

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису

ФЕЩЕНКО РОМАН ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 502:712.253:630*22(477.411)

ДИСЕРТАЦІЯ

**ЕКОСИСТЕМНІ ФУНКЦІЇ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ ПАРКУ-
ПАМ'ЯТКИ САДОВО-ПАРКОВОГО МИСТЕЦТВА «ФЕОФАНІЯ»**

205 – Лісове господарство

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело Р.О. Фещенко

Науковий керівник

Білоус Андрій Михайлович,

доктор сільськогосподарських наук, професор

Київ – 2023

АНОТАЦІЯ

Фещенко Р. О. Екосистемні функції лісових насаджень парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва «Феофанія». – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 205 – «Лісове господарство». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2023.

Дисертаційна робота присвячена оцінюванню екосистемних функцій лісових насаджень парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва «Феофанія».

Методичну основу наземних і дистанційних вимірювань сформовано на принципах комплексного обліку лісових насаджень із використанням класичних методів таксації, оцінювання приросту показників екосистемних функцій, а саме депонування вуглецю, накопичення фітомаси, формування мортмаси, поточного приросту вуглецю, кисню і енергії.

У рукописі дисертаційної роботи обґрунтовано основну проблему стану лісових насаджень, їхні екологічні функції в розрізі розв'язання проблем глобальних змін клімату. Дослідження основних екосистемних функцій лісових екосистем, які упереджують глобалізацію змін клімату і пошук шляхів зменшення виникаючих екологічних ризиків є одним із пріоритетних наукових напрямів досліджень.

Зменшення екологічних ризиків, пов'язаних із питаннями глобальних змін клімату декларуються міжнародними, ратифікованими Україною, програмами, а саме Рамковою конвенцією Організації Об'єднаних Націй про зміни клімату [110], Кіотським Протоколом до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату [49], Законом України Про ратифікацію Паризької угоди [107], які підкреслюють важливість впровадження заходів, спрямованих на зменшення викидів парникових газів. Найбільш ефективним на шляху досягнення суто нульових викидів є більш широке використання відновних джерел енергії. Ці питання можна досягти, виконуючи цілі сталого

розвитку природокористування, в тому числі збалансованого використання лісових ресурсів [163]. Детальний аналіз, вивчення і формування бази даних щодо стану лісових екосистем створює передумови оцінювання рівня екосистемних послуг лісових насаджень. Водночас недостатньо вивченим є питання впливу антропогенних чинників на стан природних і напівприродних екосистем та їхніх екосистемних функцій і послуг у межах урбоценозів.

Дослідження біологічної продуктивності лісових насаджень за компонентами фітомаси, формування мортмаси (деревного детриту) дерев напряду впливають на інтенсивність процесів депонування вуглець, їхню киснепродуктивність і енергетичний баланс. Вартісне оцінювання таких показників дає можливість виокремити пріоритетність впроваджувальних управлінських заходів у лісовому господарстві та природоохоронній діяльності.

Особливої актуальності набуває дослідження закономірності формування та розвитку лісових насаджень у межах природоохоронних територій мегаполісів, які найбільше потребують продукування екосистемних функцій і послуг. Обраний парк-пам'ятка «Феофанія» за географічними, біокліматичними, ґрунтово-кліматичними характеристиками та лісотаксаційними показниками є репрезентативним і найбільш інформативним при вивченні стану лісових насаджень. Об'єкт дослідження враховано в міжнародній базі даних Системи спостереження за станом лісів [174], що актуалізує питання, розглянуті в дисертаційній роботі. Оцінювання екосистемних функцій здійснювали шляхом дослідження чотирьох постійних пробних площ за показниками, що повноцінно відображають процеси змін стану лісових насаджень, зокрема за впливу антропогенних чинників.

Під час виконання завдань дисертаційного дослідження, щодо вивчення стану лісових насаджень парку-пам'ятки «Феофанія» було застосовано низку загальноприйнятих і стандартизованих методик у лісовій таксації. Польові дослідження виконано в просторі й часі на території постійних пробних площ, які закладено в період 2016-2017 рр. в межах парку-пам'ятки садово-

паркового мистецтва загальнодержавного значення «Феофанія». За видовим складом об'єкт дослідження сформовано з дуба звичайного (QURO), граба звичайного (CABE), клена звичайного (ACPL), липи дрібнолистої (TICO), в'язу гладкого (ULLE), робінії псевдоакації (ROPS), ясена звичайного (FREX). Оцінювання біофізичних показників екосистемних функцій здійснено за допомогою класичних формул таксації та використання лісотаксаційних довідників нормативів оцінки компонентів надземної фітомаси дерев головних лісотвірних видів України.

У результаті досліджень було встановлено загальне збільшення резерву депонованого вуглець у біомасі деревостанів, а також різновекторну динаміку структури депонованого вуглецю у фітомасі та мортмасі деревостанів, що потенційно може негативно впливати на екосистемні функції лісових насаджень парку. Результатами досліджень підтверджено зменшення вуглецедепонуєчого потенціалу насаджень за умов інтенсивнішого відпаду й меншого поточного приросту фітомаси деревостанів. Встановлено позитивну, з екологічної точки зору, тенденцію до збільшення частки грубого деревного детриту (мортмаси) у структурі біомаси дослідних насаджень. Збільшення запасу мортмаси створює передумови для підтримки середовища для біорізноманіття.

Видовий склад дослідних насаджень на постійних пробних площах переважно представлено грабом звичайним (на ПП № 2 і 3) і кленом гостролистим (на ПП № 1 і 4). Кількість дерев дуба звичайного, липи дрібнолистої, в'язу гладкого, робінії псевдоакації і ясена звичайного на дослідних ділянках менш чисельна.

Встановлено, що структуру фітомаси обстежених пробних площ переважно сформовано з насаджень дуба звичайного, частка якого, за досліджуваний період становила № 1: 70- 67 %; № 2: 56-55 %; № 4: 82-81 %. Сухостійні дерева під час закладання пробних площ, в основному, обліковано в деревостанах дуба і граба. Дослідженнями підтверджено збільшення частки утвореного сухостою за обліковий період.

Встановлено, що насадження середнього віку (вік ~ 80 років) дуба звичайного може досягати подібної структурної неоднорідності, як і старші (віком > 150 років) лісові екосистеми. Просторові моделі зумовлені прямим (відсутність лісівничих заходів, за винятком видалення небезпечних дерев) і непрямим (розташування поблизу доріг і антропогенним навантаженням, пов'язаних із рекреацією) впливом людини. Успішна природна регенерація, формування ярусу підросту і формування мікросередовища сильно залежать від просторових і не просторових лісових атрибутів.

Найбільший приріст фітомаси припадає на насадження дуба звичайного на трьох пробних площах, приріст якої найбільш інтенсивніше відбувався на першій пробній площі, який за досліджуваний період склав 71,3 %. На чотирьох обстежених ділянках приріст фітомаси коливався в межах 11-16 т·га⁻¹ за рік. Щільність лісових насаджень, їхній видовий склад, процеси росту й розвитку, особливо стовбурної частини впливали на інтенсивність формування фітомаси обстежених пробних площ.

Процеси формування мортмаси досліджуваних пробних площ мали позитивну динаміку її утворення, що безпосередньо пов'язано із процесами утворення відпаду й сухостою. Найбільшу частку утворення мортмаси представлено дубом звичайним і грабом звичайним. Чинники, які впливають на ці процеси мають як біотичних характер – внутрішньовидова конкуренція, кліматичні умови, так і абіотичні чинники.

Дослідженнями встановлено зниження вуглецедепонуєчого потенціалу насаджень за умов інтенсивнішого відпаду і зменшення поточного приросту фітомаси деревостанів.

Приріст показників екосистемних функцій, а саме, накопичення фітомаси, депонування вуглецю, кисне- і енергопродуктивність, мав різну інтенсивність за компонентами деревних насаджень. Переважна частка, понад 60 %, припадає на стовбур у корі дерев, що формують лісові насадження об'єкту дослідження. За видовою приналежністю, найбільш інтенсивно процеси формування показників екосистемних функцій відмічено в дуба

звичайного, а скорочення площі парку значно знижує їхній рівень за тривалий період.

Ключові слова: лісові деревостани, фітомаса, мортмаса, поточний приріст, депонування вуглецю, поточна киснепродуктивність, накопичення енергії.

ABSTRACT

Feshchenko R. O. Ecosystem functions of forest stands of the park-monument of landscape art “Feofania”. – Qualification scientific work in the form of a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 205 – “Forestry”. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv. 2023.

The dissertation is devoted to the assessment of ecosystem functions of forest stands of the park-monument of landscape gardening art “Feofania”.

The methodological basis of ground and remote measurements is formed on the principles of integrated forest stand accounting using classical methods of forest mensuration, assessment of the current increment of ecosystem functions, namely carbon sequestration, growth of live biomass, formation of dead biomass, current sequestration of carbon, oxygen production and energy accumulation.

The manuscript of the dissertation substantiates the main issue of the state of forest stands, their ecological functions in the context of solving the issues of global climate change. The study of the main ecosystem functions of forest ecosystems that prevent the globalization of climate change and the search for ways to reduce emerging environmental risks is one of the priority research areas.

Reducing environmental risks associated with global climate change is declared by international programs ratified by Ukraine, namely the United Nations Framework Convention on Climate Change [110], the Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change [49], the Law of Ukraine on Ratification of the Paris Agreement [107], which emphasize the importance of implementing measures aimed at reducing greenhouse gas emissions. The most effective way to achieve net-zero emissions is to increase the use of renewable energy sources. These issues can be achieved by fulfilling the goals of sustainable development of nature management, including the balanced use of forest resources [163]. A detailed analysis, study, and database on the state of forest ecosystems

creates prerequisites for assessing the level of ecosystem services of forest stands. At the same time, the impact of anthropogenic factors on the state of natural and semi-natural ecosystems and their ecosystem functions and services within urban space areas is not sufficiently studied.

Studies of the biological productivity of forest stands by live biomass components and the formation of tree woody debris directly affect the intensity of carbon sequestration processes, their oxygen productivity, and energy balance. A cost-effective assessment of such indicators makes it possible to prioritize the implementation of management measures in forestry and environmental protection.

Of particular relevance is the study of the patterns of formation and development of forest stands within the protected areas of megacities that are most in need of ecosystem functions and services. The selected park-monument “Feofania” is representative and most informative in studying the state of forest stands due to its geographical, bioclimatic, soil and climatic characteristics and forestation indicators. The object of study is included in the international database of the Forest Monitoring System [174], which actualizes the issues discussed in this thesis. The ecosystem functions were assessed by studying four permanent sample plots using indicators that fully reflect the processes of changes in the state of forest stands, in particular under the influence of anthropogenic factors.

During the fulfillment of the tasks of the dissertation research, a number of generally accepted and standardized methods in forest mensuration were applied to study the state of forest stands of the park-monument “Feofania”. The field research was carried out in space and time on the territory of permanent sample plots, which were established in 2016-2017 within the park-monument of landscape gardening art of national importance “Feofania”. According to the species composition, the research object is formed of Common oak (QURO), Common hornbeam (CABE), Sycamore maple (ACPL), Small-leaved linden (TICO), European white elm (ULLE), Black locust (ROPS), Common ash (FREX). The biophysical indicators of ecosystem functions were assessed using classical forest mensuration formulas and

forest mensuration reference books for the assessment of aboveground live biomass components of trees of the main forest-forming species of Ukraine.

The research revealed a general increase in the reserve of stored carbon in the biomass of stands, as well as multivector dynamics of the structure of stored carbon in the live biomass and tree woody debris, which can potentially negatively affect the ecosystem functions of the park's forest stands. The research results confirmed a decrease in the carbon sequestration potential of stands under conditions of more intensive decline and lower current increase of stand live biomass. A positive, from the ecological point of view, tendency to increase the share of coarse woody debris (dead biomass) in the biomass structure of the experimental stands was established. The increase in the stock of dead biomass creates prerequisites for maintaining an environment for biodiversity.

The species composition of the experimental stands on the permanent sample plots is mainly represented by Common hornbeam (on plots 2 and 3) and Sycamore maple (on plots 1 and 4). The number of trees of Common oak, Small-leaved linden, European White elm, Black locust and Common ash in the experimental plots is less numerous.

It was found that the structure of the live biomass of the surveyed test plots was mainly formed by the stands of Common oak, the share of which, during the study period, was No. 1: 70-67 %; No. 2: 56-55 %; No. 4: 82-81 %. During the establishment of the sample plots, dry trees were mainly recorded in oak and hornbeam stands. Studies have confirmed an increase in the percentage of snags formed during the accounting period.

It was found that middle-aged (~80 years old) stands of Common oak can reach similar structural heterogeneity as older (>150 years old) forest ecosystems. The spatial patterns are due to direct (lack of silvicultural measures, except for the removal of hazardous trees) and indirect (location near roads and anthropogenic pressure related to recreation) human impact. Successful natural regeneration, the formation of a layer of undergrowth and the formation of a microhabitat are highly dependent on spatial and non-spatial forest attributes.

The largest increase in live biomass is accounted for by the stands of Common oak in the three sample plots, the growth of which was most intense in the first sample plot, which amounted to 71.3% during the study period. On the four surveyed plots, the growth of live biomass ranged from 11-16 t ha⁻¹ per year. The density of forest stands, their species composition, growth and development processes, especially of the stem part, influenced the intensity of live biomass formation in the surveyed sample plots.

The processes of dead biomass formation in the studied plots had positive dynamics of its formation, which is directly related to the processes of deadwood and dryness formation. The largest share of dead biomass formation is represented by Common oak and hornbeam. The factors that influence these processes are both biotic in nature – intraspecific competition, climatic conditions, and abiotic factors.

Studies have shown a decrease in the carbon sequestration potential of stands under conditions of more intensive decline and a decrease in the current growth of live biomass of stands.

The increase in indicators of ecosystem functions, namely, growth of live biomass, carbon sequestration, oxygen and energy productivity, had different intensities by tree stand components. The predominant share, more than 60%, is accounted for by the trunk in the bark of the trees that form the forest stands of the study object. By species, the most intensive processes of formation of ecosystem function indicators were observed in the Common oak, and the reduction of the park area significantly reduces their level over a long period.

Keywords: forest stands, live biomass, dead biomass, current increment, carbon sequestration, current oxygen productivity, energy accumulation.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України включених до міжнародних наукометричних баз даних:

Фещенко Р.О., Білоус А.М. (2022). Структура депонованого вуглецю в біомасі лісових деревостанів парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення «Феофанія». Український журнал лісівництва та деревинознавства, Том 13, № 2, 2022. [https://doi.org/10.31548/forest.13\(2\).2022.58-66](https://doi.org/10.31548/forest.13(2).2022.58-66) *(Здобувачем проведено збір дослідного матеріалу та структури депонованого вуглецю в біомасі лісових насаджень, обробка отриманих експериментальних даних, написання статті).*

Фещенко Р.О., Матяшук Р.К., Білоус А.М. (2021). Формування відпаду дерев у насадженнях парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення «Феофанія». Наукові доповіді НУБіП України, №3 (91). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2021.03.011>. *(Здобувачем проведено збір дослідного матеріалу та аналіз динаміки відпаду лісових насаджень).*

Статті у наукових виданнях інших держав:

Мацала М., Білоус А., **Фещенко Р.**, Матяшук Р., Білоус С., Ковбаса Я. (2021). Spatial and compositional structure of European oak urban forests in Kyiv city, Ukraine. Journals published by the Czech Academy of Agricultural Sciences and supported by the Ministry of Agriculture of the Czech Republic, Journal of Forest Science, 67, 2021 (3), P. 143–153. <https://doi.org/10.17221/173/2020-JFS>. *(Здобувачем проведено збір дослідних даних, підготовка матеріалів статті та статистична обробка результатів).*

Lesiv M., Schepaschenko D., Buchhorn M., See L. 1, Dürauer M., Georgieva I., Jung M., Hofansl F., Schulze K., Bilous A., Blyshchyk V., Mukhortova L., Muñoz Brenes C.L., Krivobokov L., Ntie S., Tsogt K., Pietsch S.A., Tikhonova E., Kim M., Di Fulvio F., Fong Su Y., Zadorozhniuk R., Sorin Sirbu F., Panging K., Bilous S., Kovalevskii S., Kraxner F., Harb Rabia A., Vasylyshyn R., Ahmed R., Diachuk P., Kovalevskiy S., Bungnamei K., Bordoloi K., Churilov A., Vasylyshyn O., Sahariah D., Tertyshnyi P., Saikia A., Malek Ž., Singha K., **Feshchenko R.**, Prestele R., Ibrar ul Hassan Akhtar, Sharma K., Domashovets G., Seth A. Spawn-Lee, Blyshchyk O., Slyva O., Ilkiv M., Melnyk O., Sliusarchuk V., Karpuk A., Terentiev A., Bilous V., Blyshchyk K., Bilous M., Bogovyk N., Blyshchyk I., Bartalev S., Yatskov M., Smets B., Visconti P., Mccallum I., Obersteiner M., Fritz S. Global forest management data for 2015 at a 100 m resolution, Scientific Data: (2022) 9:199.

<https://doi.org/10.1038/s41597-022-01332-3>. (Здобувачем проведено аналіз стану досліджуваного питання)

Тези наукових доповідей:

Задорожнюк Р.М., Пархомчук Р.О., Мацала М.С., **Фещенко Р.О.**, Дячук П.П. (2018). Депонований вуглець у фітомасі вікових дерев дуба звичайного. VI Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, магістрів, аспірантів і молодих учених «Ліс, наука, молодь», 22 листопада 2018 р., Житомирський національний агроекологічний університет, м. Житомир. URL:

<https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/25577/1/%D0%93%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D1%81%20%D0%97%D0%B0%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B6%D0%BD%D0%B8%D0%B9.pdf>.

