреація, серед супровідних – біологічне різноманіття.

Показник величини екосистемної послуги з заготівлі деревини складає близько 604, 5 млн. грн. У перерахунку на одиницю площі (1 га) показник екосистемної послуги буде складати 13247 грн/ га.

Серед послуг з регулювання проведено оцінку вуглецевої ємності лісових ландшафтів на території Васищівського лісництва у розрахунку на 1 га за породним складом. Обсяг послуги розраховано для модельного місництва і складає – 183 492,09 т/га а вартість – від 2,7 млн доларів. За породним складом, для сосни звичайної вуглецева ємність складає 114 тис. т/га, для угруповання дубу 111 тис. т/га, береза 39 тис. т/га, менші показники вуглецевої ємності мають насадження осики 4,4 тис. т/га, ялиці 2,4 тис. т /га, вільхи 1,3 тис. т/га, акації 0,86 тис. т/га, липи 0,78 тис. т/га, та вільхи 0,78 тис. т/га.

Культурні послуги, а саме рекреація можлива згідно нормативів – близько 62 тис. осіб одночасного перебування в межах лісових ландшафтів Харківської області. Так, окремо визначено грошову вартість рекреаційних послуг для лісових ландшафтів національного природного парку «Гомільшанські ліси», яка складає близько 200 грн. на людину, за умови використання всіх пропозицій рекреаційних послуг і витрат на подорож до місця рекреації, тобто до території парку. Однак, при такій оцінці вартості не враховані ландшафтні умови.

Для кожного типу лісового ландшафту на основі експертної оцінки виділено ландшафтні індикатори, зміна яких визначає показник надання екосистемних послуг та створено матриці впливу зміни ландшафтних індикаторів для кожного з

виділених раніше ландшафтів (межирічкових, долинних, балково-долинних) де червоним кольором позначається критичний індикатор – зміна індикатора може призвести до незворотних наслідків в екосистемі та унеможливити надання екосистемних послуг; помаранчевим кольором – середній індикатор – зміна індикатора може впливати на показник ЕП, проте він не є критичним для всього класу ЕП; жовтим кольором – зміна індикатора мінімально впливає на показник ЕП.

На основі проведеної експертної оцінки просторової відмінності лісів області за потенціалом екосистемних послуг визначено, що долинні лісові ландшафти Харківської області мають найвищий потенціал екосистемних послуг. Ці ландшафти представлені заплавними лісами, піщано-боровими і лесово-терасними рівнинами. При такій диференціації можливо забезпечити надання усіх наявних екосистемних послуг лісових ландшафтів.

Прогнозування можливості використання екосистемних послуг запропоновано здійснювати на основі експертної оцінки, при якій оцінюється яким чином зміна ландшафтного індикатора може впливати на здатність екосистеми надавати певну послугу.

СПИСОК ВИКОРИСТАННИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лісовий кодекс України: Кодекс від 21.01.1994 р. № 3852-XII : станом на 23 берез. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3852-12#Text> (дата звернення: 03.07.2023)
2. Максименко Н. В., Добронос А. М., **Воронін В. О.** Просторово-часові зміни ландшафтів Васищівського лісництва і прилеглих територій. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2015. № 1-2 (23). С. 55-62.
3. Генсірук С. А. Регіональне природокористування: навчальний посібник. Львів – «Світ». 1992. 336 с.
4. Голубець М. А. Сучасні проблеми лісознавства, лісівництва та лісового господарства. *Лісівнича академія наук України: наукові праці*. 2003. №. 2. С. 20-26.
5. Румянцев М. Г. Особливості природного поновлення основних лісоутворювальних порід в дібровах Лівобережного Лісостепу України. «Лісознавство і лісівництво»: дис.... канд. с.-г. наук : 06.03.03. Харків, 2017. 179 с.
6. Смалійчук А. Геоекологічний аналіз сучасної динаміки ландшафтів низькогір'я Українських Карпат. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. № 40 (2). 2012. С. 152-162.
7. Гродзинський Д. М. Основи ландшафтної екології: підручник. Київ: Либідь І. 1993. 224 с.
8. Бондарчук Н. В. Актуальні питання правового режиму лісів України. *Часопис Київського університету права*. 2012. № 4. С. 276-279. URL: <http://ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/3972> (дата звернення: 28.11.2019)
9. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2021 році. Харків, 2022. 173 с.
10. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2022 році. Харків, 2023. 159 с.
11. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2016 році. Харків, 2017. 212 с.

12. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2017 році. Харків, 2018. 207 с.
13. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2018 році. Харків, 2019. 183 с.
14. Ворон В. П., Коваль І. М. Вплив низових пожеж на динаміку радіального приросту сосни в лісостеповій зоні України. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2011. Вип. 21.7. С. 45-50.
15. Ворон В. П., Сидоренко С. Г., Мельник Є. Є. Динаміка стану соснових молодняків після низової пожежі. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 2013. Вип. 123. С. 170-177.
16. Зібцев С. В., Борсук О. А. Охорона лісів від пожеж у світі та в Україні – виклики ХХІ сторіччя та перспективи розвитку. *Лісове і садово-паркове господарство*. 2012. № 1.
17. Коваль І. М., Токарева Н. А., Невмивака М.О., **Воронін В. О.** Динаміка радіального приросту в соснових насадженнях, пошкоджених пожежею, в лісостеповій зоні Харківщини. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2016. № 15. С. 81-88.
18. Чорногор Л. Ф., Некос А. Н., Тітенко Г. В., Чорногор Л. Л. Моделювання параметрів великомасштабних лісових пожеж. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Екологія»*, 2022. Вип. 26. С. 43-54. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2022-26-04>
19. Чорногор Л. Ф., Некос А. Н., Тітенко Г. В., Чорногор Л. Л. Екологічні наслідки великомасштабних лісових пожеж в Україні навесні–влітку–восени 2020 р. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Екологія»*. 2021. С. 79-90 DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2021-24-07>
20. Чорногор Л. Ф., Некос А. Н., Тітенко А. В., Чорногор Л. Л. Екологічні наслідки горіння лісових масивів у північній півкулі в 2020 р.: результати моделювання та кількісних розрахунків. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Екологія»*, 2021. Вип. 25. С. 42-54. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2021-25-04>

21. Буц Ю. В., Крайнюков О. В., Некос А. Н., Барбашин В. В. Пірогенний вплив на хвойні деревостани в умовах техногенно – екологічного навантаження. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*, 2020. № 22. С. 65-74. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2020-22-06>
22. Andreieva O., Skydan O., Wójcik R., Kędziora W., Alpatova O. Influence of weather conditions on the spread of fires in the forest fund of Zhytomyr Polesia. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25, № 3. С. 68-75.
23. Науково-практичні рекомендації щодо оцінки ефективності використання лісових ресурсів на основі комплексного визначення їх потенціалу в розрізі регіонів / Торосов А. С., Жежкун І. М., Калашніков А. О., Харченко Ю. В. Харків: УкрНДІЛГА, 2019. 52 с.
24. Мешкова Т. С. Оцінка стану деревного ярусу лісових насаджень Лівобережного Лісостепу України за даними моніторингу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: 06.03.03. Київ, 2007. 22 с.
25. Глобальне лісове господарство: міжнародні та національні стратегічні орієнтири сталого просторового розвитку / Є. Мішенін та ін. *Збалансоване природокористування*. 2021. № 1. С. 42–51. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2021.231866>
26. King R. T. Wildlife and Man. *Conservationist*. 1966. № 20 (6). P. 8-11
27. Helliwell D. R. Valuation of wildlife resources. *Regional Studies*. 1969. № 3. P. 41-49.
28. Study of Critical Environmental Problems (SCEP). Man's Impact on the Global Environment. – Cambridge, 1970.
29. Schumacher E.F. Small is Beautiful: Economics as if People Mattered. London: Blond and Briggs, 1973. – 288 p.
30. Максименко Н. В., **Воронін В. О.**, Бурченко С. В. Геоєкологічна оцінка лісових ландшафтів як підґрунтя для визначення екосистемних послуг. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*, 2023. № 29. С. 6-14. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2023-29-01>