Фещенко Р.О. (2019). Екосистемні послуги лісових екосистем: значення і перспективи розвитку. VI Міжнародна науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Екологія – філософія існування людства», 17-19 квітня, 2019 р., НУБіП України, м. Київ. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/ekologiya_filosofiya_isnuvannya_lyudstva_konferenciya_zbirnik_2019.pdf.

Bilous A., Matsala M., Bidolakh D., Zadorozhniuk R., **Feschenko R.** Assessment of Trees Ecosystem Services in Urban Forest Stands. Smart Bio: 3rd International Conference, Kaunas, 02–04 May 2019: theses of the report. Kaunas, 2019. P. 256–257.

Білоус А.М., **Фещенко Р.О.**, Матяшук Р.К. (2019). Роль багатовікових дерев дуба звичайного у формуванні запасу насадження на території парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення «Феофанія». Міжнародна науково-практична конференція «Лісова типологія як основа наближеного до природи лісівництва», присвяченій 150-річчю з дня народження проф. Є.В. Алексєєва та заснуванню кафедри лісівництва Навчально-наукового інституту лісового і садово-паркового господарства. 17-18 жовтня, 2019 р., НУБіП України, м. Київ. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u32/tezi_dopovidey_vidnovlennya_ohorona_y_zberezheniya_lisiv_ukrayini_1.pdf.

Фещенко Р.О., Білоус А.М. (2020) Динаміка фітомаси лісових фітоценозів парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення «Феофанія». Міжнародна науково-практична конференція «Дослідження лісових та урбанізованих екосистем для забезпечення сталого розвитку», 2 квітня 2020 року, НУБіП України, м. Київ. URL:

https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u32/programa_mizhnarodna_naukovo-parktychna_konferenciya_doslidzhennya_lisovih_ekosistem.pdf.

Фещенко Р.О. (2021). Вплив відпаду дерев на депонування вуглецю в лісових екосистемах. Міжнародна науково-практична конференція «Екосистемні послуги лісів та урболандшафтів». НУБіП України, м. Київ. 18 листопада, 2021 р. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u184/tezi_dopovidey_mizhnarodna_konferenciya_ekosistemni_poslugi_lisiv_ta_urbolandshaftiv_sayt.pdf.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	2
ABSTRACT	7
СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ	11
ЗМІСТ	14
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	16
ВСТУП	17
РОЗДІЛ 1. СТАН ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОСИСТЕМНИХ ФУНКЦІЙ ЛІСІВ УКРАЇНИ	25
1.1. Біопродуктивність лісів – основа дослідження екосистемних функцій	25
1.1.1. Фітомаса лісів	33
1.1.2. Мортмаса лісових екосистем	35
1.1.3. Чиста первинна продукція	39
1.1.4. Природно-кліматичні та лісорослинні умови регіону досліджень ..	42
1.2. Екологічне значення лісів природно-заповідного фонду	46
1.3. Лісівничо-таксаційна характеристика лісових насаджень парку «Феофанія»	51
Висновки до розділу 1	53
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ТА МАТЕРІАЛИ ДОСЛІДЖЕНЬ	55
2.1. Методика досліджень	55
2.1.1. Методика закладання пробних площ	55
2.1.2. Методика дослідження сухостійних дерев	63
2.1.3. Методика дослідження приросту	63
2.1.4. Методика дослідження компонентів фітомаси лісу	66
2.2. Характеристика дослідних даних	67
2.3. Методика оцінювання екосистемних послуг	78
Висновки до розділу 2	80
РОЗДІЛ 3. ОЦІНЮВАННЯ ДИНАМІКИ КОМПОНЕНТІВ БІОМАСИ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ	83
3.1. Формування відпаду деревних насаджень парку-пам'ятки «Феофанія»	83
3.2. Просторова та композиційна структура лісових насаджень парку- пам'ятки «Феофанія»	87
3.3. Структура деревостанів за життєвим станом дерев	96

3.4. Оцінювання динаміки компонентів фітомаси лісових насаджень	99
3.5. Оцінювання динаміки компонентів мортмаси лісових екосистем	104
3.6. Загальна біопродуктивність дослідних лісових насаджень.....	108
Висновки до розділу 3	110
РОЗДІЛ 4. ЕКОСИСТЕМНІ ФУНКЦІЇ ЛІСІВ ПАРКУ-ПАМ'ЯТКИ «ФЕОФАНІЯ»	113
4.1. Екосистемні функції дослідних насаджень.....	113
4.2. Фітомаса лісових насаджень	120
4.3. Депонований вуглець у компонентах біомаси лісових насаджень парку-пам'ятки «Феофанія»	125
4.4. Киснепродуктивність лісів.....	127
4.5. Накопичення енергії в компонентах біомаси лісових насаджень	130
Висновки до розділу 4	132
ВИСНОВКИ.....	133
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	137
ДОДАТКИ.....	158

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

МБП – Міжнародна біологічна програма

ООН – Організація Об'єднаних Націй

ПП – постійна пробна площа

ЛКУ – Лісовий кодекс України

Держлісагентство – Державне агентство лісових ресурсів України

ПЗФ – природно-заповідний фонд

ОПЗФ – території та об'єкти природно-заповідного фонду загальнодержавного та місцевого значення

ЛВП – лісовпорядкування

ЛК – лісові культури

НІЛ – національна інвентаризація лісів

Парк-пам'ятка «Феофанія» – Парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення «Феофанія»

НУБіП – Національний університет біоресурсів і природокористування України

ДВН - діаметр стовбура на висоті 1,3 м

ЧПП – чиста первинна продукція

С – вуглець

ЄС – Європейський Союз

Умовні позначення деревних видів (акроніми)

АСРL, клен – клен гостролистий (*Acer platanoides L.*)

САВЕ, граб – граб звичайний (*Carpinus betulus L.*)

QURO, дуб – дуб звичайний (*Quercus robur L.*)

TICO, липа – липа дрібнолиста (*Tilia cordata Mill.*)

ULLE, в'яз – в'яз гладкий (*Ulmus laevis Pall.*)

FREX, ясен – ясен звичайний (*Fraxinus excelsior L.*)

ROPS, робінія – робінія псевдоакація (*Robinia pseudoacacia L.*)

ВСТУП

Актуальність теми.

Світова спільнота впродовж останніх трьох десятиліть активно шукає шляхи розв'язання проблеми зниження ризику стрімких кліматичних змін на планеті та об'єднує зусилля для зменшення антропогенного впливу на довкілля. Одним з основних завдань для науковців та урядів усіх країн світу на межі другого і третього тисячоліття стала протидія прискоренню потепління клімату, яке було чітко сформульовано в рамках глобальних ініціатив та конференцій, починаючи з Конференції Організації Об'єднаних Націй з навколишнього середовища і розвитку в Ріо-де-Жанейро та прийняття Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату [107]. На шляху до розв'язання проблем змін клімату ключову роль мала прийняття та ратифікація Кіотського протоколу [49] та Паризької угоди [107], які фокусно декларують важливість збереження та посилення поглиначів і накопичувачів парникових газів. У 2016 році Україна підписала та ратифікувала Паризьку угоду, яка рекомендує вживати дії для підтримки стратегічних підходів та позитивних стимулів щодо скорочення викидів у результаті вирубки й деградації лісів, розвитку сталого управління лісами та збільшення накопичення вуглецю в лісах [107].

Лісові екосистеми є одним із ключових поглиначів вуглекислого газу й накопичувачів вуглецю. Водночас науковими дослідженнями щодо впливу порушень на вуглецевий цикл у лісових екосистемах Українського Полісся вказують на досить хиткий баланс поглинання та емісії вуглецю, який суттєво залежить від гетеротрофного дихання ґрунтів та втрати біомаси деревостанів за наслідками біотичних, абіотичних та антропогенних порушень. Виникнення самих же порушень у лісових екосистемах суттєво зросло впродовж останніх десятиліть і негативний вплив крупномасштабних порушень стає все більш значущим для досягнень цілей лісівництва. Водночас для виконання ролі накопичувача вуглецю, лісові екосистеми потребують сталого управління, що

в довгостроковій перспективі унеможливить перевищення емісії вуглецю, порівняно з його депонуванням.

Якщо впливати на гетеротрофне дихання лісових ґрунтів практично є неможливим (окрім деяких рішень, зокрема мінімізації ерозії та пошкодження ґрунту внаслідок господарських заходів), то підвищувати приріст біомаси та стійкість деревостанів до агентів великомасштабних порушень є основними завданнями класичного лісівництва.

Порівняно з експлуатаційними лісами, природоохоронні насадження в Україні мають мінімізований вплив господарських заходів, зокрема рубок формування та оздоровлення [105]. Саме тому, дослідження росту й розвитку деревостанів та формування відпаду, зокрема в міських лісах, дає можливість оцінити роль деревостанів як резервуарів вуглецю.

Підписання і ратифікація Кіотського протоколу (1997) [49] та Паризької угоди (2016) [107] спонукали до стрімкого розвитку досліджень лісів, як основних поглиначів вуглекислого газу, здатних природним шляхом знижувати його концентрацію в атмосфері. Дослідження закономірностей вуглецевого циклу лісових екосистем на теперішній час стають ще більш актуальними для досягнення цілей низьковуглецевого розвитку. Вивчення закономірностей накопичення вуглецю в компонентах лісових екосистем відображають накопичувальний потенціал лісової біомаси в умовах антропогенної трансформації довкілля. За масштабами продукування і, особливо, тривалістю акумулювання вуглецю в деревних рослинах, ліси визнано відносно стабільною системою запобігання парниковому ефекту.

Водночас глобальні процеси трансформації лісових екосистем, за даними звіту «Глобальна оцінка лісових ресурсів 2020» [162], свідчать про зменшення площі лісового покриття на глобальному рівні. Упродовж останніх двох десятиліть відзначалося сповільнення швидкості втрат лісів, зокрема обсяг чистих втрат лісів знизилася із 7,8 млн га за рік у 1990 – 2000 рр. до 5,2 млн га у 2000 – 2010 рр. та 4,7 млн га за рік у 2010 – 2020 рр. (Звіт FAO, 2020) [162]. Найбільші темпи зниження чистих втрат лісових насаджень спостерігалися

впродовж останнього десятиліття. Загальний запас деревини у світі дещо зменшився з 560 млрд м³ у 1990 р. до 557 млрд м³ у 2020 році, а запаси вуглецю у лісах зменшилися з 668 Пг у 1990 році до 662 Пг у 2020 році (Звіт FAO, 2020) [160].

Лісові екосистеми в умовах антропогенного впливу, виконуючи природоохоронні функції та поліпшуючи якість природного середовища, зазнають впливу зовнішніх і внутрішніх чинників, у результаті чого частково або повністю можуть втрачати свої корисні властивості. Однією з важливих екологічних функцій лісових насаджень є депонування вуглецю. Динаміка деревного запасу тісно пов'язана зі зміною депонування вуглецю та продукування інших екосистемних послуг. Деревостани, які зазнали впливу антропогенних чинників можуть втрачати ці основні функції. Саме зменшення щільності накопиченого вуглецю в біомасі насаджень парку-пам'ятки «Феофанія» ставить важливе питання про продуктивність депонування вуглецю міськими лісовими насадженнями в умовах мінімального господарського втручання.

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

Дослідження за темою дисертації виконано в межах науково-дослідної роботи 110/5-пр-2019 «Прикладні рішення оцінювання впливу порушень у лісових екосистемах на вуглецевий цикл» (номер державної реєстрації 0119U100756, 2019 – 2021 рр.).

Мета та завдання дослідження.

Метою дисертаційного дослідження є встановлення закономірностей формування структури лісових насаджень у міському середовищі та особливостей продукування екосистемних функцій деревостанів (на прикладі парку-пам'ятки «Феофанія»).

Відповідно до мети вирішувалися такі завдання:

1. Визначити основні тенденції розвитку лісівництва та стану лісів в умовах змін клімату, розширення природоохоронних територій, збільшення урбанізації та антропогенного впливу на екосистеми.

2. Обґрунтувати теоретичні та науково-методологічні засади оцінювання екосистемних функцій і послуг лісових насаджень за основними показниками їхньої біопродуктивності.

3. Опрацювати теоретичні передумови та методичні засади проведення досліджень динаміки лісотаксаційних показників насаджень та екосистемних функцій насаджень в умовах природоохоронних територій.

4. Встановити закономірності структури дослідних деревостанів і динаміки видового складу лісових насаджень.

5. Встановити закономірності формування відпаду дерев досліджуваного об'єкта та накопичення мортмаси сухостою в лісових екосистемах. Дослідити особливості динаміки депонування вуглецю в фітомасі та мортмасі лісових насаджень на пробних площах.

6. Здійснити оцінювання загальної біопродуктивності лісових насаджень парку-пам'ятки «Феофанія» за основними компонентами фітомаси.

7. Оцінити екосистемні функції лісових насаджень на основі даних про поточний радіальний приріст деревини стовбурів.

Об'єкт дослідження – лісові насадження парку-пам'ятки «Феофанія».

Предмет дослідження – динаміка структури деревостанів та продуктивність екосистемних функцій лісових насаджень парку-пам'ятки «Феофанія».

Методи дослідження.

Теоретичні та експериментальні дослідження проводили із використанням чотирьох рівнів методології наукового пізнання: всезагального, загальнонаукового, конкретно-наукового та техніки досліджень у лісовій таксації. У дослідженні використано такі загальні методи як вимірювання, дослід, спостереження, систематизації тощо. Також було використано наукові методи: лісової таксації, лісовпорядкування, лісівництва тощо. Збір дослідних матеріалів виконували за методами: вибірково-перелічувальної таксації закладання постійних пробних площ. Виконано геодезичну зйомку досліджуваних ПП із застосуванням DJI Phantom 4,

визначено GPS-координати кожного дерева за допомогою Garmim Dakota10, вимірювання діаметру дерев із застосуванням мірної вилки Codimex на висоті 1,3 м із точністю до 0,1 см, висоту дерев (електронним висотоміром Halgöf EC-II-D), процеси зростання і стану дерев, досліджували за допомогою кернів із використанням приростового буру Halgöf. Облік дерев здійснювався за видовою структурою та оцінку їхнього життєвого стану здійснювали шляхом вимірювання та обстеження в натурі. Показник різноманіття було оцінено шляхом розрахунку індексу Шеннона складу видів дерев (за співвідношення площ перетину) і розмірної структури DBH (за ступенями товщини DBH 4 см). Кількісні показники запасу вуглецю стовбура, вуглецю в наземній та загальній фітомасі визначали за допомогою класичних формул таксації, використання лісотаксаційних довідників та нормативів оцінки компонентів надземної фітомаси дерев головних лісотвірних видів України (П. І. Лакида, Р. Д. Васишин, А. М. Білоус та ін., 2013 [70]; Лісотаксаційний довідник, 2021 [78]). Визначено закономірності розподілу DBH для кожної пробної площі, із застосуванням як нормального, так і стандартизованого розподілів.

Оцінювання екосистемних функцій дерев здійснювали за методами наближено таксації, зокрема за методом проф. Нікітіна [93].

Наукова новизна одержаних результатів.

У дисертаційній роботі досліджено закономірності формування та структури лісових деревостанів в умовах природоохоронного об'єкта та оцінено екосистемні функції насаджень за комплексного використання методів класичної та наближеної таксації і нормативно-довідкового забезпечення.

Основні результати досліджень містять елементи наукової новизни, які полягають у такому:

вперше:

- встановлено закономірності формування структури й різноманіття деревостанів в умовах природоохоронного об'єкта та за антропогенного впливу міського середовища;

- оцінено біофізичні показники екосистемних функцій лісових насаджень на території природоохоронного значення за за використанням методу наближеної таксації.

обґрунтовано:

- особливості формування відпаду дерев та накопичення мортмаси сухостою в деревостанах природоохоронного значення та в умовах впливу урбанізованого середовища;

- потенційну різновекторність у динаміці потоків вуглецю в лісових насадженнях природоохоронного значення за відсутності лісівничих заходів.

дістали подальшого розвитку:

- методичні засади й підходи використання комплексного оцінювання біопродуктивності та екосистемних функцій насаджень за використання різних методів таксації, довідкових даних та іншого нормативно-інформаційного забезпечення в умовах природоохоронних об'єктів;

- база даних і мережа постійних пробних площ для моніторингу динаміки лісових насаджень та їхньої продуктивності.

Практичне значення одержаних результатів.

Оцінювання екосистемних функцій і послуг лісових насаджень об'єктів природоохоронного статусу відкриває можливості для глибшого розуміння особливостей менеджменту для досягнення цілей сталого розвитку. Одержані результати можуть бути використані як підґрунтя для міжнародної звітності про лісові ресурси та впровадження ефективних заходів лісовпорядкування для управління в лісах у контексті виконання завдань і положень Паризької угоди [107] та Кіотського протоколу [161, 162]. Результати вказують, що за умови практичної пріоритетності депонування вуглецю в біомасі деревостанів, як екологічної функції, необхідно практикувати заходи для збільшення поточного приросту депонованого вуглецю в біомасі та підвищення стійкості дерев до природних та антропогенних порушень. Сприяння формуванню мішаних і різновікових деревостанів забезпечує більш стійке депонування вуглецю в біомасі насаджень та зменшує ризики негативного балансу вуглецевого циклу

в лісових екосистемах. Оцінювання екосистемних функцій лісових насаджень природоохоронного значення може бути практичною основою для визначення вартісних параметрів екосистемних послуг лісів та обґрунтування їхньої цінності для місцевого населення.

Особистий внесок здобувача.

Здобувачем здійснено опрацювання методик та методів оцінювання екосистемних функцій, збору даних стандартизованими і загальноприйнятими методами таксації та засобами дистанційного зондування Землі. Збір експериментальних даних проведено особисто здобувачем та за участю співробітників кафедри таксації лісу та лісового менеджменту НУБіП України за науково-організаційної підтримки наукових співробітників парку-пам'ятки «Феофанія». Висновки та пропозиції, висвітлені у дисертації, базуються на результатах проведених досліджень. У спільних публікаціях права співавторів не порушено.

Апробація матеріалів дисертації.

Основні теоретичні положення дисертації обговорено на: VI Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, магістрів, аспірантів і молодих учених «Ліс, наука, молодь» (22 листопада 2018 р., м. Житомир); VI Міжнародній науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих учених «Екологія – філософія існування людства» (17-19 квітня, 2019 р., НУБіП України, м. Київ); Міжнародній науково-практичній конференції «Лісова типологія як основа наближеного до природи лісівництва», присвяченій 150-річчю з дня народження проф. Є.В. Алексєєва та заснуванню кафедри лісівництва Навчально-наукового інституту лісового і садово-паркового господарства (17-18 жовтня, 2019 р., НУБіП України, м. Київ); Міжнародній науково-практичній конференції «Дослідження лісових та урбанізованих екосистем для забезпечення сталого розвитку» (2 квітня 2020 року, НУБіП України, м. Київ); Міжнародній науково-практичній конференції "CURRENT AND FUTURE OF MID-LATITUDE ECOTONE FORESTS" dedicated to the 180th anniversary of Education and Research Institute of Forestry

and Landscape-Park Management and 95th anniversary of the Separate Division of NUBiP of Ukraine “Boyarka Forest Research Station” (which will be held on June 10-12, 2021 p.); Міжнародній науково-практичній конференції «Екосистемні послуги лісів та урболандшафтів» (18 листопада, 2021 р., НУБіП України, м. Київ).

Публікації.

За темою дисертації опубліковано 10 наукових праць, з яких 2 статті в наукових фахових виданнях України, 2 статті в наукових виданнях інших держав внесених до міжнародних наукометричних баз даних, 6 тез доповідей на наукових конференціях.

РОЗДІЛ 1. СТАН ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОСИСТЕМНИХ ФУНКЦІЙ ЛІСІВ УКРАЇНИ

1.1. Біопродуктивність лісів – основа дослідження екосистемних функцій

Відліком масштабних досліджень біопродуктивності лісових насаджень можна вважати запровадження Міжнародної біологічної програми (МБП, *англ. International Biological Program, IBP*) — програми дослідження в масштабі всієї планети біологічної продуктивності природних та створених людиною рослинних та тваринних угруповань, що проводилася в період між 1964 і 1974 роками [88]. За мету МБП ставила виявити основні закономірності розподілення та відтворення органічних речовин в інтересах найраціональнішого використання їх людиною і отримання максимальної продуктивності на одиницю площі в природних чи культурних умовах. Своє продовження програма отримала в Міжурядовій програмі ООН «Людина й біосфера» [176].

Вивчаючи та досліджуючи ліс, як складну біологічну систему, яка функціонує на принципах динамічного розвитку, залежно від численних, внутрішніх і зовнішніх чинників, варто керуватися системним підходом [64].

Вивченням і аналізом закономірностей біопродуктивності лісових екосистем займалися вчені багатьох країн, серед яких В. М. Горбатенко, В. В. Протопопов [33], П. І. Лакида [62, 72], В. К. Мякушко [91], Л. І. Половніков [102], Н. І. Базілевич [8], А. І. Уткін [124-127], Madgwick H. A. [176], Young H. E. [196], які обґрунтовано визначили нормативи оцінки компонентів біологічної продуктивності дерев і деревостанів.

Питання вивчення біопродуктивності лісових насаджень є актуальним, оскільки дає можливість спрогнозувати їх динаміку для вирішення економічних, екологічних, екосистемних, трофічних і енергетичних проблем

[154]. Водночас Україна зобов'язалася виконати вимоги пост-Киотських домовленостей щодо поглинання парникових газів [65, 159, 174].

Порівняння показників біопродуктивності лісів України з аналогічними параметрами лісових фітоценозів деяких країн Європи засвідчує, що Україна володіє значним екоресурсним потенціалом, здатним вагомо впливати на екологічну стабілізацію довкілля та глобальні зміни клімату. Отримані результати досліджень лісів України свідчать про позитивні тенденції нагромадження обсягів фітомаси (17,8 % упродовж останніх 10 років) та депонованого вуглецю, їхню високу ЧПП, яка є близькою до усереднених показників країн-членів ЄС, а також значну енергетичну роль, яка, за умови вирішення організаційних та логістичних завдань, здатна забезпечити економію приблизно 2 % споживаних у країні енергетичних ресурсів. Отримані результати позитивно характеризують динаміку біопродукційних процесів у лісах України, а також зусилля дослідників вітчизняних та закордонних наукових установ щодо їх вивчення [92].

Вивчення біологічної продуктивності передбачає насамперед встановлення біологічного потенціалу деревних порід у різних умовах місцезростання, яке виражається річною продукцією фітомаси, складання відповідних критеріїв за компонентами фітомаси, карт продуктивності та ін. [69, 99].

Однозначно, під час вивчення лісових ценозів необхідно застосовувати комплексні, системні методи оцінки. Система – це впорядковано взаємодіючі і взаємопов'язані компоненти, що утворюють єдине ціле. Вивчення закономірностей і динаміки росту й розвитку лісових фітоценозів як системи значно спрощує застосування сучасних методів пізнання, які базуються на застосуванні математичного моделювання та відповідного програмного забезпечення [93].

Системний підхід, удосконалення його методів щодо вивчення стану лісових екосистем, у своїх дослідженнях, використовували вчені лісівничої науки О. А. Атрощенко [6, 7], К. К. Буш, І. К. Ієвін [16], І. В. Карманова [48],

І. Я. Лієпа [76], В. В. Загреєв, А. З. Швиденко [43], А. З. Швиденко [138, 141], К.Є. Нікітин, А. З. Швиденко [93], Г. С. Розенберг [114], О. G. Chertov [156] та ін. Застосування системного підходу під час вивчення і оцінювання стану лісових ценозів дає змогу отримувати не лише кількісну оцінку взаємозв'язків окремих компонентів системи, а і зменшити витрати часу та коштів, оскільки вихідна інформація однієї підсистеми, як правило, є входом до іншої. Але, системний підхід не вирішує основної проблеми, а є інструментом за спрямування досліджень в найбільш раціональному напрямі для досягнення кінцевої мети [72].

Основними етапами під час застосування системного підходу вивчення біопродуктивності лісових ценозів є [6, 72]:

- визначення мети дослідження;
- встановлення меж об'єкту як системи;
- структурний аналіз та розподіл об'єкта на однорідні елементи;
- розробка математичних моделей зв'язку між елементами
- виявлення та моделювання загальних властивостей системи;
- синтез залежностей для встановлення цілісної моделі об'єкта;
- моделювання структури та функціонування системи за різними початковими умовами;
- системний аналіз результатів роботи моделі;
- розробка моделей елементів і систем бна вищому рівні, подальший синтез моделей як новий виток діалектичної спіралі пізнання об'єкту.

Біологічна продуктивність лісових насаджень і рівень екосистемних послуг взаємозалежні. Оцінювання біологічної продуктивності за компонентами фітомаси є основним завданням, вирішення якого дає можливість охарактеризувати в кількісному вимірі екологічні функції лісових екосистем [60]. Принцип оцінювання якості екосистемних послуг лісових ценозів є, на теперішній час, досить актуальним на фоні посилення впливу антропогенних чинників.

Аналіз наукових досліджень та практичних заходів, що зумовлюють процес становлення концепції екосистемних послуг, свідчить про те, що немає чіткої єдності розуміння механізмів її практичної реалізації та інструментів розвитку [85, 168]. У глобальному розумінні однією з останніх конструктивних праць у галузі ідентифікації екосистемних послуг стало дослідження Т. Брауна, Дж. Бергстрема і Дж. Луміса [193]. Вони виділили екосистемні блага та екосистемні послуги. До групи благ увійшли невідновлювані блага (гірські породи, мінерали, викопне паливо) і ті, які відновлюються (тварини, рослини, вода, повітря, ґрунт, рекреація, естетика).

Державна політика у сфері екосистемного регулювання щодо лісових ресурсів в Україні регламентується низкою законодавчих і підзаконних актів, насамперед, нормами Лісового кодексу України (ЛКУ) [77]. Водночас екосистемний підхід до регулювання проявляється в таких тезисах:

-термінологічному – базові визначення ґрунтуються на понятті екосистем (стаття 1 ЛКУ визначає поняття ліс як тип природних комплексів (екосистем), у якому поєднуються переважно деревна та чагарникова рослинність із відповідними ґрунтами, трав'яною рослинністю, тваринним світом, мікроорганізмами та іншими природними компонентами, що взаємопов'язані у своєму розвитку, впливають один на одного й на навколишнє природне середовище; аналогічно визначені поняття природних лісів (природних лісових екосистем), пралісів (пралісових екосистем), квазіпралісів (умовно пралісових екосистем);

-природоохоронному – стосується проблем збереження та охорони довкілля (стаття 85 ЛКУ визначає, що збереження біорізноманіття в лісах здійснюється їхніми власниками та постійними лісокористувачами на генетичному, видовому, популяційному та екосистемному рівнях). Також можна деталізувати цей контекст у техніко-технологічному форматі, що відображається в конкретних вимогах до лісозаготівельників під час вибору способів рубок і технологічних варіантів освоєння лісосік щодо забезпечення цілісності й екологічної стійкості лісових екосистем;

-зміни клімату – екосистемний підхід у зв'язку із лісовим господарством згадується за формування й подальшої реалізації цілісної державної політики у сфері зміни клімату, що обумовлено мультидисциплінарним характером таких змін. Зокрема, збереження і відтворення екосистем має бути покладено в основу політично, економічно і науково-обґрунтованих рішень із питань зміни клімату для всіх секторів економіки, включно з лісовим господарством [146, 147].

Вагомість дослідження екосистемних послуг з урахуванням національних і локальних інтересів при користуванні ними визначається сучасним станом екологічної безпеки України. Зважаючи на те, що екосистемні послуги, такі, як фільтрація забруднень і поглинання вуглецю, важко чимось замінити, погіршення якості довкілля через втрачання екосистемних послуг нині є однією з найбільших загроз для суспільства й бізнесу [158]. Незважаючи на достатню кількість напрацювань щодо цінності екосистемних послуг для життєдіяльності суспільства, ще багато питань потребують детального аналізу, зокрема, бракує єдиної методології організації в межах природоохоронних територій комплексних еколого-географічних досліджень, спрямованих на збереження їхнього біорізноманіття. Невирішеними залишаються питання, пов'язані передусім із безпосереднім впливом якості екосистемних послуг земель природно-заповідного фонду на функціонування різноманітних систем міського господарства, обґрунтуванням значущості екосистемних послуг заповідних територій урбанізованих зон для життєдіяльності великих міст і необхідності управління такими природоохоронних територій на засадах екосистемного підходу [83].

Кожна лісова ділянка продукує різний обсяг екосистемних послуг, залежно від видового складу, просторового розміщення та інших лісівничо-таксаційних показників. У результаті досліджень Т. Näyhä et al. встановили щорічний обсяг екосистемних послуг, які продукують альпійські лісові екосистеми, а також визначили їхній грошовий еквівалент. Так, альпійські ліси

щорічно продукують екосистемних послуг на суму від 300 до 6100 €·га⁻¹·рік⁻¹, що становить приблизно 820 €·га⁻¹·рік⁻¹ [164].

Вивчення і кількісне визначення показників екосистемних послуг має неабияке значення саме в урбоекосистемах. Успішним прикладом є комерціалізація цілого пакету лісових екосистемних послуг є система водопостачання штату Нью-Йорк – влада штату вже понад сто років використовує метод непонесених витрат. Замість витрати \$8 млрд на будівництво нових резервуарів та водоочисних споруд, а згодом витрат на підтримку їхнього функціонування у \$300 млн щорічно, влада розробила особливу програму управління гірським водозбірним басейном. Півмільярда доларів було виділено на придбання земель та фермерських сервітутів, що забороняли господарське освоєння цих земель, були також розроблені плани щодо впорядкування нових лісів та підготовки спеціалістів [21, 118].

В Україні є вагомі напрацювання щодо дослідження екосистемних функцій і послуг за даними оцінювання біопродуктивності лісів за компонентами фітомаси й мортмаси. Велика спадщина таких даних сформована за вагомого внеску професора П. І. Лакиди та його науковою школою, які приділяли особливу увагу основним лісотвірним породам України.

У результаті наукових досліджень О. П. Бали, П. І. Лакиди, Л. М. Матушевич, І. П. Лакиди [64-66, 150] під час вивчення фітомаси надземних компонентів дубових деревостанів Полісся встановлено, що понад половини (55,3 %) надземної фітомаси дубових деревостанів зосереджено в деревині стовбура. На кору стовбура й деревину гілок припадає однакова частка (по 11,9 %), частка кори гілок становить 4,7 %, деревної зелені – 16,2 %. Водночас максимальна біопродуктивність дубових насаджень, з незначними коливаннями в межах класів бонітету, припадає на період від 30 до 50 років. Загальна оцінка продукції дубових деревостанів у лісах Полісся України складає 324,7 тис. т абсолютно сухої речовини. Територіальна мінливість нагромадження продукції за адміністративними областями визначалася

відмінностями в наявності площ і віковій структурі насаджень. Найбільше продукції нагромаджують дубові деревостани Житомирської обл. (111,3 тис. т), у яких значна частка продукції припадає на середньовікові насадження (78,2 тис. т). Найменшу кількість продукції нагромаджують дубові насадження Сумської обл. (7,5 тис. т). В інших областях її кількість змінюється від 21,1 тис. т. (Київська обл.) до 59,7 тис. т (Чернігівська обл.) [19].

Дослідження параметрів локальної та середньої щільності компонентів фітомаси стовбурів дерев і гілок крони та розробка математичних моделей їх залежності від основних морфометричних показників ялиці білої Р. Д. Васишиним [19] відображають, що середня базисна щільність деревини стовбура перебуває на рівні 392, а кори – $450 \text{ кг(м}^3\text{)}^{-1}$. Середня базисна щільність деревини гілок більша за відповідну щільність деревини стовбурів на 138, кори відповідно на $26 \text{ кг(м}^3\text{)}^{-1}$. Щодо деревини в корі, то тут перевищення становить $112 \text{ кг(м}^3\text{)}^{-1}$.

У своїх дослідження М. М. Петренко [99] вивчав біологічний потенціал деревостанів сосни звичайної. Згідно з його даними, показники фітомаси практично всіх компонентів, окрім хвої, збільшуються впродовж усього досліджуваного періоду. Така тенденція є типовою і для штучних соснових насаджень, створених на лісових ділянках [67], але від досліджуваних деревостанів останні відрізняються нижчими показниками загальної продуктивності фітомаси, що зумовлено насамперед більшою енергією росту сосняків на землях довготривалого використання. Щорічний приріст фітомаси в цих умовах коливається від 7,5 до $13,5 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ й сягає максимуму у віці 35–40 років і мають значний екологічний потенціал щодо депонування вуглецю з атмосфери [150].

Василишиним Р. Д. [19] здійснений аналіз особливостей будови і форм крони дерев, які відіграють суттєву роль в оцінці фітомаси крони в натуральних величинах. Формування крони дерев вільхи клейкої відбувається під впливом чинників зовнішнього та внутрішнього середовища, що й зумовлює значне варіювання показників компонентів фітомаси крони. Древа

одного виду та віку мають різні діаметри і висоти, а тому й різні параметри крон, унаслідок індивідуальної мінливості та впливу лісорослинних умов. Тип змішування деревних порід через взаємовплив за сумісного зростання відіграє особливу роль під час формування параметрів крони деревостанів [19, 13].

У результаті досліджень Білоуса А.М. [10], отримано середні значення природної і базисної щільності деревини й кори стовбурів та гілок дерев осики, відсотку листя у деревній зелені (39,3 %) та вмісту абсолютно сухої речовини у листі (0,492). Встановлено, що середнє значення частки кори (свіжозрубаний стан) за об'ємом стовбурів складає 12,6 %, середнє значення частки кори за об'ємом свіжозрубаних гілок складає 32,8 %, а середнє значення частки за масою свіжозрубаних гілок – 37,2 %. Частка кори зменшується зі збільшенням діаметра гілки. Насадження осики в основному зосереджені в Поліссі та Лісостепу України та представлені переважно порослевими деревостанами І класу бонітету, що ростуть в умовах свіжих і вологих сугрудів і грудів. У Лісостепу та Степу насадження осики зосереджені переважно в Лівобережній частині України, а в Поліссі – в обох частинах. Вік кількісної стиглості порослевих насаджень, визначений за зміною запасу, припадає на третій клас віку та становить 25–30 років [29].