31. Daily G. C., Polasky S., Goldstein J., Kareiva P. M., Mooney H. A., Pejchar L., Ricketts T. H., Salzman J., Shallenberger R. Ecosystem services in decision making: time to deliver. *Front. Ecol. Environ.* 2009. P. 21-28.
32. de Groot R. S., Wilson M. A., Boumans R. M. J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*. 2002. Vol. 41, no. 3. P. 393-408. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0921-8009\(02\)00089-7](https://doi.org/10.1016/s0921-8009(02)00089-7)
33. De Groot R., Fisher B., Christie M., Aronson J., Braat L., Haines-Young R., Gowdy J., Maltby E., Neuville A., Polasky S., Kumar P. Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*, Earthscan, London, 2010. P. 9-40.
34. De Groot R. S., Alkemade R., Braat L., Hein L., Willemen L. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecol. Complex.* 2010. P. 260-272.
35. Costanza R. et al., The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*. 1997. № 387. P. 253-260.
36. Ecosystems and human well-being / ed. by M. E. A. (Program). Washington, D.C: Island Press, 2005. 112 p.
37. About – Ecosystem Services Partnership. *Ecosystem Services Partnership*: веб-сайт. URL: <https://www.es-partnership.org/about/> (дата звернення: 17.12.2019).
38. TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management *The Economics of Ecosystems and Biodiversity*. 2011. URL: <https://teebweb.org/publications/other/teeb-cities/> (дата звернення: 17.12.2019)
39. Haines-Young R. H., Potschin M. B. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. *Fabis Consulting Ltd.* 2018. URL: <https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2018/01/Guidance-V51-01012018.pdf> (дата звернення: 17.12.2019)

40. Варуха А. Огляд підходів з оцінки екосистемних послуг через призму їхнього застосування для визначення збитків, завданих військовими діями РФ на території України / ред. О. Кравченко. Львів : «Компанія “Манускрипт”», 2022.
41. The EU #NatureRestoration Law. *European Commission*: веб-сайт URL: http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem_assessment/index_en.htm
42. About IPBES secretariat. *IPBES secretariat*: веб-сайт. URL: <https://www.ipbes.net/about> (дата звернення: 17.12.2019)
43. Максименко Н. В. Ландшафтно-екологічне планування, як підґрунтя управлінських рішень про надання екосистемних послуг. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*, 2016. № 45. С. 153-158.
44. Соловій І. П. Оцінка послуг екосистем, забезпечуваних лісами України, та пропозиції щодо механізмів плати за послуги екосистем. 2016. 118 с.
45. Мішенін Є. В., Ярова І. Є. Лісогосподарювання як сучасна парадигма сталого розвитку лісового комплексу. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2014. № 12. С. 221-226.
46. Прищепя А. М. Екосистемні послуги зелених насаджень урбосистем. Наукові доповіді НУБіП України. 2019. № 1 (77). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2019.01.004>
47. Жежжун І. М. Стан та перспективи використання в Україні екосистемних послуг лісів. *Євроінтеграція екологічної політики України*: матеріали III Всеукр. наук.-практ. конф. Одеса, Одеський державний екологічний університет, 2021, С. 110-114.
48. Гавадзин Н. О., Мельничук І. В. Удосконалення інструментарію здійснення функцій екосистемних послуг. *Інфраструктура ринку*. 2020. № 41. С. 215–219. DOI: <https://doi.org/10.32843/infrastruct41-35>
49. Екосистемні послуги пожезахисних лісових смуг як основа компенсаційних механізмів їхнього створення та утримання / Н. Висоцька та ін. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2021. № 22. С. 199-208. DOI: <https://doi.org/10.15421/412118>

50. Несторяк Ю. Ю. Теоретичні підходи до економічного оцінювання лісової ділянки на основі її екосистемних послуг. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2015. №. 25.4. С. 82-88.
51. Полянничко О. В. Екосистемний підхід в рекреаційно-туристичній сфері в умовах трансформації економіки України. *Науковий вісник Одеського національного економічного університету*. 2017. № 6. С. 110-120. URL: http://eprints.library.odeku.edu.ua/2336/1/nvoneu_6_2017_110.pdf (дата звернення: 06.02.2020)
52. Соловій І. П., Козак Р. О., Кулешник Т. Я. Планування сталого землекористування на основі теорії послуг екосистем: приклад обґрунтування технологічного рішення. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2020. Вип. 20. С. 162-168. DOI: <https://doi.org/10.15421/412015>
53. Загвойська Л. Д. Концептуалізація послуг екосистем у сучасному еколого-економічному дискурсі. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2013. № 11. С. 178-185. URL: <http://fasu.nltu.edu.ua/index.php/nplanu/article/view/350> (дата звернення: 17.06.2020)
54. Загвойська Л. Д. Теоретичні підходи до моделювання динаміки еколого-економічних систем. *Моделювання регіональної економіки*, 2013. № 2. С. 85–102. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Modre_2013_2_10. (дата звернення: 17.06.2020)
55. Данькевич С. М. Потенціал розвитку екосистемних послуг лісів України як фінансового інструменту забезпечення збалансованого землекористування. *Агросвіт*, 2021. № 11. С. 45. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2021.11.45> (дата звернення: 15.01.2022).
56. Ecosystem Accounting. System of Environmental Economic Accounting. UNITED NATIONS: веб-сайт. URL: <https://seea.un.org/ecosystem-accounting> (дата звернення: 15.01.2022).
57. Анісімова С. В., Оковита Я. С. Еколого-економічна оцінка екосистемних послуг лісу на прикладі ДП «Вовчанське лісове господарство». *Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*, 2022. № 97. С. 114-121. DOI: <https://doi.org/10.30977/bul.2219-5548.2022.97.0.114>

58. Дегтярь Н. В. Сучасні методи економічної оцінки екосистемних послуг. *Ефективна економіка*, 2012. № 2. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2012_2_45 (дата звернення: 17.06.2020).
59. Соловій І. П. Концепція плати за послуги екосистем: Світовий досвід і перспективи її впровадження у лісовому секторі. *Наукові праці Лісівничої академії наук України: збірник наукових праць* – Львів: РВВ НЛТУ України. 2016. Вип. 14. С. 252-258.
60. Коморна О. М. Теоретико-методичні підходи до оцінювання екосистемних послуг у лісовому господарстві. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2016. Т. 26, № 6. С. 32-38. DOI: <https://doi.org/10.15421/40260605>
61. Гавриленко О. Управління екосистемними послугами: стратегія запровадження в Україні. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія «Географія»*. 2018. № 1 (70). С. 29-35. DOI: <https://doi.org/10.17721/1728-2721.2018.70.5>
62. **Воронін В. О.** Аналіз методик оцінки екосистемних послуг лісових ландшафтів. *Актуальні проблеми формальної і неформальної освіти з моніторингу довкілля та заповідної справи: зб. тез доп. І міжнар. інтернет - конф., м. Харків*, 2021. С. 36-38.
63. Maksymenko N., **Voronin V.** Analysis of methods of assessment of ecosystem services of forest landscapes. *Socio-ecological resilience across Eurasia innovation for sustainability transition: INTENSE Open Science Conference, Tartu, Estonia, 5-7 October, 2021*. P. 34.
64. Про затвердження Порядку заготівлі другорядних лісових матеріалів і здійснення побічних лісових користувань в лісах України: Постанова Каб. Міністрів України від 23.04.1996 р. № 449. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/449-96-п#Text> (дата звернення: 13.06.2023)/
65. Фурдичко О. І., Дребот О. І., Кучма Т. Л., Ільєнко Т. Л. Оцінювання екосистемних послуг лісів за даними дистанційного зондування Землі. *Агроекологічний журнал*, 2019. № 4. С. 6-16. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2019.189436>

66. Сафранов Т., Берлінський М., Ель Хадрі Ю., Сліже М. Оцінка екосистемних послуг північно-західної частини Чорного моря: стан, проблеми та перспективи. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2022. № 56. С. 255-263. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2022-56-19>
67. Ільїна М., Шпильова Ю. Алгоритм впровадження методів оцінювання екосистемних послуг. *Економіка та суспільство*, 2022. № 35. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-35-3>
68. Нестерчук І. Геоєкологічна оцінка території та схема геоєкологічного районування як передумова регіонального управління розвитком територій. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія «Географія»*, 2011. № 59. С. 18-23. URL: <https://visnyk-geo.knu.ua/wp-content/uploads/2016/04/7-59.pdf> (дата звернення: 17.06.2020).
69. Максименко Н. В. Ландшафтно-екологічне планування: теорія і практика : монографія. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. 216 с.
70. Коваль І. М., **Воронін В. О.** Дендрокліматологія як складова частина дендрохронології. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*, 2019. № 32. С. 85-94. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2019-32-07>
71. Grissino–Mayer H. D. Evaluating crossdating accuracy: a manual and tutorial for the computer program Cofecha. *Tree ring research*, 2001. Vol. 57 (2). P. 205-220.
72. Wu, X., Zhan, X. (1991) Tree-ring width and climatic change in China. *Quatern Sci Rev.*, Vol. 10, p. 545–549
73. Коваль І. М., **Воронін В. О.** Реакція радіального приросту *Pinus sylvestris* L. на зміну клімату в насадженнях Лівобережного Лісостепу. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 2019. № 135 С. 140-148. DOI: <https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.140>
74. Cook E. R., Kairiukstis L. A. Methods of dendrochronology – applications in the environmental sciences. Dordrecht, the Netherlands, Kluwer Academic Publishers and International Institute for Applied Systems Analysis, 1990. 394 p.

75. Fritts H. C. Tree rings and climate. London: Acad. press., 1976. 567 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-268450-0.X5001-0>
76. Holmes R. L. Dendrochronology Program Library. Users Manual. Laboratory of Tree-Ring Research. USA, Tucson: AZ, 1994. URL: <https://www.ltrr.arizona.edu/software.html> (дата звернення: 06.11.2019)
77. Коваль І. М., Браунинг А., **Воронін В. О.**, Невмивака М. А., Токарева Н. А. Особливості формування шарів ранньої, пізньої та річної деревини дуба звичайного в насадженні Лівобережного лісостепу України. *Охорона довкілля: зб. наук. статей XIV Всеукраїнських наукових читань*. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2018. С. 61-64.
78. Lindsey R., Dahlman L. Climate Change: Global Temperature. 2019. URL: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climatechange-global-temperature> (дата звернення: 06.11.2019).
79. Marquardt P. E., Miranda B. R., Jennings S., Thurston G., Telewski F. W. Variable climate response differentiates the growth of Sky Island Ponderosa Pines. *Trees*. 2019. № 33. P. 317-332. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00468-018-1778-9>
80. ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. [Чинний від 2004-04-30]. Вид. офіц. Київ, 2005. 9 с.
81. Максименко Н. В., Корешева О. В. Аналіз конфліктів природокористування, як основа ландшафтного планування території Гомільшанського лісництва. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*, 2014. Вип.48. С. 261-267.
82. Пастернак В. П., Букша І. Ф. Інвентаризація парникових газів у лісовому господарстві України та шляхи її покращення. *Вісник Харківського національного університету ім. В. В. Докучаєва*, 2006. № 6. С. 203-207.
83. Лакида П. І. Фітомаса лісів України: монографія. Тернопіль: Збруч, 2002. 256 с.
84. Maksymenko N. V., **Voronin V. O.**, Burchenko S. V., Sonko S. P. Ecosystem service of carbon sequestration in forest landscape (on example of Kharkiv region, Ukraine). *Monitoring Of Geological Processes And Ecological Condition Of The*

Environment: XVII International Scientific Conference, 7-10 November, 2023, Kyiv, Ukraine

85. Максименко Н. В., Бурченко С. В., Шпаківська І. М., Кротько А. С. Оцінка вуглецевої ємності монопородних деревостанів – елементів зеленої інфраструктури м. Харків. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*, 2022. Вип. 38. С. 73-84. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2022-38-07>

86. Географія. Харківська обласна державна адміністрація: веб-сайт. URL: <https://kharkivoda.gov.ua/pro-oblast/heohrafiya> (дата звернення: 21.04.2020).

87. Рибалова О. В., Цимбал Б. М., Золотарьова С. О. Аналіз небезпеки змін клімату в Харківській області. *Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку: збірник матеріалів 4-ї міжнар. наук.-практ. конф. (21-22 жовтня 2021, м. Херсон, Україна). Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2021. С. 237-240.*

88. Бобришова В. Ф., Гржимало О. Ф., Мамонтов В. Т. Ґрунти Харківської області. Харків: Прапор, 1970. 70 с.

89. Ґрунтові ресурси Харківської області: стан, резерви продуктивної здатності: аналітична записка / укладачі: С. А. Балюк, Р. С. Трускавецький, М. М. Мірошніченко, В. Б. Соловей, А. В. Кучер, Г. Ф. Момот, Р. В. Акімова. Харків: «Стиль-Іздат», 2018. 52 с.

90. **Воронін В. О.** Ефективність поглинання вуглецю лісовими екосистемами (на прикладі Васищівського лісництва Харківської області). *Наукові основи збереження біотичної різноманітності: матеріали V (XVI) міжнар. конф. молодих учених (Львів, 18-19 жовтня 2023 р.). Львів, 2023. С. 21-22.*

91. Maksymenko N. V., Cherkashina N. I., **Voronin V. O.** Species composition of Vasyschivsky forestry. *Охорона довкілля: зб. наук. статей XII Всеукраїнських наукових читань. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. С. 138-140.*

92. Максименко Н. В., Клещ А. А., Квартенко Р. О. Територіальна організація регіональної екологічної мережі Харківської області на ландшафтній основі: монографія .Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2022. 200 с.