У результаті досліджень У. М. Котляревської [57] встановлено, що динаміці структури біомаси досліджуваних вільхових насаджень властиве: зменшення частки надземної фітомаси деревостану (від 65 до 57 %), збільшення частки фітомаси підліску до 5 %, зменшення частки опаду грубих гілок до 1 %, зменшення частки мортмаси підстилки до 9 %, збільшення загальної мортмаси до 20 % із віком насаджень. На основі розроблених моделей для встановлення загальної динаміки мортмаси вільхових лісів і повидільної бази даних лісового фонду України визначено, що в загальній мортмасі вільхових лісів Українського Полісся накопичено вуглецю 4,22 Тг С, а загальний вміст енергії становить 120,6 ПДж. Встановлено, що показники депонованого вуглецю мортмаси вільшаників досліджуваного регіону за

даними лісовпорядкування в 95 разів менші від даних, які отримані за результатами дослідження.

1.1.1. Фітомаса лісів

Оцінювання продуктивності лісів за компонентами фітомаси дає змогу визначити можливі додаткові ресурсні запаси лісів (деревина та кора гілок, корені, хвоя тощо), вивченню яких у минулому приділялася обмежена увага. Крім того, показники запасів фітомаси тісно корелюють із показниками екологічних і екосистемних функцій лісових фітоценозів, а саме продукування кисню, затримання пилу, шумопоглинання, ерозійнозахисна ґрунтового покриву та ін. Фітомаса лісів є найвагомим складником живої континентальної природи [122], яка є основною характеристикою, за допомогою якої визначають хід процесів у лісових екосистемах та використовують для управління і моніторингу сталого ведення лісового господарства, моделювання продуктивності лісів та оцінки їхньої вуглецедепонуальної ємності [122, 123].

Серед наземних екосистем ліси є основним поглиначем вуглекислого газу, здатним природним шляхом зменшувати його концентрацію в атмосфері. Вагомим між тим є дослідження запасів вуглецю в основних компонентах лісових екосистем різного типу. Дані, отримані внаслідок таких досліджень, дають змогу провести їхній порівняльний аналіз та визначити, який тип лісових екосистем та які його компоненти відіграють найбільшу роль у депонуванні вуглецю. За масштабами продукування і, особливо, тривалістю акумулювання вуглецю в деревних рослинах ліси визнано найнадійнішою системою запобігання парниковому ефекту [90]. Проблема вмісту й динаміки вуглецю в екосистемах становить особливий практичний інтерес для науковців у останні 15-20 років через збільшення кількості вуглекислого газу та очікування глобальних змін клімату. Визначення запасів фітомаси (вуглецю) полягає в комплексному поєднанні регіональних розрахунків даних

двох видів: бази статистичних лісовпорядних даних та бази даних пробних площ, які містять інформацію про фракційні запаси фітомаси деревостану [74].

Під час оцінки фітомаси використовують і інші методи. Наприклад, експрес-оцінка фітомаси (дистанційне зондування) великих масивів, застосування якого в практичному сенсі не залежить від метеоумов та часу доби, оскільки одним із чинників, який впливає на формування радіолокаційного зображення є шаруватість поверхні, яка відображає різницю її складових елементів [68, 157].

Перспективним методом під час вивчення запасів фітомаси та депонованого вуглецю є використання ГІС-моделей [183], складовими яких є різноманітні атрибутивні бази даних – дані певних облікових робіт, дослідження, публікації; формалізовані – перероблені та доповнені карти різного роду [190].

Здійснення оцінки запасів органічного вуглецю (C_{org}) в основних резервуарах (надземна й підземна фітомаса, стовбуровий фітодетрит, підстилка і ґрунт) лісових екосистем Східних Бескидів довело, що щільність запасів C_{org} у лісових екосистемах становить $128 - 147 \text{ т С га}^{-1}$. Із загального запасу C_{org} 54,2 % припадають на фітомасу деревостану, 41,4 – ґрунтовий профіль до глибини 50 см, 2,5 – підстилку, 1,1 – піднаметову рослинність і 0,8 % – стовбуровий фітодетрит [143].

Біометрична оцінка фітомаси окремих дерев у розімкнутих культурних фітоценозах в умовах великих міст, у яких рекреаційне навантаження, забруднення атмосферного повітря, ґрунтового покриву та водних джерел чутливо вловлюють компоненти фітомаси дерев – актуальний напрям біологічних досліджень як основа моніторингу зелених насаджень урбоекосистем [115].

Під час дослідження фітомаси в лісосмузі встановлено [116], що спосіб її розподілу залежить від його структурних особливостей. Зі збільшенням відкритості вертикального профілю лісосмуги (%) частка надземної фітомаси відповідно збільшується. Запас фітомаси деревостану в лісосмугах залежав від

загальної продуктивності деревостану, а також від запасу деревостану. Доведено, що фітомаса в лінійних насадженнях розподілялася так: стовбур (59,3 %), гілки (26,6 %), кора (9,9 %) і листя (4,3 %). Фітомаса підросту сягала $23,1 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ (від 1,5 до 23,1) і залежала від структури лісосмуги ($r = -0,53$) і ширини ($r = 0,64$).

Результати дослідження динаміки фітомаси лісових екосистем парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення «Феофанія», який розташовується в межах м. Києва показали, що структурою фітомаси лісових насаджень є 62 % фітомаси стовбурів у корі, 23 % коріння, 10 % гілок у корі, 1 % листя, 2 % підліску і підросту та 2 % живого надґрунтового покриву. Визначено, що щільність фітомаси в абсолютно сухому стані на одиницю площі впродовж досліджуваного періоду збільшилася на 80,7 % – до $10,35 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$ [177].

1.1.2. Мортмаса лісових екосистем

Питання дослідження біопродуктивності лісових насаджень має базуватися на системному підході, з огляду на всі компоненти фітомаси й мортмаси, як основи органічної речовини рослинної біомаси. Дослідження біопродуктивності насаджень основних лісотвірних порід дає змогу встановити запаси вуглецю екосистем [139] і киснепродуктивності лісових насаджень [142] і інших складових комплексних ресурсів лісових функцій.

Мортмаса лісів – це органічна речовина мертвих деревних рослин, їхніх фрагментів та окремих мертвих компонентів живих рослин, яка вимірюється в $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$ абсолютно сухої речовини. Мортмаса поділяється на надземну та підземну. Наземна поділяється так само на деревний детрит, мортмасу грубих гілок і підстилку, а до підземної відносять органічну речовину мертвих коренів рослин. Деревний детрит – це мортмаса сухостою і деревної ламані. Водночас сухостій поділяють на мортмасу сухостійних дерев і сухих гілок живих дерев.

Показники динаміки фітомаси й мортмаси та їхній аналіз є підґрунтям пізнання процесів трансформації органічної речовини в лісових екосистемах

та кругообігу вуглецю в біосфері [9]. Прогнозування динаміки процесів формування відпаду дерев, накопичення деревного детриту в насадженнях, приуроченість мікробіоти до певних компонентів деревного детриту можливе на основі вивчення змін стану відповідних показників у часі. Характер дії біологічних, фізичних і хімічних чинників, а також видовий склад і біомаса дерев, чагарників або сумарний показник біомаси відображають інтенсивність проходження процесів формування детриту [59].

Запас грубого деревного детриту за оцінкою Р. Ф. Трейфельда [121] складався із сухостою, деревної ламані та пнів, з огляду на втрати деревини під час лісоексплуатації. Обмірювали кожний стовбур сухостою і деревної ламані, а також пні, враховували всі категорії детриту з діаметром 10 см і більше. Деревну ламань обліковували частково тільки перших трьох класів розкладу. Під час детального обстеження лісових ділянок запаси сухостою і деревної ламані обліковували з точністю до 1 м³ із визначенням деревного виду і класу розкладу. Водночас застосовували 5-стадійну схему розкладу деревного детриту.

У праці А. З. Швиденко та ін. [139] на основі системного аналізу даних зроблено ґрунтовне оцінювання грубого деревного детриту, який визначено як усі надземні та надземні деревні залишки діаметром $d > 1$ см у тонкому кінці, дрібні залишки, діаметром менше ніж 1 см, віднесено до підстилки, яку розглядали як ґрунтове тіло. До сухостою відносять сухі гілки крон живих дерев, а до деревної ламані – наземну частину пнів.

Дослідження В. П. Пастернака [97] присвячено вивченню відмерлої деревини, що передбачало оцінювання усіх сухостійних дерев і деревної ламані діаметром понад 7 см. Для кожної одиниці деревної ламані визначали довжину, діаметр у верхньому та нижньому відрізах і ступінь розкладання.

Оцінка грубого деревного детриту за методикою О. М. Воробйова [25] передбачала вимірювання довжини, діаметру та визначенню класу розкладу у деревної ламані сухостою та пнів діаметром понад 10 см і довжиною понад 0,2 м. Водночас за основу із закладанням пробних площ було обрано стрічковий

метод, який на думку вченого, найбільш підходить для вибіркової оцінки грубого деревного детриту. На стрічках завширшки 10 м і довжиною, яка рівна довшій стороні пробної площі (лісосіки), проводили детальний облік грубого деревного детриту. Було застосовано 4-стадійну схему класів деструкції.

Під час дослідження пралісів Р. Тіннер та ін. [120] розробили методику зі статистичної інвентаризації Угорсько-Широколужанського букового пралісу, згідно якої запас мертвої деревини – це сума стоячої і лежачої мертвої деревини, але до якої не входять лежачі дерева із живими гілками, мертві гілки на живих стоячих деревах, кореневі системи, нахилені мертві дерева, частина кори, гілки або стовбури, які цілком або частково вкриті землею.

Використання даних з інвентаризації грубого деревного детриту на трансектах використання в роботі К. О. Капіци та ін. [47]. Водночас для деревної ламані та завислих дерев було враховано породу, клас деструкції та діаметр у місці перетину ходові лінії. Для сухостою і пнів діаметром понад 4 см реєстрували деревні види, клас деструкції, діаметри основи та вершини або на висоті 1,3 м і висоту.

Розроблена методика А. М. Білоусом є комплексним підходом в питанні вивченні і оцінювання мортмаси (табл. 1.1), дає змогу здійснити оцінку загальної мортмаси насаджень, створює можливість визначення запасу органічної речовини мертвих дерев у лісових фітоценозах, депонованого вуглецю та вміст енергії в мортмасі, що є необхідним для оцінки екологічного та енергетичного потенціалу лісів. Автор методики запропонував здійснювати поділ мортмаси сухостійних дерев та деревної ламані на групи за наявністю та цілісністю компонентів. Розроблені методичні підходи до оцінки компонентів мортмаси лісів спираються на методологічні основи дослідження біопродуктивності лісів та узгоджуються з методикою оцінки фітомаси. Такий підхід дає можливість сформувати структуровані бази дослідних даних з високим рівнем організації дослідної інформації для моделювання біопродуктивності лісів [9].

Аврамчуком О.О. [1, 2] проаналізовано сучасні методики для дослідження компонентів мортмаси лісових насаджень та представлено методичні особливості дослідження мортмаси соснових насаджень у польових та камеральних умовах, проаналізовано теоретичні аспекти класифікації мортмаси і соснових насаджень за компонентами та класами деструкції, морфологічну характеристику компонентів мортмаси насаджень сосни звичайної I-V класів деструкції, здійснено поділ сухостійних дерев на I-II класи деструкції, а мортмасу деревної ламані та опаду грубих гілок на I-V класи деструкції, а також наведено особливості визначення якісних показників компонентів мортмаси.

Таблиця 1.1

Класифікація основних компонентів фітомаси і мортмаси лісових насаджень [9].

	Компоненти фітомаси		Компоненти мортмаси
1	Фітомаса деревостану	1	Мортмаса сухостою (I і II класи розкладання)
1.1	Фітомаса стовбурів у корі		
1.1.1	Фітомаса деревини	1.1	Мортмаса сухостійних дерев
1.1.2	Фітомаса кори	1.2	Мортмаса сухих гілок живих дерев
1.2	Фітомаса крон	2	Мортмаса деревної ламані (I-V класи розкладання)
1.2.1	Фітомаса гілок	2.1	Мортмаса деревної ламані
1.2.1.1	Фітомаса дрібних гілок ($d \leq 1$ см)	2.2	Мортмаса пнів
		2.3	Мортмаса залишків (втрат) деревини після лісозаготівлі
1.2.1.1.1	Деревина дрібних гілок ($d \leq 1$ см)	3	Мортмаса грубих гілок ($d > 1$ см) (I-V класи розкладання)
1.2.1.1.2	Кора дрібних гілок ($d \leq 1$ см)	4	Мортмаса підстилки
1.2.1.2	Фітомаса грубих гілок ($d > 1$ см)	4.1	Мортмаса дрібних гілок ($d \leq 1$ см)
1.2.1.2.1	Деревина грубих гілок ($d > 1$ см)		
1.2.1.2.2	Кора грубих гілок ($d > 1$ см)	4.2	Мортмаса опаду листя, дрібних частин кори, плодів, насіння та ін.
1.2.2	Фітомаса листя		
2.	Фітомаса підліску	4.3	Мортмаса живого надґрунтового покриву
2.1	Фітомаса пагонів у корі		
2.2	Фітомаса листя		
3	Фітомаса ЖНП	5	Мортмаса підліску і підросту (I-V класи розкладання)
3.1	Надземна фітомаса ЖНП		
3.2	Фітомаса коренів ЖНП	6	Мортмаса коренів

Мортмаса грубих гілок у штучних соснових насадженнях Київського Полісся починає формуватися у 20-30-річному віці, набуває максимальних значень у віці 40-50 років та поступово зменшується із часом. Упродовж росту і розвитку соснових насаджень мортмаса грубих гілок може становити від 0,5 до 3,0 т·га⁻¹ абсолютно сухої речовини. У структурі мортмаси грубих гілок за розкладанням переважає опад гілок III-IV класів деструкції [2].

Методичні особливості поділу мортмаси деревної ламані на класи деструкції представлено в працях Ковбаса Я. В. [54, 55]. Встановлено базисну щільність мортмаси деревної ламані в насадженнях берези повислої (*Betula pendula Roth.*) Східного Полісся України за класами розкладання. Проведено статистичний та графічний аналіз мортмаси деревної ламані залежно від основних таксаційних показників, а також розроблено математичні моделі для оцінки запасу мортмаси в абсолютно сухому стані на 1 га лісових насаджень.

Дослідження мортмаси здійснюється відповідно до загальноприйнятих стандартизованих норм закладання тимчасових пробних площ та вимог методики оцінювання фітомаси П. І. Лакиди [72]. Окрім того, ПП мають бути закладені в насадженнях, у яких упродовж останніх 5 років не проводилася рубки, у тому числі санітарні, не відбувалися пожежі, а також не було виявлено вогнищ шкідників та хвороб. Лісові ділянки мають бути віддалені від населених місць та мінімально відвідувані населенням.

ПП закладаються у лісових ділянках, репрезентативних насадженнях, які є модальними для лісів. Здійснюється геодезична зйомка ПП та просторова прив'язка. Проводиться суцільний перелік дерев 3–10 модельних дерев для встановлення характеристики деревостану.

1.1.3. Чиста первинна продукція

Чиста первинна продукція (ЧПП) є одним із видів біологічної продуктивності, кількісне визначення якої потрібне для успішного вирішення низки різноманітних екологічних викликів. За допомогою напівемпіричної

методики, яку розробили й реалізували науковці Міжнародного інституту прикладного системного аналізу, оцінено ЧПП лісів України [188].

Встановлено, що вона становить $49,0 \text{ Тг С} \cdot \text{рік}^{-1}$, або $512 \text{ г С} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{рік}^{-1}$ в середньому. Це майже на дві третини вище за середню щільність ЧПП російських лісів ($317 \text{ г С} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{рік}^{-1}$) і дуже близько до останньої оцінки середньої ЧПП для 25 країн Європейського союзу – $520 \pm 75 \text{ г С} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{рік}^{-1}$ [153, 172].

Для лісових екосистем ключовим є багаторічний процес накопичення органічної речовини у фітомасі. Для лучних та водних екосистем характерним є переважання процесів продукції. Вони підтримують свою структуру завдяки динамічній продукції фітомаси, що виражається в незначному її накопиченні, але швидкому оновленні. Урбоекосистеми, що характеризуються високими показниками деструкції («дихання»), потребують додаткової енергії в 16 разів більше, ніж її «продукує» зелена зона міста [3].

Результати апробації удосконаленої методики оцінки збитків на основі енергетичних показників від втрати природних біотопів та їх компонентів у випадку неправомірного використання природного середовища. Основними показниками запропонованої методики є біомаса та продуктивність, виражені в енергетичному еквіваленті, з урахуванням часу відновлення біотопу. Їхні значення врівноважують оцінку збитків від втрати екосистем стабільного (зі значною біомасою) та динамічного (з високою продуктивністю) типів. Запропоновано застосовувати дану методику для оцінки збитків від втрати природних біотопів на територіях природно-заповідного фонду.

Процеси біологічної продуктивності лісових насаджень безпосередньо пов'язані з процесами глобального потепління клімату, що останнім часом є актуальним дослідження екосистемних послуг. Найбільш ефективним критерієм між тим є стабільне зростання концентрації вуглекислого газу в атмосферному повітрі. Під час розв'язання цих проблем визначальна роль належить лісовим екосистемам, а дослідження їхньої біосферної функції є актуальним питанням планетарного та глобального масштабу. До основних біосферних функцій лісів належить їхня здатність впливати на біохімічні

цикли, а саме – вуглецевий, азотний, гідрологічний і кисневий. При цьому, саме вуглецевий цикл має інформаційну та методологічну основу оцінки глобальної ролі лісів. А органічна речовина, яка обліковується в тканинах рослин у межах екосистем (фітомаса й мортмаса) є важливим індикатором впливу рослинності на глобальний вуглецевий запас.