93. Філії ДП «Ліси України». Державне підприємство «Ліси України»: веб-сайт. URL: <https://e-forest.gov.ua/struktura/filii-dp-lisy-ukrainy/> (дата звернення: 10.01.2023).
94. Харківська область. Державне агентство лісових ресурсів України: веб-сайт. URL: <https://forest.gov.ua/napryamki-diyalnosti/grafik-vidvodiv-nasadzhen-v-rubki/pivnichno-skhidne-mizhrehionalne-upravlinnia/harkivske-oblasne-upravlinnya-lisovogo-ta-mislivskogo-gospodarstva> (дата звернення: 10.01.2023).
95. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2019 році. Харків, 2020. 171 с.
96. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2020 році. Харків, 2021. 173 с.
97. Mason W. L., Alia R. Current and future status of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forests in Europe. *Investigacion Agraria: Sistemas y Recursos Forestales Fuera Serie*. 2000. Vol. 1. P. 317-334.
98. Бондар В. Н. Причини та наслідки санітарного стану лісів і деградація лісових екосистем. *Соснові ліси: сучасний стан, існуючі проблеми та шляхи їх вирішення в Україні*: матер. міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 12 червня 2019 р., 2019. С. 8-17.
99. Fischer R., Beck W., Calatayud V., Cools N., De Vos B., Dobbertin M., Stofer S. The condition of forests in Europe. 2011 executive report. Hamburg: Institute for World Forestry, 2011. 25 p.
100. Дідух Я. Екологічні аспекти глобальних змін клімату: причини, наслідки, дії. *Вісник НАН України*, 2009. Вип. 2. С. 34-44.
101. Bréda N., Huc R., Granier A., Dreyer E. Temperate forest trees and stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long-term consequences. *Annals of Forest Science*. 2006. № 63. № 625-644.
102. Misi D., Puchałka R., Pearson C., Robertson I., Koprowski M. Differences in the Climate–Growth Relationship of Scots Pine: A Case Study from Poland and Hungary. *Forests*, 2019. № 10 (3). P. 243. DOI: <https://doi.org/10.3390/f10030243>

103. Коваль І. М., Борисова В. Л. Реакція на зміни клімату радіального приросту ясеня звичайного в насадженнях Лівобережного Лісостепу. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*, 2019. № 29 (2). С. 53-57.
104. Schuster R., Oberhuber W. Age-dependent climate-growth relationships and regeneration of *Picea abies* in a drought-prone mixed coniferous forest in the Alps. *Can J For Res*, 2013. Vol. 43 (7). P. 609-618.
105. Eilmann B., Buchmann N., Siegwolf R., Saurer M., Cherubini P., Rigling A. Fast response of Scots pine to improved water availability reflected in tree-ring width and $\delta^{13}C$. *Plant Cell and Environment*, 2010. № 33. С. 1351-1360.
106. Executive Report. The Condition of Forests in Europe. *ICP Forests*. 2011. 25 p. URL: <https://www.icp-forests.org/pdf/ER2011.pdf> (дата звернення: 06.11.2019).
107. Lo Y. H., Blanco J. A., Seely B., Welham C., Kimmins, J. P. H. Relationships between climate and tree radial growth in interior British Columbia, Canada. *Forest Ecology and Management*, 2010. № 259 (5). P. 932-942. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.11.033>
108. Maksymenko N. V., **Voronin V. O.**, Cherkashyna N. I., Sonko S. P. Geochemical aspect of landscape planning in forestry. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 2018. № 27 (1). P. 81-87. DOI: <https://doi.org/10.15421/111833>
109. Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України / за ред. Б. С. Носка, Б. С. Прістера, М. В. Лободи. Київ: Урожай, 1994.— 333 с.
110. Назаренко І. І., Польчина С. М., Дмитрук Ю. М., Смага І. С., Нікорич В. А. Ґрунтознавство з основами геології: підручник. Чернівці: Книга XXI, 2006. — 504 с.
111. Максименко Н. В., **Воронін В. О.** Просторовий розподіл вмісту гумусу в ґрунтах Васищівського лісництва. *Матеріали щорічної Міжнародної наукової конференції студентів, та аспірантів, присвяченої пам'яті професора Г. П. Дубинського* (Харків, 14-15 квіт. 2016 р.), Вип. 9. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. С. 11-12.
112. Максименко Н. В., **Воронін В. О.**, Kiousoroulos J. Вплив пожеж на ґрунтовий покрив лісної екосистеми. *Екологія, неоекологія, охорона навколишнього*

середовища та збалансоване природокористування : матеріали IV Міжнар. наук. конф. молодих вчених. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. С. 25-26.

113. Болоховець Ю. Публічний звіт голови Державного агентства лісових ресурсів України за 2022 рік. Київ, 2022. 35 с. URL: <https://forest.gov.ua/storage/app/sites/8/public/zvit/publicnii-zvit-za-2022.pdf> (дата звернення: 25.08.2023).

114. Максименко Н. В., Воронін В. О., Бурченко С. В. Дистанційний моніторинг впливу військових дій на лісові ландшафти Харківської області. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*, 2023. Вип. 40. С. 6-15. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2023-40-01>

115. DeepStateMAP. *DeepStateMap*: веб-сайт. URL: <https://deepstatemap.live/> (дата звернення: 25.08.2023).

116. Ачасов А. Б. Практичні аспекти застосування web-ГІС технологій і даних дистанційного зондування у навчанні. *Проблеми сучасної освіти*, 2020. № 11. С. 95-98.

117. Ачасов А. Б., Селіверстов О.Ю., Дядін Д.В., Сєдов А.О. Дистанційний моніторинг наслідків бойових дій на території Харківської області. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна серія «Екологія»*, 2023. № 28. С. 71-82. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2023-28-06>

118. Гребінник Д., Давидова Ю. Ізюмський ліс може бути пошкоджений на 70% – управління лісового господарства. *Суспільне новини*: веб-сайт. URL: <https://suspilne.media/309398-izumskij-lis-moze-buti-poskodzenij-na-70-upravlinna-lisovogo-gospodarstva/> (дата звернення: 25.08.2023).

119. Про заборону відвідування лісів та здійснення полювання на території Харківської області у період воєнного стану: *Розпорядж.* від 08.08.2022 р. № № 114 В. URL: <https://kharkivoda.gov.ua/content/documents/1171/117059/files/114.pdf> (дата звернення: 25.08.2023)

120. Європейські партнери висловили готовність підтримати Україну у повоєнному відновленні лісів. *Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України – офіційний сайт*: веб-сайт. URL: <https://mepr.gov.ua/yevropejski->

[partnery-vyslovyly-gotovnist-pidtrymaty-ukrayinu-u-povoyennomu-vidnovlenni-lisiv/](#)

(дата звернення: 25.08.2023).

121. Maksymenko N. V., Cherkashina N. I., **Voronin V. O.** Analysis of areas affected by fires in Vasyschivsky forestry in 2001-2012. *Academic and scientific challenges of diverse fields of knowledge in the 21st century*, 2017. P. 99-101.

122. Максименко Н. В., Кравченко Н. Б., **Воронін В. О.**, Шелепаєва Г. В. Еколого-економічні аспекти впливу пожеж на територію Васищівського лісництва. *Пожежна та техногенна безпека: наука і практика: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. курсантів і студентів, 05-06 квіт. 2017 р. Черкаси: Інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України*, 2017. С. 25-26.

123. Максименко Н. В., Дорогань В. В., Карпець К. М. Аналіз конфліктів природокористування, як основа ландшафтно-екологічного планування лісових екосистем. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*, 2019. Вип. 32. С. 30-41 DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2019-32-03>

124. Заготівля та реалізація деревини за видами лісової продукції у 2022 році – Головне управління статистики у Харківській області. Головне управління статистики у Харківській області: *веб-сайт*. URL: <http://www.kh.ukrstat.gov.ua/lisove-hospodarstvo/4391-zagotivlya-ta-realizatsiya-derevini-za-vidami-lisovoji-produktsiji-u-2022-rotsi> (дата звернення: 30.08.2023).

125. Фактичні ціни реалізації лісопродукції в розрізі обласних управлінь. Державне агентство лісових ресурсів України ДП «Лісогосподарський Інноваційно-аналітичний сервіс»: веб-сайт. URL: <https://stat.ukrforest.com/pages/cost-fact-region> (дата звернення: 30.08.2023).

126. Максименко Н. В., **Воронін В. О.**, Бурченко С. В. Оцінка забезпечуючих екосистемних послуг лісових ландшафтів Харківської області. *Лісівництво, деревообробка та озеленення: стан, досягнення і перспективи: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (ДБТУ, 24-25 жовтня 2023 р.)*. Харків, 2023. С. 58-60.

127. Кузик Р. І., Бунь Р. А., Слука І. В. Геоінформаційна технологія формування кадастрів емісій та поглинання парникових газів у лісовому господарстві Тернопільської області. *Штучний інтелект*, 2011. № 4. С. 266- 272.

128. Pache R.-G., Abrudan I. V., Niță M.-D. Economic Valuation of Carbon Storage and Sequestration in Retezat National Park, Romania. *Forests*, 2020. № 12(1). P. 43. <https://doi.org/10.3390/f12010043>

129. Forest Biodiversity, Carbon Sequestration, and Wood Production: Modeling Synergies and Trade-Offs for Ten Forest Landscapes Across Europe / Biber P. et al. / *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2020. № 8. DOI: <https://doi.org/10.3389/fevo.2020.547696>

130. Huang L., Zhou M., Lv J., Chen K. Trends in global research in forest carbon sequestration: A bibliometric analysis. *Journal of Cleaner Production*, 2020. Vol. 252. № 119908. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119908>

131. Альошкіна У. М., Жовтенко А. А., Вишенська І. Г., Расевич В. В., Гаврилов С. О., Ткачова А. О. Акумуляція вуглецю лісовими екосистемами (на прикладі модельних ділянок у заказнику «Лісники», м. Київ). *Наукові записки НаУКМА. Біологія та екологія*, 2011. Том 119. С. 52-55.

132. Шпаківська І. М., Марискевич О. Г. Оцінка запасів органічного вуглецю в лісових екосистемах Східних Бескидів. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 2009. Вип. 115. С. 176-180.

133. Про затвердження ДБН Б.2.2-12:2019 Планування і забудова територій: наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 26.04.2019 № 104 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0104858-19#Text> (дата звернення: 12.07.2019)

134. Carrington D. Economics of biodiversity review: what are the recommendations?. *The Guardian*: веб сайт. URL: <https://web.archive.org/web/20220524182314/https://www.theguardian.com/environment/2021/feb/02/economics-of-biodiversity-review-what-are-the-recommendations> (дата звернення: 30.08.2023).

135. Конвенція про охорону біологічного різноманіття від 1992 року : Конвенція Орг. Об'єдн. Націй від 05.06.1992 р.: станом на 29 жовт. 2010 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_030#Text (дата звернення: 12.07.2023).

136. Про затвердження переліку інвазійних видів дерев із значною здатністю до неконтрольованого поширення, заборонених до використання у процесі відтворення лісів: Наказ М-ва зах. довкілля та природ. ресурсів України від 03.04.2023 р. № 184 : станом на 19 жовт. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0641-23#Text> (дата звернення: 29.10.2023).

137. Про необхідність скасування регуляторного акта : повідомлення Державна регуляторна служба України від 20.09.2023р. № 1. URL: https://uncg.org.ua/wp-content/uploads/2023/10/povidomlennya_invazijni_dereva_ocr_z_kep.pdf (дата звернення: 29.10.2023).

138. Коваль І. М., Максименко Н. В., **Воронін В. О.**, Гололобов В. В. Радіальний приріст гіркокаштана звичайного (*Aesculus Hippocastanum*) в зелених насадженнях м. Харкова. *Сучасний стан, проблеми і перспективи лісівничої освіти, науки та виробництва*: матеріали III Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (Біла Церква, 14 квітня 2023 р.). Біла Церква: БНАУ, 2023. С. 123-125.

139. **Voronin V.**, Chermnykh M., Koval I. Assessment of the impact of climate change on the ecological state of urban plantations of the common horse-chestnut (*Aesculus Hippocastanum L.*). *Society of ambient intelligence 2023: VI International Scientific Congress, Ukraine. November 20-25, 2023.*

140. Коваль І. М., **Воронін В. О.** Потенціал використання дендрохронологічної інформації для оцінки інтенсивності рекреаційного навантаження в насадженнях зеленої зони м. Харків. *Зелено-блакитна інфраструктура в містах пострадянського простору: вивчення спадщини та підключення до досвіду країн V4* : колективна монографія / За ред. Н. В. Максименко, А. Д. Шкаруба. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2022. С. 359-379.

141. Коваль І. М., **Воронін В. О.**, Гололобов В. В. Вплив спалаху каштанової мінуючої молі на радіальний приріст кінського каштана звичайного. *Охорона*

довкілля: зб. наук. статей XIX Всеукраїнських наукових Таліївських читань. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2022. С. 160-161.

142. Коваль І. М., Шпаківська І. М., **Воронін В. О.**, Чермних М. О. Динаміка радіального приросту гіркокаштана звичайного в насадженнях м. Львова під впливом каштанової мінуючої молі. *Охорона довкілля: зб. наук. статей XIX Всеукраїнських наукових Таліївських читань*. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2022. С. 162-164.

143. Екологічний паспорт регіону. Харківська область: затверджено ХОДА, 2019. 169 с.

144. Несторяк Ю. Ю. Методичні засади обліку та оцінки стану біорізноманіття в лісах. *Агросвіт*. 2011. № 6. С. 53-56.

145. **Воронін В. О.** Просторове моделювання водозбору ставка смт Високий на основі ландшафтно-екологічного та екологічного індексів. *Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: матеріали V Міжнародної наукової конференції молодих вчених*. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. С. 232-235.

146. Maksymenko N. V., Tkalia I. A., **Voronin V. O.** Landscape - ecological planning of forest landscapes in Kharkiv oblast. *Ecology is a priority: proceedings of the english-language scientific conference*. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2020. Р. 78-79.

147. Максименко Н. В., Коваль І. М., **Воронін В. О.** Вміст важких металів у ґрунтах борової тераси річки Харків. *Охорона довкілля: зб. наук. статей XV Всеукраїнських наукових читань, м. Харків*. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна 2019. С. 37-38.

148. Максименко Н. В., **В. О. Воронін**. Просторова оцінка радіаційного фону в ландшафтах Васищівського лісництва. *Biodiversity after the Chernobyl Accident. Part II: The scientific proceedings of the International network AgroBioNet*, Nitra, Slovak, 2016. С. 157-161.

149. Burchenko S. V., **Voronin V. O.**, Maksymenko N. V., Shpakivska I. M. Internship of Erasmus+ “INTENSE” for evaluation of green infrastructure and ecosystem services of foresty landscapes in Lviv. *Climate Services: Science and Education: preceedings of*

the International research-to-practice conference, Odesa, September 22-24, 2021. P. 69-70.

150. Максименко Н. В., **Воронін В. О.** Ліс, як запорука екологічного балансу сільськогосподарських ландшафтів. *Галузеві проблеми екологічної безпеки: матеріали І-ої Міжнародної науково-практичної конференції студентів, магістрантів та аспірантів, присвячена 85-річчю ХНАДУ, 22 жовтня 2015 року.* Харків, 2015. С. 139.