Зміна типу землекористування, емісія CO_2 , спалювання викопних енергетичних ресурсів є основними джерелами надходження вуглекислого газу в атмосферу. Першопричиною є втрата біомаси лісів, які супроводжуються виносом депонованого в лісових екосистемах вуглецю та зменшенням його поглинання внаслідок скорочення площ фотосинтезуючої поверхні планети. Зважаючи на те, що лісові екосистеми виконують функцію основного наземного поглинача вуглекислого газу, лісогосподарська галузь є одним із головних чинників, який здатний суттєво впливати на його баланс і колообіг [14, 15].

Вуглецевий цикл (поглинання, депонування, емісія в атмосферу) у лісових екосистемах залежить від кліматичних і ґрунтових умов, структури рослинності, їхнього віку, повноти і с класу бонітету та ін. Інтенсивність проходження вуглецевого циклу опосередковано відображається в кількісних параметрах фітомаси, як основного індикатора стану лісових екосистем, що і є базою для оцінки вугледепонувальної і киснепродукувальної функції.

Виконуючи дослідження вугледепонувальної і киснепродукувальної функцій необхідно обирати системний підхід, який має відображати кількісну і якісну складові біопродукційних процесів, які найбільш інтенсивно відбуваються саме в лісових екосистемах. До них належать валова продукція, чиста первинна продукція, як кількість органічної речовини, що фіксується в рослинах, чиста екосистемна продукція, біомна продукція, екосистемний вуглецевий баланс. Ці показники відображають кінцеве значення обміну вуглецю екосистем із навколишнім середовищем на великих територіях, за проміжок часу, не менше одного року [17, 26, 140, 154].

1.1.4. Природно-кліматичні та лісорослинні умови регіону досліджень

Територія парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення «Феофанія», охоплює 107 га загальної площі на період проведення досліджень та розміщена в південній частині м. Києва. Основні умови регіону досліджень характеризуються такими основними чинниками як: рельєф, клімат, гідрологічні умови, ґрунтовий покрив, лісова рослинність та господарська діяльність людини.

Рельєф. Геологічно м. Київ із прилеглими до нього територіями розташований у зоні стику двох регіональних структур: північно-східного схилу Українського щита та південно-західного схилу Дніпровсько-Донецької западини. За межу між ними слугує Дніпровська зона розломів північно-західного простягання. Основні риси рельєфу м. Києва та його околиць були сформовані за четвертинного періоду [30]. Лісові масиви розташовані на корінних плато, заплавах і терасах річок. Відмінності в рельєфі та геологічній будові східної і західної частин району досліджень зумовлені насамперед розташуванням на різних берегах Дніпра. Уздовж правого берега Дніпра тягнеться тераса, висота якої коливається в середньому від 30 до 70 м над меженним рівнем Дніпра. Західна та північно-західна частини Києва та його околиць вкриті зандровими пісками. Зандрові породи у вигляді пісків і піщано-глинистих відкладів трапляються на території Святошинського та Дарницького районів.

З півночі на південь простягається широка лугова тераса, яка окремими плямами трапляється і на правому березі. Лесові масиви починаються з другої борової тераси, яка характерна для обох берегів Дніпра. Четвертинні відклади першої лугової тераси складаються з піщаних порід, іноді з прошарками суглинків, мулистих глин, торфу, що підстеляються промитими алювіальними та водно-льодовиковими пісками з валунчиками й галькою. Максимальна потужність алювіальних відкладів 30 м, а водно-льодовикових 5–6 м. У межах

другої тераси їх потужність зростає в середньому до 20–40 м. Третя тераса виразніше простежується на лівому березі Дніпра [30].

Клімат. Клімат району досліджень помірно-континентальний [52, 53]. Пануючі вітри влітку – західні та північно-західні, взимку – східні та південно-східні. Середньорічна температура складає +7,2 °С, досягаючи в найхолодніші роки +5,9 °С, у найтепліші +8,6 °С. Середня температура літнього сезону становить +19,5 °С, а взимку -5,8 °С. Абсолютний зафіксований максимум для території Києва +40 °С, мінімум - 34 °С. У суворі зими, коли температура повітря знижувалася до 32–34 °С, це призводило до загибелі деревних та кущових рослин. Середньорічна кількість днів із морозом – 136. Із кліматичних чинників, що негативно впливають на ріст і розвиток лісових насаджень, особливо в молодому віці, виділяють пізньо весняні та ранньоосінні заморозки на початку і наприкінці вегетаційного періоду.

Максимальна середньомісячна відносна вологість повітря спостерігається в грудні й досягає 89 %, мінімальна в травні – 63 %. У посушливі роки відносна вологість спадала до 12–16 %, що ставало причиною атмосферної посухи і створювало небезпеку для нормальної вегетації рослин [52, 53]. Середньорічна кількість опадів – 649 мм. Характерним є континентальний тип розподілу річної кількості опадів з максимумом влітку і мінімумом взимку. Під час активної вегетації рослин у літні місяці інтенсивність опадів може знижуватися до 12–13 мм за місяць. Середньорічна кількість днів з опадами – 160, тривалість снігового покриву –106 днів, але у зв’язку з глобальним потеплінням тривалість цих періодів дані зменшуються.

За агрокліматичним районуванням територія Києва належить до вологої помірно теплої зони з гідротермічним коефіцієнтом 1,3–2,0. Зимовий період у місті починається з третьої декади листопада і триває в середньому 119 днів, коли середньодобова температура повітря піднімається вище 0 °С, що найчастіше спостерігається у третій декаді березня. Закінчення кліматичної весни фіксується за переходу середньої температури у +15 °С. У зв’язку із підвищенням середніх добових температур повітря, руйнується

сніговий покрив, відбувається активне випаровування вологи з поверхні ґрунту, посилюється теплообмін. На другу половину весни, коли температура перевищує +5 °C, починається вегетація рослин, а з переходом позначки +10 °C активізується ріст і розвиток рослин. Для початку першої половини весни характерними є такі атмосферні явища як туман, гроза, подекуди з градом [52, 53].

Зазвичай у середині травня, коли середньодобова температура повітря становить +15 °C і вище, починається кліматичне літо. На початок літнього періоду погода має порівняно нестійких характер, часто спостерігаються похолодання. Для літа, яке триває в середньому 122 дні, притаманна висока температура повітря та опади, які мають зливовий характер, інколи у формі граду [53].

Початок осені припадає на середину вересня, за встановлення середньодобової температури повітря від +15 °C до 0 °C. Значну повторюваність мають західні та південні циклони, які зумовлюють хмарну погоду у вигляді мряки. Заморозки в районі досліджень припадають на другу половину жовтня. Характерною особливістю є підвищення літніх температур, зменшення опадів у вегетаційний період, зростання контрастності температурного фону та скорочення весняного сезону [52, 53].

Варто відмітити суттєві погодно-кліматичні зміни, які спостерігаються за останнє десятиріччя. Серед них можна назвати посилення нерівномірності опадів (виражена тенденція до збільшення опадів у зимовий період та зменшення в літньо-осінній), зростання температури в літні місяці, скорочення тривалості та збільшення контрастності температур у весняний період. Ці чинники мають негативний вплив на сезонний розвиток рослин і повинні враховуватися під час підбору асортименту для озеленення.

Гідрологічні умови. Територія міста Києва є достатньо зволоженою. Найбільшою водною артерією, яка розділяє м. Київ на Правобережну й Лівобережну частини, є річка Дніпро. Характер живлення, яке на 50 % формується завдяки таненню снігу, 20 % забезпечується дощовою водою і на

30 % – підземними водами, зумовлює водний режим цієї ріки. Окрім цього, у Києві є велика кількість поверхневих водних об'єктів – озер, ставків. Загалом водні об'єкти на території міста становлять 6,7 тис. га, або 8,0 % території [52].

Грунтовий покрив. Живий надгрунтовий покрив району досліджень досить різноманітний, що зумовлено поєднанням різних факторів – клімату, рельєфу, ґрунотвірних процесів, водної та вітрової ерозії, рослинності та господарської діяльності людини. Більша частина Києва та його околиць знаходиться в межах поширення підзолистих та дерново-підзолистих ґрунтів. Для цих ґрунтів характерна слабка гумусованість, яка становить у гумусо-елювіальному горизонті (HE) від 0,5–0,6 % у легких ґрунтів, до 1,2–2,0 % в легко-суглинкових. Гумус – грубий, містить багато слабкомінералізованих, звуглених решток. Ґрунти мають дуже малу ємність поглинання, яка зростає від піщаного до суглинкового гранулометричного складу [52, 53].

Частково в центральній та південній частині міста спостерігаються сірі лісові ґрунти, сформовані на лесовидних суглинках [103, 104]. Значна частина міста характеризується порушенням природного залягання ґрунтів внаслідок людської діяльності. На значній площі схилів Києва відмічено вихід на поверхню материнської породи.

Лісова рослинність. Різноманітність рослинного покриву міста пов'язана з його розташуванням на межі ліво- та правобережжя, а також двох природних зон Полісся та Лісостепу.

Одним із найстаріших рослинних угруповань міста є хвойні та мішані ліси. Станом на I тис. н. е. у північній та північно-західній частині Києва зростали соснові, сосново-дубові та мішані ліси, які займали весь простір між долинами р. Ірпінь та її приток, заплавою Дніпра та лесовим Київським плато. Подекуди можна зустріти як дуби віком 300–400 років, так і зовсім молоденькі деревця [96].

На території Києва угруповання листяних лісів представлено грабово-дубовими насадженнями, які поширені на ділянках із багатшими ґрунтами

[115]. Станом на кінець I тис. н. е. листяні ліси вкривали схили численних пагорбів Київського лесового плато – літописні Київські гори. Саме вони становили рослинність центральних районів сучасного міста [91].

Уявлення про те, як виглядали ці ліси, наразі дають нам реліктові рослинні угруповання, багата флора Голосіївського лісу та його фрагментів – Феофанії, урочища Теремки та Лисої гори, відділених від материнського масиву в XX ст. Тут досі збереглися колись звичайні, а тепер рідкісні види рослин, характерні для листяного лісу. Саме в листяних лісах зростає липа серцелиста, яка була не тільки цінним медоносом, але й універсальним у побуті матеріалом для плетіння чи виготовлення посуду. У долинах численних струмків та невеликих річок, що збігали ярами Київського плато, були поширені чорно-вільхові та осокорево-вербові ліси. До нашого часу їхні залишки збереглися, наприклад, на території Голосіївського лісового масиву [94-96].

Отже, у таких ґрунтово-кліматичних умовах у зв'язку з присутністю значного антропогенного тиску на насадження та ґрунт, відбувається значний розвиток ерозійних процесів, заміна корінних деревостанів похідними, погіршення їхнього фітосанітарного стану, що загалом негативно впливає на екосистемні функції лісових насаджень регіону досліджень.

1.2. Екологічне значення лісів природно-заповідного фонду

Основними функціями природоохоронних територій є: підтримка та розширення зони природного існування певних видів; підтримка, а також покращення поширення, міграції і генетичного обміну певних видів; відновлення якості ареалів існування; захист видів, які знаходяться під загрозою зникнення, уразливих, ключових і комплексних видів; підтримка та покращення гідрологічних функцій; підтримка та покращення екологічної якості; контроль ерозії; захист цінних ландшафтних форм; підтримка біоценозу на територіях, які зазнали радіоактивного забруднення; забезпечення взаємозв'язку із сусідніми транскордонними територіями [34].

За результатами даних обліку територій та об'єктів природно-заповідного фонду, що забезпечують реалізацію державної політики у сфері охорони навколишнього природного середовища, станом на 01.01.2020 р. природно-заповідний фонд України має у своєму складі 8512 території та об'єктів загальною площею 4,418 млн га в межах території України (фактична площа 4,085 млн га) та 402500,0 га в межах акваторії Чорного моря. Відношення фактичної площі природно-заповідного фонду до площі держави («показник заповідності») становить 6,77 %. Упродовж 2019 року кількість об'єктів та територій природно-заповідного фонду загальнодержавного та місцевого значення збільшилася на 116 одиниці загальною площею 94224,2 га [111].

За 2019 рік створено (оголошено) 116 територій та об'єктів природно-заповідного фонду, розширено 9, зменшено площу 3, скасовано статус 1 та змінено категорію 13 об'єктів [20, 35].

Зокрема, за 2019 рік площа природно-заповідного фонду найбільше збільшилась у Рівненській (на 22018,21 га), Херсонській (на 15911,84 га), Запорізькій (на 13115 га), Львівській (на 12800,6471 га) та Закарпатській (на 11716,2 га) областях [35, 36].

Об'єкти ПЗФ нерівномірно розміщені в межах лісових масивів областей, а за кількістю (а це понад 200 об'єктів) найбільше їх у Волинській, Івано-Франківській, Тернопільській та Чернігівська областях. За площею (понад 80 тис. гектарів) об'єктів ПЗФ розташовані у Волинській, Житомирській, Рівненській та Чернігівській областях [20].

У підпорядкуванні Держлісагентства перебувають 13 природоохоронних установ: 6 природних заповідників, 6 національних природних парки, 1 дендрологічний парк. Установи репрезентують практично всі природні зони, загальна площа їхня становить майже 223 тис. га, у тому числі в постійному користуванні понад 169 тис. га. У лісах Держлісагентства продовжується формування національної екологічної мережі.

Із 1978 року площа ПЗФ у лісах Держлісагентства зростає учетверо (на 900 тис. га). І це не враховуючи площі лісів, які були вирубані під об'єкти ПЗФ і надані в постійне користування установам Мінприроди.

Загалом заповідність підпорядкованих лісів уже перевищує середньоєвропейський рівень охоронних лісів, який становить 10 %. Водночас Україна мала найвищу частку виключених з експлуатації лісів – 36 % (станом на 01.01.14 – уже 51,1 %). На прикладі використання лісів Європи ми наочно бачимо інтеграцію економічних, соціальних та екологічних цілей, що одночасно спрямована на використання природних ресурсів, покращення якості людського життя та збереження довкілля. Саме вона й дістала назву «Стратегія сталого розвитку» [108].

До об'єктів природно-заповідного фонду належать природні комплекси, вирощені і збережені багатьма поколіннями лісівників. Стан об'єктів є віддзеркаленням складних динамічних процесів, що відбуваються в сучасному природному середовищі. Вони, як елементи живої природи, із часом старіють, розпадаються, уражаються хворобами та пошкоджуються шкідливими комахами. Після чого втрачається мета, заради якої вони заповідались, а їхня унікальність залишається лише в назві через те, що реальний стан часто не відповідає призначенню. Усе це вимагає більш гнучкого законодавчого регулювання щодо реалізації результатів спостережень за станом природно-заповідних об'єктів (їхньої заміни, проведення заходів із реконструкції, відновлення тощо).

На сьогодні вже не існує незайманих лісових екосистем, тим більше, що всі ліси зростають в умовах щільного розміщення промислових об'єктів, інтенсивно відвідуються населенням, виникають різні небезпечні стихійні явища, які призводять до їхнього пошкодження.

Під час заповідання доцільно створювати території та об'єкти таких категорій, які б передбачали зонування та можливість здійснення необхідних лісогосподарських заходів щодо своєчасного відновлення захисних властивостей лісів, природоохоронної їхньої цінності господарськими

методами, не допускаючи втрат ресурсів, а відповідно і коштів, які могли би бути спрямовані на охорону і збереження лісових екосистем.

Для вдосконалення та розвитку заповідної справи, варто на постійній основі забезпечувати постійний моніторинг стану територій та об'єктів природно-заповідного фонду, збільшувати надходження коштів на утримання установ природно-заповідного фонду завдяки розширенню послуг, які можуть надаватися відповідно до їхніх функціональних повноважень та у сфері господарської діяльності, удосконалити принципи та критерії відбору територій і об'єктів природно-заповідного фонду, для об'єктивної оцінки природоохоронних, лісівничих, історико-культурних, соціальних, економічних та інших аспектів [36].

Фундаментальні праці в галузі містобудування і формування зелених насаджень у межах міст та районного планування радянської школи 1970-1980-х років сформували основи з охорони природних ландшафтів та раціонального використання антропогенних ландшафтів. Методологічну базу для дослідження природоохоронних об'єктів у структурі сучасного міста створили О. Мікуліна [86] та З. Яргіна [146], у подальшому вона була доповнена дослідженнями регіонів та певних міст. Родоман Б. [112, 113] та Владимирів В.[22] одними з перших обґрунтовують поняття «екологічного каркасу міста», як системи природних комплексів особливої екологічної відповідальності. Згідно з теорією, екологічний каркас вирізняється просторовою структурою, формується з вузлів і напрямів, на яких зосереджена найбільша екологічна активність. На рівні районного планування В. Владимирів [23] запропонував концепцію «просторової структури екологічного каркасу розселення», що включає в себе систему функціональних зон: центральне ядро, зону обмеженого розвитку, переважного розвитку, активного господарського освоєння, екологічної рівноваги, буферну й компенсаційну. За такої просторової моделі екологічна рівновага досягається через пропорційне співвідношення різних ландшафтів – від надмірно урбанізованих до охоронюваних природних ландшафтів, у тому

числі ОПЗФ. Природно-ландшафтна основа містобудування в його історичній еволюції була предметом досліджень Г. Петришин [100, 101], у результаті яких була вироблена концепція природного каркасу для Західноукраїнського регіону. Теоретичні концепції формування системи міських озелених територій представлені в численних публікаціях присвячених певним містам або територіям, серед яких варто відмітити праці Р. Анджеевського [148], З. Сталу [190, 191], З. Бернацького [159], Б. Шулчевську [192], М. Пшевожнюк [182]. У працях обґрунтовується необхідність збереження біологічно активних ділянок в місті та пропонуються планувальні підходи для забезпечення рівномірного розгалуження міської зелені, що формує між вузлами єдину цілісну мережу зв'язків. У структурі міста вузли трактуються як домінуючі природньо-ландшафтні об'єкти, різні за геоморфологічним походженням, але з найвищим рівнем біорізноманіття, які можуть підлягати особливій охороні, у т. ч. зі статусом ПЗФ.