ДОДАТКИ

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Публікації у наукових виданнях, які входять до міжнародних наукометричних баз Web of Science:

1. Maksymenko N. V., **Voronin V. O.**, Cherkashyna N. I., Sonko S. P. Geochemical aspect of landscape planning in forestry. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2018. № 27 (1). P. 81-87. DOI: <https://doi.org/10.15421/111833> (**Web of Science**) URL: <https://geology-dnu.dp.ua/index.php/GG/article/view/498>
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000438363800010>

(Особистий внесок здобувача: проведена оцінка екологічного стану Васищівського лісництва засобами ландшафтно-екологічного планування).

Публікації у наукових фахових виданнях України

2. Коваль І. М., **Воронін В. О.** Дендрокліматологія як складова частина дендрохронології. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2019. № 32. С. 85-94. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2019-32-07>
 URL: <https://periodicals.karazin.ua/humanenviron/article/view/15154>

(Особистий внесок здобувача: проведено кореляційний аналіз середньомісячних температур та індексної деревно-кільцевої хронології STANDART для шарів річної деревини, виявлено позитивний вплив літніх температур на радіальний приріст сосни).

3. Коваль І. М., **Воронін В. О.** Реакція радіального приросту *Pinus sylvestris* L. на зміну клімату в насадженнях Лівобережного Лісостепу. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2019. № 135 С. 140-148. DOI: <https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.140>

URL: <https://forestry-forestmelioration.org.ua/index.php/journal/article/view/241>

(Особистий внесок здобувача: досліджено особливості реакції радіального приросту сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) на зміну клімату в середньовіковому чистому сосновому насадженні Лівобережного Лісостепу).

4. Максименко Н. В., **Воронін В. О.**, Бурченко С. В. Дистанційний моніторинг впливу військових дій на лісові ландшафти Харківської області. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2023. № 40. С. 6-15. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2023-40-01>

(Особистий внесок здобувача: проведено дистанційний моніторинг наслідків військових дій на лісові ландшафти Харківської області).

5. Максименко Н. В., **Воронін В. О.**, Бурченко С. В. Геоекологічна оцінка лісових ландшафтів як підґрунтя для визначення екосистемних послуг. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2023. № 29. С. 6-14. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2023-29-01>

(Особистий внесок здобувача: проведено аналіз екосистемних послуг лісових ландшафтів, визначено показники оцінки екосистемних послуг на основі геоекологічної оцінки лісових ландшафтів)

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації, авторські свідоцтва:

6. Коваль І. М., **Воронін В. О.** Потенціал використання дендрохронологічної інформації для оцінки інтенсивності рекреаційного навантаження в насадженнях зеленої зони м. Харків. *Зелено-блакитна інфраструктура в містах пострадянського простору: вивчення спадщини та підключення до досвіду країн V4 : колективна монографія / За ред. Н. В. Максименко, А. Д. Шкаруба*. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2022. С. 359-379.

(Особистий внесок здобувача: досліджена динаміка радіального приросту сосни під впливом рекреації в зеленій зоні м. Харкова, визначені зв'язки приросту з кліматом).

7. Maksymenko N. V., **Voronin V. O.**, Burchenko S. V., Sonko S. P. Ecosystem service of carbon sequestration in forest landscape (on example of Kharkiv region, Ukraine). *Monitoring Of Geological Processes And Ecological Condition Of The*

Environment: XVII International Scientific Conference, 7-10 November, 2023, Kyiv, Ukraine (Scopus) (Подано до друку)

(Особистий внесок здобувача: збір та опрацювання результатів польових даних для дослідження депонування вуглецю лісовими екосистемами, визначено інтенсивність поглинання вуглецю за породним складом).

8. **Voronin V.**, Chermnykh M., Koval I. Assessment of the impact of climate change on the ecological state of urban plantations of the common horse-chestnut (*Aesculus Hippocastanum L.*). *Society of ambient intelligence 2023: VI International Scientific Congress, Ukraine. November 20-25, 2023.* (Подано до друку)

(Особистий внесок здобувача: проведено відбір кернів, проаналізовано кліматичні умови території відбору, проведено оцінку впливу зміни клімату на радіальний приріст деревини).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

9. Максименко Н. В., **Воронін В. О.** Ліс, як запорука екологічного балансу сільськогосподарських ландшафтів. *Галузеві проблеми екологічної безпеки: матеріали I-ої Міжнародної науково-практичної конференції студентів, магістрантів та аспірантів, присвячена 85-річчю ХНАДУ, 22 жовтня 2015 року.* Харків, 2015. С. 139.

(Особистий внесок здобувача: проведення польового експерименту з відбору зразків ґрунту за поперечним профілем, досліджено стан ґрунту в межах тестової ділянки урочища Бір-2 Васищівського лісництва, та на прилеглих територіях).

10. Максименко Н. В., **Воронін В. О.**, Kioussopoulos J. Вплив пожеж на ґрунтовий покрив лісної екосистеми. *Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: матеріали IV Міжнар. наук. конф. молодих вчених.* Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. С. 25-26.

(Особистий внесок здобувача: проведено польовий експеримент з порівняння зразків ґрунту до пожежі та після пожежі, виявлено підвищення рівня показника Ph у ґрунті після пожежі).

11. Максименко Н.В., **Воронін В. О.** Просторова оцінка радіаційного фону в ландшафтах Васищівського лісництва. *Biodiversity after the Chernobyl Accident. Part II: The scientific proceedings of the International network AgroBioNet*, Nitra, Slovak, 2016. С. 157-161.

(Особистий внесок здобувача: проведено польовий експеримент з визначенню радіаційного фону тестової ділянки урочища Бір-2 Васищівського лісництва, на основі камерального аналізу виявлено перевищення середнього значення радіаційного фону для Харківської області).

12. Maksymenko N. V., Cherkashina N. I., **Voronin V. O.** Species composition of Vasyschivsky forestry. *Охорона довкілля: зб. наук. статей XII Всеукраїнських наукових читань* Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. С. 138-140.

(Особистий внесок здобувача: розглянуто однорідність породного складу Васищівського лісництва, визначено фактори впливу на розвиток різних порід).

13. Максименко Н. В., **Воронін В. О.** Просторовий розподіл вмісту гумусу в ґрунтах Васищівського лісництва. *Матеріали щорічної Міжнародної наукової конференції студентів, та аспірантів, присвяченої пам'яті професора Г. П. Дубинського* (Харків, 14-15 квіт. 2016 р.), Вип. 9. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. С. 11-12.

(Особистий внесок здобувача: досліджено вмісту гумусу у ґрунтах Васищівського лісництва за ландшафтним профілем).

14. Maksymenko N. V., Cherkashina N. I., **Voronin V. O.** Analysis of areas affected by fires in Vasyschivsky forestry in 2001-2012. *Academic and scientific challenges of diverse fields of knowledge in the 21st century*, 2017. Р. 99-101.

(Особистий внесок здобувача: розглянуто фактори впливу на протипожежний стан лісів, визначено факти недбалого використання лісових ресурсів).

15. Коваль І. М., Ворон В. П., Сидоренко С. Г., Бологов О. В., Мельник Є. Є., Ткач О. М., Токарева Н. А., Невмивака М. А., **Воронін В. О.** Дендрохронологічні аспекти післяпірогенного розвитку соснових насаджень в Поліссі та Лісостепу.