Дослідження антропогенних змін ландшафтів в урбанізованому середовищі є важливою складовою у вивченні об'єктів природно-заповідного фонду. Основою теорії раціонального використання території міста, як великої геосистеми з природно-ресурсними, фізико-географічними, економіко-географічними, демогеографічними та інфраструктурними підсистемами, є визначення фізико-географічних параметрів, за яких інженерний або технологічний вплив різних видів господарської діяльності на природне середовище був би найменш шкідливим [81]. Багато дослідників вважають антропогенні зміни зворотними, якщо вони стосуються так званих «слабких» біогенних компонентів природи, що здатні до відновлення [89]. Зокрема, прихильниками теорії зворотності антропогенних змін у природних ландшафтах є вчені львівської ландшафтознавчої школи проф. К. І. Геренчука [115]. У своїх працях науковці використовують терміни «перетворені ландшафти», «антропогенно-перетворені ландшафти», підкреслюючи домінуючу роль природної основи.

У питанні збереження об'єктів природно заповідного фонду актуальним є дослідження змін та порушення видового складу. Особливості рослинного складу міських ландшафтів, їх збереження та відновлення описані в монографії Н. Самойленка і В. Байрачного [115] та наукових публікаціях М. Курницької [58]; рослинність парків та ботанічних садів у структурі міста досліджувалася під час реставрації об'єктів [38, 56].

1.3. Лісівничо-таксаційна характеристика лісових насаджень парку-пам'ятки «Феофанія»

Парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення «Феофанія» належить до переліку територій та об'єктів природно-заповідного фонду загальнодержавного та місцевого значення, розташованого в межах території міста Києва Голосіївського району. У відповідності до рішення Київради від 11.11.69 р. № 206. землекористувачем парку є Національна академія наук України державне заповідне господарство «Феофанія» [42]. Від 1992 року загальна площа парку становить 257 га у відповідності до Постанови Бюро Президії Національної академії наук України від 13.05.1992 р. № 128-Б як Державне заповідне господарство «Феофанія» Національної академії наук України. Постановою Бюро Президії Національної академії наук України від 26.12.2006 р. № 354 Державне заповідне господарство «Феофанія» Національної академії наук України перейменовано в Державну установу «Садово-парковий комплекс Національної академії наук України «Феофанія» з географічними координатами 50°20'52" пн. ш. 30°29'21" сх. д.

Вивченням стану насаджень лісового ландшафту парку-пам'ятки «Феофанія» присвячені наукові публікації [83, 177], які набули актуальності у зв'язку з наступним: дослідження щодо стану деревних насаджень парку мають особливу цінність, необхідністю здійснення постійного моніторингу стану насаджень, парк-пам'ятка «Феофанія» є об'єктом, на якому можна простежити деградаційні процеси в паркових *Carpineto (betuli)* — *Querceta*

(*roboris*), розробити заходи з відновлення дібров і застосувати їх як на території досліджуваного парку, так і в інших подібних.

Парк-пам'ятка «Феофанія» розташований на місцевості зі складним рельєфом (перепад висот становить 66 м — від 120 до 186 м). Це суттєво впливає на характер рослинного покриву [32, 108].

Дослідженнями [50] встановлено, що у всіх виділах, які представляють старовікову діброву *Querceta roboris* кількість дерев *Quercus robur* значно поступається іншим видам. В усіх виділах, які представляють старовікову діброву *Querceta roboris*, популяції *Quercus robur* мають правосторонній віковий спектр: більшість рослин мають діаметр стовбура від 52 до 72 см, менше рослин із діаметром стовбура 76 см та більше, молодих та середнього віку рослин (рослин із діаметром стовбура 48 см та менше) мало, тоді як популяції основних видів другого ярусу мають різко виражений лівосторонній віковий спектр. Кількість рослин *Quercus robur* у перерахунку на 1 га у 2,0–6,7 раза менша за оптимальну кількість за повноти 1 для насаджень такого віку та бонітету. *Querceta roboris* перебуває в стані деградації, відбувається її заміна на види другого ярусу.

У результаті проведених досліджень Матяшук Р.К., Білоус С.Ю., Білоус А.М. [82, 83, 178] встановлено, що на теперішній час лісовий фонд парку-пам'ятки «Феофанія» утворюють насадження дуба звичайного, граба звичайного, липи дрібнолистої, клена гостролистого, вільхи клейкої, акації білої, сосни звичайної та верби білої. Понад дві третини загальної фітомаси насаджень парку-пам'ятки «Феофанія» становить фітомаса дубових насаджень. Органічна речовина живих рослин у грабових насадженнях парку становить 9 % від загальної фітомаси насаджень. Водночас понад 45 % загальної фітомаси припадає на фітомасу деревини і кори стовбурів дубових насаджень та приблизно 15 % – на фітомасу коренів таких насаджень.

Висновки до розділу 1

1. Україна внаслідок прийняття державних програм і законодавчих документів ратифікувала Паризьку кліматичну угоду, яка декларує шляхи протидії глобальним кліматичним змінам через зменшення викидів парникових газів та збільшення їхнього поглинання. Важливе значення за досягнення мінімалізації викидів належить процесам депонування вуглецю в біомасі лісових екосистем та ефективному управлінню і збереженню територій природно-заповідного фонду.

2. Детального аналізу на тлі вирішення глобальних кліматичних питань потребує вивчення і формування бази даних щодо кількісних і якісних показників екосистемних функцій. На теперішній час бракує єдиної методологічної основи оцінювання екосистемних функцій та послуг у межах природоохоронних територій. Недостатньо вирішеними завданнями залишається вплив антропогенних чинників на якість екосистемних послуг природних і напівприродних екосистем у межах мегаполісів. Вивчення передумов формування якісних екосистемних послуг заповідними територіями в межах урбанізованих зон має стати базою ефективного управління природоохоронними територіями на засадах екосистемного підходу. Інтенсивність приросту показників екосистемних послуг залежить від біопродуктивності лісових ценозів.

3. Оцінювання продуктивності за компонентами фітомаси лісових насаджень тісно пов'язані з процесами формування екосистемних функцій лісових насаджень, а саме депонування вуглецю, киснепродукування, енергетичний запас. Вартісне оцінювання таких екосистемних послуг дає можливість ранжувати пріоритетність управлінських заходів і садово-парковому й лісовому господарстві.

4. Процеси трансформації фітомаси і формування відпаду дерев безпосередньо впливають на біогеохімічний кругообіг речовин у довкіллі, депонування вуглецю і енергії лісовими насадженнями. Такий підхід дає можливість сформувати структуровані бази дослідних даних із високим

рівнем організації дослідної інформації для моделювання біопродуктивності лісів.

5. Серед усіх типів екосистем, лісовим ценозам притаманний багаторічний процес формування і накопичення органічної речовини у фітомасі. У межах урбоекосистем, як правило, біогеохімічні цикли мають розімкнений характер і потребують додаткової енергії для підтримання позитивного його балансу. Особливо, це стосується урбоекосистем, яким притаманні прискорені процеси деструкції.

6. Актуальність вивчення закономірностей процесів формування лісових ценозів у межах урбоекосистем полягає в проведенні постійного моніторингу за їхнім станом і змінами за впливу антропогенних чинників і чинників довкілля. Об'єктом дослідження таких процесів обрано парк-пам'ятку «Феофанія», який за географічними, біокліматичними, ґрунтово-кліматичними характеристиками, показниками лісових насаджень є репрезентативною і найбільш інформативною. Результати вивчення стану природоохоронних територій у межах міста Києва дає можливість розробити заходи з їхнього сталого користування та впроваджувати на інших територіях природо-заповідного фонду урбоекосистем.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ТА МАТЕРІАЛИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Методика досліджень

Проведення досліджень на базі парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення «Феофанія» передбачало застосування комплексу методик та способів для дослідження параметрів екосистемних функцій лісових насаджень. Під час досліджень використано як класичні, так і спеціальні лісотаксаційні методики.

2.1.1. Методика закладання пробних площ

Для отримання достовірних результатів на території парку-пам'ятки «Феофанія» було закладено пробні площі в типових для таксації деревостанів з урахування їхньої поширеності на всій території проведення досліджень. Закладання постійних пробних площ виконано згідно із СОУ 02.02-37-476:2006 «Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання» [119], а лісівничо-таксаційні дослідження здійснювали за загальноприйнятими в лісівництві й лісовій таксації за методиками [5, 24, 46]. Усі частини пробних площ є однорідними за таксаційними показниками й зазнавали мінімального господарського впливу.

Закладання пробних площ у просторі здійснювали у відповідності до чинних вимог [45, 46, 119], які в повній мірі дають можливість вивчити та дослідити стан екосистемних послуг об'єкту дослідження (рис. 2.2-2.5).

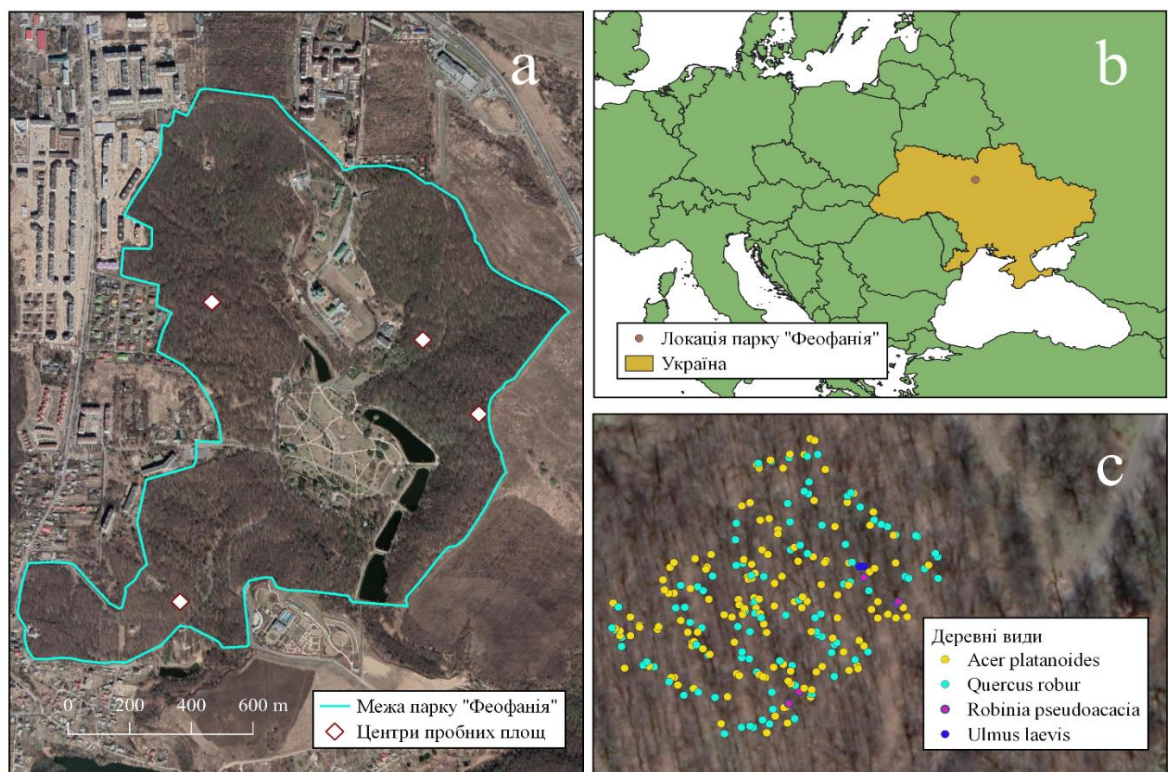


Рис. 2.1. Розташування парку-пам'ятки «Феофанія» та закладених постійних пробних площ (а), європейський контекст досліджуваної території (b) та приклад зразкової ділянки з геоеталонними деревами та їхніми видами (с). Супутниковий знімок Google знаходиться у фоновому режимі



Рис. 2.2. Постійна пробна площа №1



Рис. 2.3. Постійна пробна площа №2

Віковий діапазон лісових насаджень об'єкту досліджень коливався в межах від 80 до 180 років, а умови їхнього зростання є репрезентативними для умов території досліджень і можуть бути використані для подальших етапів досліджень.



Рис. 2.4. Постійна пробна площа №3



Рис. 2.5. Постійна пробна площа №4

Оскільки всі пробні площі є стиглими насадженнями, а також такі, які мають середній діаметр дерев понад 50 см, за наявності в складі чотирьох і більше видів приймали до уваги не менше 100 дерев їхнього основного елементу. Пробні площі відмежовували в натурі за внутрішніми кутами і румбом першої сторони. Усі дерева було пронумеровано кожній пробній площі. Під час закладання пробних площ на схилах враховано локалізацію перетину довшого боку ділянки відносно більшій стороні вздовж схилу перпендикулярно до горизонталей території. Площу ПП визначали за складом основних порід лісових насаджень парку-пам'ятки «Феофанія». На кутах пробних площ встановлювали стовпи відповідної форми й розмірів, які було підписано й позначено відповідно до вимог із зазначенням номера, площі, року закладання. Просторове розміщення території дослідження наведено на рис. 2.5.

Усі польові записи й обробка даних досліджуваних показників заносили до польових облікових відомостей. Після відмежування і прив'язки пробної площі здійснено окомірну таксацію деревостану і визначено таксаційні показники складових елементів лісових насаджень і насаджень загалом. Детально було описано підріст, підлісок, стани трав'яного і ґрунтового покриву, географічного положення, рельєф, визначено тип лісових насаджень,

а також враховано особливості насаджень кожної пробної площі. Перелік дерев на пробних площах виконували за допомогою мірної вилки з розподілом їх на живі й сухостійні, а також було встановлено видовий склад лісових насаджень об'єкту досліджень.

У межах кожної ділянки було обліковано всі дерева, а саме їхні географічні координати (широта й довгота), DBH, стан дерева (живий, з ослабленим зростанням, сухостій, деревна ламань, видалені) і види дерев. Мертві дерева розглядалися як сухостій, якщо до часу обліку стояли в природному положенні. Якщо такі дерева були зрубані, вони розглядалися як деревна ламань. Деякі дерева могли бути видалені з деревостану під час санітарних рубок.

Водночас виконано геодезичну зйомку досліджуваних ПП із застосуванням DJI Phantom 4 (рис. 2.6), визначено GPS-координати кожного дерева за допомогою Garmim Dakota10 (рис. 2.7), вимірювання діаметру дерев із застосуванням мірної вилки Codimex на висоті 1,3 м із точністю до 0,1 см (рис. 2.8), висоту дерев (електронним висотоміром Halgöf EC-II-D), процеси приросту дерев, досліджували за допомогою кернів відібраних віковим буром Halgöf (рис. 2.9), облік дерев за видовою структурою та оцінку їхнього життєвого стану здійснювали шляхом вимірювання та обстеження в натурі.

Показники запасу вуглецю стовбура, наземного та загального визначали за допомогою класичних формул таксації та використання лісотаксаційних довідників, нормативів оцінки компонентів надземної фітомаси дерев головних лісотвірних видів України [69, 74]. Метод наближеної таксації Нікітіна передбачає використання даних про радіальний приріст [93].

Для вивчення закономірностей розподілу розмірів побудовано гістограми розподілів DBH кількості дерев для кожної пробної площі. Було використано як нормальний, так і стандартизований (тобто масштабовані до 0,1) розподіли.

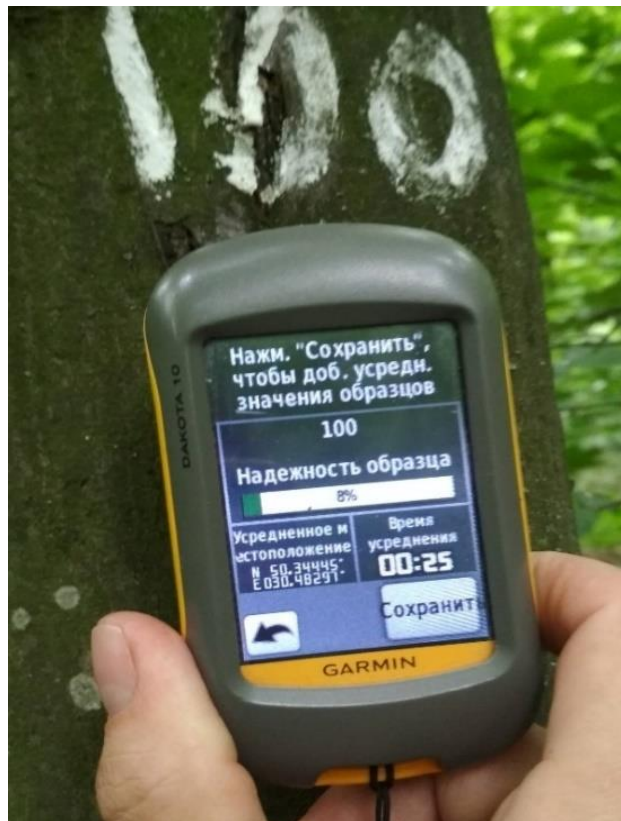


Рис. 2.6. Визначення GPS-координат деревних насаджень із використанням Garmim Dakota10



Рис. 2.7. Вимірювання діаметру дерев із застосуванням мірної вилки Codimex на висоті 1,3 м із точністю до 0,1 см



Рис. 2.8. Відбір дослідних зразків приросту деревини за допомогою буру

Крім того, розраховано частку площ перетину дерев для кожного деревостану, з метою оцінки структурного розподілу у формуванні запасів біомаси та депонованого в надземній біомасі вуглецю (C).

Для виявлення відмінностей у структурних закономірностях між пробними площами, було обчислено кілька показників. Отже, щоб пояснити непросторове різноманіття, було оцінено індекси Шеннона складу видів дерев (за співвідношення площ перетину) і розмірної структури DBH (за ступенями товщини DBH 4 см). Індекс Шеннона розраховувався за формулою (2.1):

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \quad (2.1)$$

де H – різноманітність Шеннона,

S – кількість зразків,

p_i – частка кожного класу DBH або видів дерев i -класу.

Просторові індекси, застосовані в цьому дослідженні, включали розподіл мертвої деревини та змішування видів [137, 140]. Деревний детрит

(як сухостій, так і деревна ламань разом) розподіл у просторі відповідно до живих дерев розраховувався як (2.2):

$$D_i = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k v_j \quad (2.2)$$

де D_i – індекс розподілу деревний детриту,

k – кількість найближчих сусідів (у цьому дослідженні $k=4$),

i – посилення на живе дерево,

j – сусіднє дерево відліку i -дерево,

v_j – або 0 (якщо сусідні j -дерево живе) або 1 (якщо таке сусіднє дерево мертве).

Індекс змішування видів дерев розраховувався за формулою (2.3):

$$M_i = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k v_j \quad (2.3)$$

де M_i – індекс змішування видів,

k – кількість найближчих сусідів (у цьому дослідженні $k=4$),

i – посилення на живе дерево,

j – сусіднє дерево відліку i -дерево,

v_j – або 0 (якщо сусідні j -дерево має ті ж види дерев) або 1 (якщо таке сусіднє дерево має інший вид дерев).

Крім того, розглянуто просторову дисперсію розподілу живих дерев DBH і порівняли його між пробними площами. Для цього було розраховано емпіричну напівваріограму, як половину дисперсії в DBH між усіма парами в межах кожного досліджуваного лісового деревостану. Для розподілу розташування мертвої деревини було розраховано відповідні напівваріограми й побудовано відповідні карти дисперсії для кожного зразка деревостану. Крім того, було порівняно відстані між еталонними мертвими деревами й найближчими або випадковими живими деревами, або великими ($DBH >$

40 см) живими деревами, щоб дослідити, чи домінують дерева дуба до відпаду дерев за заданих умов багатого ґрунту (родючості, вологості).

Усі дані оброблялися в середовищі R (R Core Team) [43]. Зокрема, індекси різноманітності Шеннона були розраховані в пакеті [vegan] [76]; Розподіл деревного детриту й індекси змішування видів дерев були обчислені в пакеті [просторова сегрегація]; напівваріанські графіки та карти були побудовані в пакеті [gstat] [43].

2.1.2. Методика дослідження сухостійних дерев

Дослідження лісових насаджень на предмет утворення сухостійних дерев було здійснено способом щорічного спостереження та оцінки їхнього життєвого стану. Зважаючи на природоохоронний стан об'єкту дослідження, видалення їх із досліджуваної території було неприпустимим. Тому, за досліджуваний період здійснювалося спостереження утворення сухостійних дерев на всіх стадіях їхнього формування з детальним описом виявлених причин – ознаки пошкодження хворобами та шкідниками, погодні умови (рис. 2.9).

Під час облікових робіт відбувалась фіксація перетворення сухостою у деревну ламань. За можливістю встановлювалась причина утворення відпаду дерев.

2.1.3. Методика дослідження приросту деревини стовбура

Для вивчення приросту біомаси лісових насаджень парку-пам'ятки «Феофанія» було виконано дослідження способом відбору буром зразків радіального приросту деревини, що дало змогу встановити вплив на динаміку цього показника просторово-часових і антропогенних чинників.

Відповідно до методики, на кожній із чотирьох постійних пробних площ відбирали 10 модельних дерев різного росту й розвитку за переважаючим ступенем товщини та виду лісових насаджень рівномірно на всій площі. Керни

деревини для аналізу приросту відбирали з північної і південної сторін стовбура за допомогою вікового бурава Преслера.



Рис. 2.9. Сухостійні дерева досліджуваних пробних площ парку-пам'ятки «Феофанія», 2020 р.

Аналіз річних кілець проводили за допомогою мікрометра Halgöf. Згодом під час наклеювання бурових зразків на дерев'яну основу спочатку на бічну

поверхню дерев'яної основи олівцем наносилися характеристики зразка (код, вид дерева, місце та час відбору). Потім паз дерев'яної основи наносили шар клею товщиною 1 мм, на нього поміщався керн, водночас стежили, щоби поперечна волокнам деревини (торцева) поверхня керна була паралельна верхній поверхні дерев'яної основи. Щоб виключити викривлення та зміни нахилу торцевої поверхні зразка під час висихання клею він притискався до дерев'яної основи та прихоплювався малярним скотчем. Притиснуті до основи зразки деревини поміщалися в сухе приміщення на 12 годин до повного висихання клею.

Для того, щоб межі кілець і клітин були чітко видно, під час вимірювань у відбитому світлі, торцева поверхня зачищалася гострим інструментом. Зазвичай, для зручності підрізування оброблена частина спиля та керна попередньо змочували водою. На спилах зачищалася смуга шириною 2-5 см, а в бурових зразків зрізалася верхня частина керна (товщиною 1-1,5 мм). Надалі підвищення контрастності меж між клітинами й річними кільцями в клітинні пори зачищеної поверхні втирався зубний порошок (паста, крейда) [12].

Для розрахунку фітомаси деревостанів парку-пам'ятки «Феофанія» було використано дані таксаційних описів за різні періоди з 1978 до 2017 роки, з актуалізацією стану на 2020 рік. Для оцінювання фітомаси деревостанів було використано математичні моделі Швиденка А. З. та ін. [144] для деревостанів європейської частини Євразії. Отже, на основі таксаційних показників кожної ділянки та, безпосередньо, підібраної моделі з довідника А. З. Швиденка та ін., було оцінено кожну надземну фітомасу деревостану парку-пам'ятки «Феофанія». Сума фітомаси кожного деревостану становили фітомасу парку станом на конкретний рік.

Обробку результатів проводили за допомогою методів математичної статистики та комп'ютерних програм «Excel, Statistica-6». Статистичні показники вибірок обраховували згідно до вимог методики польового дослідження [41, 72].

2.1.4. Методика дослідження компонентів фітомаси лісу

Фітомаса лісу визначається як маса органічної речовини всіх живих рослин екосистеми і виражається в одиницях маси абсолютної сухої речовини. Цей показник є найважливішою величиною для оцінки продуктивності лісових ділянок [26].

Фітомасу лісових насаджень визначають через моделі (математичні залежності або нормативно довідкові таблиці). Наукові дослідження довели, що найефективнішим методом оцінки фітомаси лісів є застосування співвідношення між масою окремих фракцій фітомаси (Φ^i) і запасом деревостану (M) (конверсійні коефіцієнти):

$$R^i = \Phi^i / M = f(T_j) \quad (2.14)$$

де R^i – конверсійні коефіцієнти за фракціями (деревина стовбура, кора стовбура, стовбур у корі, листя, гілки);

T_j – таксаційні показники деревостану.

Використовуючи запас деревостанів, що визначається під час таксації лісових насаджень, фітомаса окремого насадження або лісового масиву розраховується як добуток запасу і відповідних конверсійних коефіцієнтів. Водночас із конверсійними коефіцієнтами для оцінювання фітомаси використовують прямі моделі, які відображають фітомасу дерев (деревостанів) за компонентами як функцію від таких таксаційних показників як вік, діаметр (середнє значення), висота (середнє значення), відносна повнота та ін. [87].

Для оцінювання фітомаси дерев та деревостанів на пробних площах використано систему довідкового нормативно-інформаційного забезпечення, розроблену під керівництвом П. І. Лакиди [67].

Загальну фітомасу дерева визначали як суму окремих фітофракцій дерева (кора, деревина, крона) [167]. Запаси вуглецю в деревостанах встановлювали на підставі даних запасу стовбурів за допомогою конверсійно-об'ємних коефіцієнтів, що представляють собою відношення фітомаси

окремих фракцій до запасу деревини й залежних від віку деревостану [169, 171, 172].

Для оцінювання біопродуктивності та депонованого вуглецю парку-пам'ятки «Феофанія» використано дані таксаційної характеристики деревостанів, запасу стовбурів у корі та математичні моделі, розроблені А. З. Швиденко та ін. [144] для деревостанів європейської частини Євразії.

Під час виконання наших досліджень виконані вимірювання діаметру дерев, висоти модельних дерев, за даними якої побудовано криву висот дерев, а також визначали висоти для ступенів товщини. Далі виконаний розрахунок стовбура кожного дерева, використовуючи формулу Нікітіна. Використовуючи дані базисної щільності, довідника «Нормативи оцінки компонентів наземної фітомаси дерев головних лісотвірних порід України» [67], шляхом множення об'єму стовбура на базисну щільність ми отримали фітомасу стовбура. За математичними моделями, які представлені в згаданому довіднику, здійснений розрахунок фітомаси грубих і дрібних гілок, а також листя, враховуючи параметри кожного дерева. Сума компонентів фітомаси дала можливість встановити загальну фітомасу. Для отримання показників карбону до уваги прийнято коефіцієнти, а саме листя – 0,45, та стовбура – 0,5. Для розрахунку поточного приросту киснепродуктивності використано показники базисної щільності та коефіцієнт 1,4. Під час розрахунку показників енергопродуктивності прийнятий до уваги коефіцієнт 35,76 ГДж.

2.2. Характеристика дослідних даних

Експериментальні дослідження було проведено на території чотирьох постійних пробних площ, які розміщено на території парку-пам'ятки «Феофанія», який розташований на частині лесового плато підвищеного лісостепу, який межує з Поліссям України. За геоботанічним районуванням територія парку належить до Подільсько-Середньопридніпровської провінції. Рельєф сформовано долинно-балковими, горбистими, розчленованими ярами. Феофанівська балка представлена крутими схилами, де залягають гірські

породи харківської свити, піски полтавської свити, строкаті та бурі глини. Ґрунтовий покрив переважно представлений сірими опідзоленими, лісовими, дерново-підзолистими та лучно-болотними типами [109]. За флористичною класифікацією лісові насадження урочища відносять до асоціації *Galeobdoloni luteae-Carpinetum* [32].

Досліджувані пробні площі, з огляду на їхнє розташування, геоморфологічну характеристику, видовий склад, біотичні та кліматичні характеристики певною мірою відображають умови зростання і формування лісових насаджень даної території, що дало можливість оцінити стан екосистемних послуг.

Географічні координати досліджуваних постійних пробних площ наведені в (табл. 2.1). Кожна пробна площа представлена типовими широколистяними видами дерев і за видовою структурою сформована наступним складом: ПП № 1 (2016) (всього облікованих дерев 260 од. (з них сухостій – 6 од. клена, 6 од. дуба), площа 0,51 га) – клен гостролистий (ACPL) – 138 од., дуб звичайний (QURO) – 73 од., робінія псевдоакація (ROPS) – 5 од., липа дрібнолиста (TICO) – 1 од., в'яз гладкий (ULLE) – 2 од.; ПП № 2 (2016 р.) (всього облікованих дерев 314 од., з них сухостій – 2 од. граба, 5 од. дуба), площа 0,88 га) – клен гостролистий (ACPL) – 35 од., граб звичайний (CABE) – 35 од., дуб звичайний (QURO) – 31 од., липа дрібнолиста (TICO) – 23 од.; ПП № 3 (2017 р.) (всього облікованих дерев 192 од., з них сухостій – 1 од. граб, площа 0,44 га) – клен гостролистий (ACPL) – 7 од., граб звичайний (CABE) – 162 од., дуб звичайний (QURO) – 7 од., робінія псевдоакація (ROPS) – 1 од., липа дрібнолиста (TICO) – 5 од., в'яз гладкий *Ulmus laevis* Mall. – 10 од.; ПП № 4 (2017 р.) (всього облікованих дерев 182 од., з них сухостій – 8 од. граб, 8 од. дуба, 2 од. клена, 4 од. липи), площа 0,29 га) – клен гостролистий (ACPL) – 68 од., граб звичайний (CABE) – 50 од., дуб звичайний (QURO) – 57 од., липа дрібнолиста (TICO) – 5 од., в'яз гладкий (ULLE) – 1 од. Найбільша кількість чотирьох досліджених пробних площ представлена деревами клена, граба і

дуба. Густина насаджень за пробними площами становила – ПП № 1 – 510 на 1 га, ПП № 2 – 357 на 1 га, ПП № 3 – 486 на 1 га, ПП № 4 – 779 на 1 га.

Таблиця 2.1.

**Характеристика досліджуваних лісових насаджень,
2016 – 2017 рр. [175]**

Номер постійної пробної площадки	Рік заклада ння ПП	Координати	Вік, роки	Клас бонітету	Площа, га	Кількість обліковуван их дерев, шт.
1	2016	50.335422пн.ш. 30.481637сх.д.	~80	I	0,51	260
2		50.343174пн.ш. 30.484455сх.д.	~180	I	0,88	314
3	2017	50.343387пн.ш. 30.492641сх.д.	~180	I ^a	0,44	214
4		50.343335пн.ш. 30.497189сх.д.	~80	I	0,29	226

На період закладання пробних площ було проаналізовано структуру лісових насаджень за їхнім життєвим станом (табл. 2.2). На першій пробній площі найбільшу кількість дерев належало клену – 142 од. і дубу – 98 од., решта представлена робінією – 5, в’язом – 2 і липою – 1 од. До сухостійних віднесено по 6 дерев клена й дуба. На постійній пробній площі 2 переважаюча кількість живих дерев представлено грабом, що становило 215 од. Дерев клена й дуба мали майже однакову кількість – відповідно 36 і 33 од. Сухостійні дерева на ПП № 2 мали найменшу за кількістю чисельність і належали до дуба – 5 од. і граба 2 од. Переважаюча чисельність живих дерев третьої пробної площі також належить деревам граба – 181 од., решта – 10 од. в’язу, 8 од. клену, 7 од. дубу, 6 од. липі, 1 од. робінії. Із сухостійних дерев зафіксовано 1 дерево граба. Четверта пробна площа найбільшу кількість мала дерев клена – 73 од., дуба – 63 од. і граба – 57 од. Менш чисельна кількість належала до липи – 9 од., в’яза і ясена – по 1 од. Сухостійні дерева формувалися з граба й дуба – по 8 од., липи – 4 од. і 2 од. клена.

Структура насаджень досліджуваних пробних площ парку певною мірою змінилася за життєвим станом (табл. 2.3), адже на кожній із них збільшилася кількість сухостійних дерев. На першій пробній площі живі дерева, 138 од., належали клену і 73 од. дуба.

Таблиця 2.2

Розподіл дерев на постійних пробних площах за їхнім життєвим станом, 2016–2017 рр.

№ ПП	Стан дерев	Граб	Клен	Дуб	Липа	В'яз	Робінія	Ясен
ПП1 (2016)	Живі	-	142	98	1	2	5	-
	Сухостійні	-	6	6	-	-	-	-
ПП2 (2016)	Живі	215	36	33	23	-	-	-
	Сухостійні	2	-	5	-	-	-	-
ПП3 (2017)	Живі	181	8	7	6	10	1	-
	Сухостійні	1	-	-	-	-	-	-
ПП4 (2017)	Живі	57	73	63	9	1	-	1
	Сухостійні	8	2	8	4	-	-	-

Незмінною залишався життєвий стан робінії, в'язу й липи, а сухостійні дерева належали дубу – 31 од. і клену – 10 од. За життєвим станом насаджень структура другої пробної площі сформована, в основному із граба – 204 од. живих, однак і збільшилася кількість, на 12 дерев, його сухостою, що склало 13 од.

Таблиця 2.3

Структура насаджень постійних пробних площ за життєвим станом, 2021 р.

№пп	Стан дерев	Граб	Клен	Дуб	Липа	В'яз	Робінія	Ясен
ПП1	Живі	-	138	73	1	2	5	-
	Сухостійні	-	10	31	-	-	-	-
ПП2	Живі	204	35	31	23	-	-	-
	Сухостійні	13	1	7	-	-	-	-
ПП3	Живі	162	7	7	5	10	1	-
	Сухостійні	20	1	-	1	-	-	-
ПП4	Живі	5	68	57	5	1	-	1
	Сухостійні	15	7	14	8	-	-	-

Серед дерев збільшилася, також, кількість дуба і клена, відповідно на 2 і 1 дерево. Найбільшу кількість формування сухостою на третій пробній площі належала грабу, що склало 20 дерев і по 1 од. клена та липи. Четверта пробна площа за динамікою формування сухостою характеризується збільшенням кількості граба й дуба – 15 і 14 од. і в меншій мірі липи і клена – 8 і 7 од.

Розподіл лісових насаджень за їхніми розмірами надають деяку інформацію щодо їхньої структури. Під час досліджень був здійснений розподіл дерев за ступнем їхньої товщини за пробними площами (табл. 2.4-2.7). Деякі методи доступні і для моделювання всього насадження, зокрема один із найбільш широко вживаних – метод відображення у вигляді таблиці розподілу насаджень за ступенями товщини. Цей підхід є компромісом між моделюванням насадження та окремого дерева [135]. Дерев за ступенями товщини й однорідними якісними їхніми категоріями мають відображувати не лише середні таксаційні, але і якісні ознаки однорідних груп дерев, виділених під час переліків: ділові, напівділові та дров'яні, тобто відображувати середній відсотковий уміст кожного дерева з цих категорій [80].