Охорона довкілля: зб. наук. статей XIII Всеукраїнських наукових читань. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. С. 28-31.

(Особистий внесок здобувача: досліджено післяпірогенний розвиток соснових насаджень в лісовій та лісостеповій зонах).

16. **Воронін В. О.** Просторове моделювання водозбору ставка смт Високий на основі ландшафтно-екологічного та екологічного індексів. *Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: матеріали V Міжнародної наукової конференції молодих вчених. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. С. 232-235.*

17. Максименко Н. В., Кравченко Н. Б., **Воронін В. О.**, Шелепаєва Г. В. Еколого-економічні аспекти впливу пожеж на територію Васищівського лісництва. *Пожежна та техногенна безпека: наука і практика: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. курсантів і студентів, 05-06 квіт. 2017 р. Черкаси: Інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2017. С. 25-26.*

(Особистий внесок здобувача: досліджено конфлікти природокористування у лісництві, які є фактором впливу лісових пожеж, розраховано економічні збитки від лісових пожеж на території Васищівського лісництва за період 2002 – 2012 рр.)

18. Коваль І. М., Браунинг А., **Воронін В. О.**, Невмивака М. А., Токарева Н. А. Особливості формування шарів ранньої, пізньої та річної деревини дуба звичайного в насадженні Лівобережного лісостепу України. *Охорона довкілля: зб. наук. статей XIV Всеукраїнських наукових читань. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2018. С. 61-64.*

(Особистий внесок здобувача: проаналізовано роки максимального та мінімального радіального приросту деревини, для 100-річного насадження дуба звичайного, розраховано коефіцієнт автокореляції першого порядку).

19. Максименко Н. В., Коваль І. М., **Воронін В. О.** Вміст важких металів у ґрунтах борової тераси річки Харків. *Охорона довкілля: зб. наук. статей XV Всеукраїнських наукових читань. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2019. С. 37-38.*

(Особистий внесок здобувача: розглянуто вміст важких металів у ґрунтах екосистеми соснового лісу на боровій терасі річки Харків у межах міста).

20. Maksymenko N. V., Tkalia I. A., **Voronin V. O.** Landscape - ecological planning of forest landscapes in Kharkiv oblast. *Ecology is a priority: proceedings of the english-language scientific conference*, Kharkiv, 2020. P. 78-79.

(Особистий внесок здобувача: проведено інвентаризацію природних комплексів, розроблено напрями оптимізації природокористування).

21. **Воронін В. О.** Аналіз методик оцінки екосистемних послуг лісових ландшафтів. *Актуальні проблеми формальної і неформальної освіти з моніторингу довкілля та заповідної справи: зб. тез доп. І міжнар. інтернет - конф., м. Харків, 2021. С. 36-38.*

22. Burchenko S. V., **Voronin V. O.**, Maksymenko N. V., Shpakivska I. M. Internship of Erasmus+ “INTENSE” for evaluation of green infrastructure and ecosystem services of foresty landscapes in Lviv. *Climate Services: Science and Education: proceedings of the International research-to-practice conference*, Odesa, September 22-24, 2021. P. 69-70.

(Особистий внесок здобувача: проведено аналіз екосистемних послуг лісових ландшафтів на об'єктах ПЗФ Львівської та Івано-Франківської областей).

23. Maksymenko N., **Voronin V.** Analysis of methods of assessment of ecosystem services of forest landscapes. *Socio-ecological resilience across Eurasia innovation for sustainability transition: INTENSE Open Science Conference*, Tartu, Estonia, 5-7 October, 2021. P. 34.

(Особистий внесок здобувача: проведено аналіз розвитку ринку екосистемних послуг, визначено основні етапи формування ринку).

24. Коваль І. М., Максименко Н. В., **Воронін В. О.**, Гололобов В. В. Радіальний приріст гіркокаштана звичайного (*Aesculus Hippocastanum*) в зелених насадженнях м. Харкова. *Сучасний стан, проблеми і перспективи лісівничої освіти, науки та виробництва: матеріали ІІІ Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції* (Біла Церква, 14 квітня 2023 р.). Біла Церква: БНАУ, 2023. С. 123-125.

(Особистий внесок здобувача: розглянуто приклади дендрокліматологічних досліджень, проведено кореляційний аналіз та аналіз функції відгуку для середньомісячних температур та індексної деревно-кільцевої хронології STANDART для шарів річної деревини).

25. Воронін В. О. Ефективність поглинання вуглецю лісовими екосистемами (на прикладі Васищівського лісництва Харківської області). *Наукові основи збереження біотичної різноманітності: матеріали V (XVI) міжнар. конф. молодих учених* (Львів, 18-19 жовтня 2023 р.). Львів, 2023. С. 21-22.

(Особистий внесок здобувача: проаналізовано ефективність поглинання вуглецю різними рослинними угрупованнями Васищівського лісництва; визначено деревні породи, які мають найбільшу вуглецеву ємність)

26. Коваль І. М., **Воронін В. О.**, Гололобов В. В. Вплив спалаху каштанової мінуючої молі на радіальний приріст кінського каштана звичайного. *Охорона довкілля: зб. наук. статей XIX Всеукраїнських наукових Таліївських читань*. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2022. С. 160-161.

(Особистий внесок здобувача: проведення польового відбору зразків кернів, аналіз радіального приросту каштана звичайного до початку впливу мінуючої каштанової молі, м. Харків).

27. Коваль І. М., Шпаківська І. М., **Воронін В. О.**, Чермних М. О. Динаміка радіального приросту гіркокаштану звичайного в насадженнях м. Львова під впливом каштанової мінуючої молі. *Охорона довкілля: зб. наук. статей XIX Всеукраїнських наукових Таліївських читань*. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2022. С. 162-164.

(Особистий внесок здобувача: проведення польового відбору зразків кернів, аналіз впливу мінуючої каштанової молі на радіальний приріст каштана звичайного м. Львів).

28. Максименко Н. В., **Воронін В. О.**, Бурченко С. В. Оцінка забезпечуючих екосистемних послуг лісових ландшафтів Харківської області. *Лісівництво, деревообробка та озеленення: стан, досягнення і перспективи: матеріали*

Міжнародної науково-практичної конференції (ДБТУ, 24-25 жовтня 2023 р.).
Харків, 2023. С. 58-60.

(Особистий внесок здобувача: проведення збору статистичної інформації, аналіз методів розрахунку екосистемних послуг з забезпечення для лісових ландшафтів, проведення оцінки екосистемних послуг з забезпечення).

Додаток Б

Таблиця Б1

Визначення наявності конфліктів природокористування

Об'єкти	Місцеві жителі	Рекреан-ти	Власники присадиб-них ділянок	Будівлі господарські та адміністративні	Яри	Промислові підприємства	Рекреаційні території	Заповідні території
Ландшафти								
Сільсько-господарські								
Лісо-господарські	+							
Ландшафти поселень								
Рекреаційні	+							
Заповідні								
Водогосподарські								
Ті, що не використовуються в даний час	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблиця Б2

Суть конфліктів природокористування

Об'єкти	Місцеві жителі	Рекреанти	Будівлі госпо- дарські та адміні- стративні	Яри	Рекреаційні території
Ландшафти					
Сільськогосподарські	Порушення режиму росту рослин	-	-	ерозія	Перешкода міграції
Лісогосподарські	Збір грибів і ягід	Розведення вогнищ, порушення режиму росту рослин, засмічення	забудова	ерозія	Забудова
Ландшафти поселень	-	звалища	Забудова	-	-
Рекреаційні	засмічення		Забудова	-	-
Заповідні	-	-	забудова	-	Порушення рослинного покриву
Водогосподарські	-	Засмічення берегів	-	ерозія	Любительська рибалка

Анкета респондента

I. Будь ласка, оберіть особисті чинники використання лісу (для яких потреб Ви використовуєте ліс)

Варіанти:

1. Збір грибів, ягід, лікарських рослин

2. Естетичні потреби

3. Прогулянки лісом

4. Автотуризм

5. Інші види туризму

6. Полювання та рибальство

7. Лижні прогулянки

8. Інші підстави

II. Скільки ви готові оплатити за використання лісу?



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В. Н. КАРАЗІНА**

майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, тел. +38 057 706-13-54, +38 057 707-52-31, факс +38 057 705-02-41
E-mail: univer@karazin.ua, сайт: www.univer.kharkov.ua, код згідно з ЄДРПОУ 02071205

02.11.2023 № 4301/370
на № _____

Д О В І Д К А

про впровадження результатів наукових досліджень
за темою дисертації на здобуття наукового ступеня доктор філософії
Вороніна Владіслава Олександровича

Дисертаційне дослідження за темою: «Оцінка екосистемних послуг лісових ландшафтів Харківської області та прогноз їх використання» виконувалось в рамках реалізації міжнародних проєктів:

- Еразмус + «ІНТЕНС – Комплексна докторська школа з екологічної політики, менеджменту та техноекології» 586471-EPP-1-2017-1-EE-EPPKA2-SVNE-JP:

- індивідуальне стажування на базі Інституту екології Карпат Національної академії наук України у 2021 році, м. Львів, Україна;

- Міжнародного Вишеградського фонду «Зелено-голуба інфраструктура у містах країн колишнього СРСР – вивчаючи спадщину та досвід країн Вишеградської четвірки», а саме:

- участь у літній школі «Зелено-голуба інфраструктура у містах країн колишнього СРСР – вивчаючи спадщину та досвід країн Вишеградської четвірки» на базі Карпатського національного природного парку, м. Яремче, Україна).

Проректор

з науково-педагогічної роботи



Антон ПАНТЕЛЕЙМОНОВ

0034800



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В. Н. КАРАЗІНА**

майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, тел. +38 057 341-27-12
E-mail: univer@karazin.ua, сайт: <https://karazin.ua/>, код згідно з ЄДРПОУ 02071205

02.11.2023 № 4301/366
на № _____

Д О В І Д К А

про впровадження результатів наукових досліджень
за темою дисертації на здобуття наукового ступеня доктор філософії
Вороніна Владіслава Олександровича

Результати дисертаційного дослідження Вороніна Владіслава Олександровича за темою «Оцінка екосистемних послуг лісових ландшафтів Харківської області та прогноз їх використання» були використані при виконанні Навчально-науковим інститутом екології Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна науково-дослідної роботи:

«Ландшафтно-екологічне моделювання лісових насаджень зеленої зони м. Харків для оцінки екологічних ризиків» етапу 2019 року за темою «Оцінка ролі основних лімітуючих факторів природного і антропогенного походження в розвитку лісів зеленої зони м. Харкова» номер держреєстрації 0118 U002171.

Проректор

з науково-педагогічної роботи



Антон ПАНТЕЛЕЙМОНОВ

00000000



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В. Н. КАРАЗІНА**

майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, тел. +38 057 706-13-54, +38 057 707-52-31, факс +38 057 705-02-41
E-mail: univer@karazin.ua, сайт: www.univer.kharkov.ua, код згідно з ЄДРПОУ 02071205

02.11.2023 № 4301/371
на № _____

Д О В І Д К А

про впровадження результатів наукових досліджень
за темою дисертації на здобуття наукового ступеня доктор філософії

Вороніна Владіслава Олександровича

Результати дисертаційного дослідження за темою: **«Оцінка екосистемних послуг лісових ландшафтів Харківської області та прогноз їх використання»** використовуються у навчальному процесі навчально-наукового інституту екології Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна при викладанні дисциплін для студентів спеціальності 101 Екологія «ГІС», «ГІС в екології» та вибіркових освітніх компонент «Екологія лісу з основами лісознавства» та «Екосистемні послуги ландшафтів».

Проректор

з науково-педагогічних робіт



Олександр ГОЛОВКО

004400



Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України
НАЦІОНАЛЬНИЙ ПРИРОДНИЙ ПАРК «ПИРЯТИНСЬКИЙ»
вул. Європейська, 14, м. Пирятин Полтавської області, 37000, тел. (+38 05358) 3-23-86
e-mail: parkpyr@meta.ua, код ЄДРПОУ 37673405

№ 558 від 03.10.2023 р.

Харківський національний університет
імені В.Н. Каразіна

Д О В І Д К А

про впровадження результатів дисертаційного дослідження

Вороніна Владіслава Олександровича,

підготовленого до захисту на здобуття наукового ступеню

доктора філософії за спеціальністю 103 Науки про Землю

Результати дисертаційного дослідження Вороніна Владіслава Олександровича за темою; «Оцінка екосистемних послуг лісових ландшафтів Харківської області та прогноз їх використання» будуть використані на території НПП «Пирятинський» в науковій роботі з оцінки спектру і вартості екосистемних послуг лісових ландшафтів парку.

Директор



Максим Варава



УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ПРИРОДНИЙ ПАРК «СЛОБОЖАНСЬКИЙ»
62002, Харківська обл., Богодухівський р-н, смт. Краснокутськ, вул. Зарічна 15 А
e-mail: npp_slobzhanskiy@ukr.net тел/факс. (05756)3-12-61

вих. № 308/06 від 03.11. 2023 року

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження

Вороніна Владіслава Олександровича,

підготовленого до захисту на здобуття наукового ступеню доктора філософії за спеціальністю 103 Науки про Землю

Результати дисертаційного дослідження Вороніна Владіслава Олександровича за темою «Оцінка екосистемних послуг лісових ландшафтів Харківської області та прогноз їх використання» будуть використані на території НПП Слобожанський в науковій роботі з оцінки спектру екосистемних послуг лісових ландшафтів парку та їх вартості.

Начальник відділу державної охорони
природно-заповідного фонду
НПП «Слобожанський»



Сергій ОДНОРОБ

ПРОТОКОЛ
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 14:39:41 11.12.2023

Назва файлу з підписом: Воронін В.О. - Дисертація.pdf.p7s
Розмір файлу з підписом: 7.3 МБ

Назва файлу без підпису: Воронін В.О. - Дисертація.pdf
Розмір файлу без підпису: 7.3 МБ

Результат перевірки підпису: Підпис створено та перевірено успішно. Цілісність даних підтверджено

Підписувач: ВОРОНІН ВЛАДИСЛАВ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

П.І.Б.: ВОРОНІН ВЛАДИСЛАВ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

Країна: Україна

РНОКПП: 3481506213

Організація (установа): ФІЗИЧНА ОСОБА

Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 20:48:39
03.12.2023

Сертифікат виданий: КНЕДП АЦСК АТ КБ "ПРИВАТБАНК"

Серійний номер: 5E984D526F82F38F040000005D2A3201ACC59704

Тип носія особистого ключа: Незахищений

Алгоритм підпису: ДСТУ-4145

Тип підпису: Удосконалений

Тип контейнера: Підпис та дані в одному файлі (CAAdES enveloped)

Формат підпису: З повними даними ЦСК для перевірки (CAAdES-X Long)

Сертифікат: Кваліфікований