Аналізуючи розподіл лісових насаджень (табл. 2.4) за ступнем товщини на постійних пробних площах (ПП № 1, 2016 р.), було встановлено, що основна частка дерев припадає на 16-20 см ступені товщини і становить 94 дерева клена і 1 – дуба (43 % від загальної кількості дерев ПП), на 24, 28, 32 см у більшій мірі припадає на дуб, що становить відповідно 13, 15, 22 дерева дуба і 12, 6, 4 клена. Насадження клена за величиною товщини в діапазоні 24-32 см склало 33 %. Варто відмітити, що на насадження дуба переважна кількість дерев припадала з товщиною в діапазоні 36-40 см, що становило 15 і 13 дерев. На ступінь товщини 12 см дерев клена й дуба в кількості 28 од. припадала частка дерев у 13 %. Ступінь товщини в діапазоні 44-76 мала незначну кількість дерев клена, дуба й робінії.

Друга пробна площа за ступнем товщини насаджень в основному представлена грабом за його кількістю за товщиною в діапазоні 16-28 см, що відповідно склало – 38, 47, 45, 29 дерев (54 % від загальної кількості дерев

пробної площі). У меншій мірі кількість дерев припадала на товщину 12 і 32 см, відповідно – 17 і 14 од. граба. Ступінь товщини ≥ 44 см в основному представлена деревами дуба.

Насадження на третій пробній площі за товщиною дерев в основному складалася з дерев граба, яка коливалася в діапазоні 8-36 см, що становило від загальної кількості дерев – 96 %, у меншій кількості – грабом, робінією і дубом. Найбільша кількість припадала на товщину 16 см – 41 дерев граба.

Структура за товщиною дерев четвертої пробної площі, в основному, сформовано дубом і грабом, які мали товщину стовбура в діапазоні від 8 до 24 см (90 % від загальної кількості дерев пробної площі). На ступінь товщини понад 28 см представлено лише деревами дуба, кількість якого зменшувалася в мірі зростання досліджуваного показника.

Отже, переважаюча кількість насаджень із товщиною стовбура в діапазоні від 14 до 40 см представлена грабом та дубом. Розподіл кількості дерев пробних площ зменшується зі збільшенням їхнього ступеня товщини.

Актуальність вивчення і дослідження стану деревостанів за показником радіального приросту полягає у встановленні найбільш вагомих антропогенних чинників, які впливають на інтенсивність росту й розвитку дерев. Серед них можна виділити зміну кліматичних умов, рекреаційне навантаження, техногенних вплив мегаполісів, які впливають на асиміляційних апарат та товщу річних кілець дерев.

Під час дослідження радіального приросту стовбуру був застосований метод відбору деревини за допомогою кернів. Для визначення динаміки радіального приросту з кожної пробної площі були відібрані по 15 зразків модельних дерев із врахуванням переважаючого ступеня їхнього діаметру (табл. 2.6-2.9). Модельні дерева мали добрий стан, без ознак пригнічення росту й розвитку, не були пошкоджені хворобами і шкідниками. На ПП № 1 (2016 р.) були відібрані 6 дерев дуба і 9 клена, ПП № 2 (2016 р.) – 14 дерев граба і 1 дерево клена, на ПП № 3 (2017 р.) – 15 клена, на ПП № 4 (2017 р.) – 6 дерев клена, 5 дуба, 4 граба. Радіальний приріст досліджуваних модельних дерев

залежав від умов кожного року, які однаково впливали на всі насадження в межах кожної пробної площі, коливання приросту є майже синхронним.

За структурою дослідження показника радіального приросту досліджено 33 дерева граба із середнім показником DBH 20,7 см, 17 дерев дуба із середнім показником DBH 23,1 см, 14 дерев клена – DBH 17,2 см.

Таблиця 2.4

Розподіл кількості дерев на ПП № 1 за ступенями товщини

Вид	Ступінь товщини															
	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	68	72	76
Клен	27	46	45	12	6	4	4	2	1	1	-	-	-	-	-	-
Дуб	1	-	1	13	15	22	15	13	8	3	6	4	1	-	1	1
Робінія	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	1	1	-	-
Липа	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
В'яз	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Всього	28	47	47	26	21	26	19	15	9	7	6	4	2	1	1	1

Таблиця 2.5

Розподіл кількості дерев на ПП № 2 за ступенями товщини

Вид	Ступінь товщини																								
	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	76	80	84	88	92	96	108	116	168
Клен	-	3	2	2	1	1	2	4	3	2	6	3	4	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-
Граб	4	17	38	47	45	29	14	10	6	3	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Дуб	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	2	1	1	2	4	1	3	4	5	4	3	1	1	1	1
Липа	-	1	1	3	2	2	2	-	3	1	1	2	-	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Всього	4	21	41	53	48	32	18	14	12	8	10	8	6	6	5	1	3	6	5	5	3	1	1	1	1

Таблиця 2.6

Розподіл кількості дерев на ПП № 3 за ступенями товщини

Вид	Ступінь товщини																				
	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	64	68	72	76	92	96	100	128
Клен	5	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Граб	5	7	41	35	27	21	14	13	5	2	4	2	2	1	1	1	1	-	-	-	-
Дуб	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1	1	1
Робінія	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Липа	3	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
В'яз	6	1	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Всього	19	10	41	36	27	22	15	14	7	2	4	2	3	1	2	1	1	4	1	1	1

Таблиця 2.7

Розподіл кількості дерев на ПП № 4 за ступенями товщини

Вид	Ступінь товщини											
	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52
Клен	9	17	19	18	9	2	-	-	1	-	-	-
Граб	30	25	9	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Ясен	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Дуб	-	1	1	1	9	15	10	9	11	9	3	2
Липа	4	5	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-
В'яз	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Всього	44	48	32	21	18	17	10	9	12	9	3	3

Для дослідження поточного радіального приросту на ПП № 1 (табл. 2.8) у 2021 році були відібрані 15 зразків з 15 дерев, зокрема 6 дерев дуба та 9 дерев клена, які було визначені за методом пропорційно-ступінчастого представництва. Найнижчий радіальний приріст за п'ятирічний період у 6 мм належить дубу й клену, а найвища величина приросту становила 11 мм у клена.

Таблиця 2.8

Радіальний приріст на висоті 1,3м, 2021 р. (ПП № 1)

Порядковий номер	Номер дерева	Діаметр стовбура, DBH (см)	Вид	Радіальний приріст за 5 років, мм
1	2	41,5	Дуб	6
2	6	39,8	Дуб	9
3	8	21,8	Клен	9
4	9	19,3	Клен	9
5	12	13,2	Клен	5
6	13	25,3	Дуб	7
7	14	33,3	Дуб	7
8	16	11,9	Клен	7
9	17	19,5	Клен	11
10	20	13,6	Клен	9
11	23	19,5	Клен	6
12	47	32,2	Дуб	8
13	48	14,7	Клен	8
14	97	25,8	Клен	7
15	141	48,6	Дуб	9

Дослідження поточного радіального приросту на ПП № 2 (табл. 2.9) у 2021 році були відібрані 15 зразків із 15 дерев, зокрема 14 дерев граба та 1 дерево клена. Найнижчий радіальний приріст за п'ятирічний період у 6 мм припадає одне дерево граба, а найвища величина приросту становила 11 мм двох дерев переважаючого граба.

З третьої пробної площі для визначення радіального приросту (табл. 2.10) на висоті 1,3 м у 2021 році відібрані 15 зразків граба з 15 дерев. Найвища величина приросту становила 10 мм дослідної пробної площі.

Таблиця 2.9

Радіальний приріст на висоті 1,3м, 2021 р. (ПП № 2)

Порядковий номер	Номер дерева	Діаметр стовбура, DBH (см)	Вид	Радіальний приріст за 5 років, мм
1	1	21,2	Граб	10
2	3	18,2	Граб	9
3	5	30,1	Граб	6
4	6	17,9	Граб	10
5	7	21,9	Граб	9
6	8	37,0	Граб	9
7	12	46,3	Клен	8
8	14	19,3	Граб	11
9	15	15,8	Граб	9
10	18	26,8	Граб	9
11	21	32,6	Граб	11
12	25	24,6	Граб	7
13	26	16,0	Граб	10
14	27	10,4	Граб	8
15	34	23,6	Граб	7

Таблиця 2.10

Радіальний приріст на висоті 1,3 м, 2021 р. (ПП № 3)

Порядковий номер	Номер дерева	Діаметр стовбура, DBH (см)	Вид	Радіальний приріст за 5 років, мм
1	1	12,0	Граб	7
2	2	18,8	Граб	6
3	7	32,1	Граб	5
4	9	12,1	Граб	7
5	10	23,3	Граб	6
6	13	18,4	Граб	7
7	15	20,9	Граб	5
8	18	12,7	Граб	7
9	21	29,3	Граб	7
10	23	23,9	Граб	9
11	26	14,9	Граб	6
12	30	20,0	Граб	6
13	33	26,3	Граб	7
14	35	26,0	Граб	7
15	41	37,7	Граб	10

Дослідження поточного радіального приросту на ПП № 4 (табл. 2.11) у 2021 році були відібрані 15 зразків із 15 дерев, зокрема 5 дерев дуба, 6 клена та 4 дерева граба.

Таблиця 2.11

Радіальний приріст на висоті 1,3м, 2021 р (ПП № 4)

Порядковий номер	Номер дерева	Діаметр стовбура, DBH (см)	Вид	Радіальний приріст за 5 років, мм
1	1	24,5	Дуб	10
2	2	14,3	Клен	9
3	4	10,15	Граб	8
4	6	15,1	Клен	10
5	8	39,7	Дуб	6
6	9	8,3	Граб	8
7	10	8,8	Клен	6
8	21	12,7	Граб	8
9	23	31,8	Дуб	7
10	28	7,7	Граб	7
11	30	35,9	Дуб	6
12	37	18,4	Клен	9
13	38	17,2	Клен	8
14	64	40,5	Дуб	10
15	65	21,4	Клен	10

Встановлено, що на найнижчий радіальний приріст за п'ятирічний період у 6 мм припадає на дерева дуба й клена, а найвища величина приросту становила 10 мм на дерева дуба і клена.

2.3. Методика оцінювання екосистемних послуг

Оцінювання екосистемних функцій здійснювали через пряме вимірювання діаметра дерев досліджуваних пробних площ на висоті 1,3 м, висоти, довжини крони та їхніх географічних координат (рис. 2.8, 2.9, 2.13).

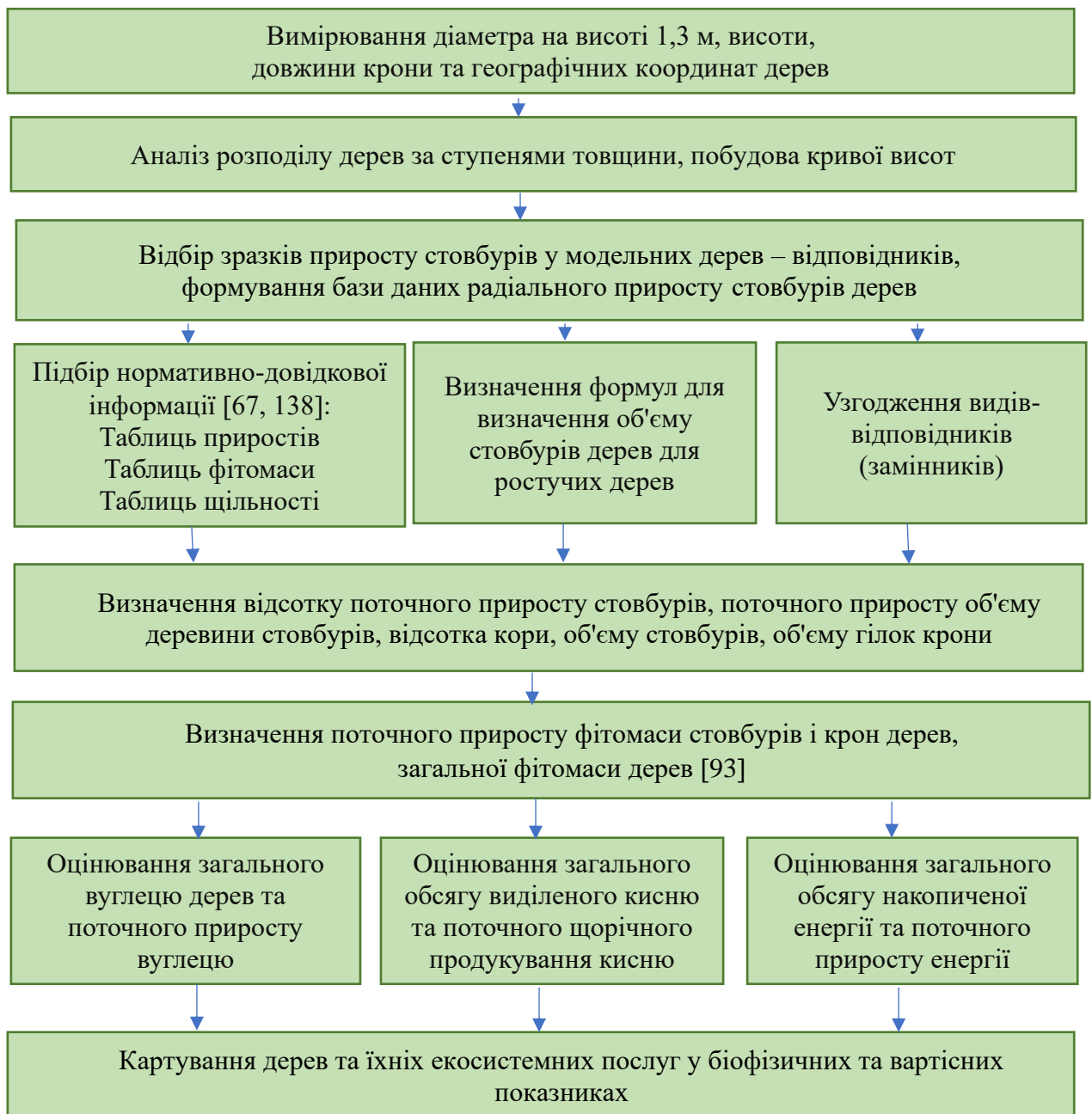


Рис. 2.13. Схема методики оцінювання екосистемних функцій

Потім нами був проаналізований розподіл дерев за ступенями товщини та побудова кривої висот. Наступний етап передбачав відбір зразків приросту стовбурів у модельних дерев – відповідників і формування бази даних радіального приросту стовбурів дерев (табл. 2.8-2.11). Підбір нормативно-довідникової інформації передбачав використання таблиць приростів, таблиць фітомаси й таблиць щільності. Згодом було визначено формули для встановлення об'єму стовбурів для ростучих дерев, а також погодження видів-відповідників.

Для повноцінного оцінювання екосистемних функцій лісових насаджень об'єкту досліджень проведене визначення відсотку поточного приросту стовбурів, поточного приросту об'єму деревини стовбурів, відсотка кори, об'єму стовбурів, об'єму гілок крони, що дало змогу встановити інтенсивність поточного приросту фітомаси стовбурів і крони дерев а також загальної фітомаси дерев. Згодом нами були оцінені основні показники екосистемних послуг: загальний вуглець дерев та поточний приріст вуглецю, загальний обсягу виділеного кисню та його поточного щорічного продукування, загальний обсяг накопиченої енергії та поточний приріст енергії. Завершальним етапом стало картування дерев та їхніх екосистемних послуг у біофізичних та вартісних показниках.

Висновки до розділу 2

1. Дослідження виконане на постійних пробних площах парку-пам'ятки «Феофанія» на чотирьох постійних пробних площах, які закладені в період із 2016 до 2017 рр. та враховані в міжнародній базі даних Системи спостереження за станом лісів [161]. Загальна площа досліджуваного об'єкта становила 107 га, місце розташування – південна локація м. Києва. У процесі виконання польових робіт врахована вікову структуру досліджених пробних площ, зокрема №1 і 4 мають ~80 річний вік, а № 2 і 3 – 180 років.

2. За загальною геоморфологічною і біокліматичною характеристикою територія належить до Лісостепової зони України. Парк-пам'ятка «Феофанія» розташований на висоті від 75 до 189 м над рівнем моря. Рельєф представлений балочною долиною з крутими схилами. Клімат досліджуваної території – вологий континентальний, середньомісячна температура коливається від – 5,6 °С (січень) до 19,3 °С (липень), середньорічна становить 7,7 °С. Середньомісячна кількість опадів за місяць коливається від 35 мм (жовтень) до 88 мм (липень), тоді як середня загальна річна кількість опадів становить 650 мм.

3. Видовий склад об'єкта дослідження сформовано з граба звичайного

(CABE) клена звичайного (ACPL), дуба звичайного (QURO), липи дрібнолистої (TICO), в'яза гладкого (ULLE), робінії псевдоакації (ROPS), ясена звичайного (FREX).

4. Для отримання достовірних результатів на території парку-пам'ятки «Феофанія» було закладено пробні площі в типових для таксації деревостанів з урахування їх поширеності на всій території проведення досліджень. Закладання постійних пробних площ і лісівничо-таксаційні дослідження проводили за загальноприйнятими у лісівництві і лісовій таксації методиками, які в повній мірі дали можливість вивчити та дослідити стан екосистемних функцій об'єкта дослідження.

5. Встановлений віковий діапазон лісових насаджень об'єкту досліджень, який коливається в межах від 80 до 180 років, а умови їхнього зростання були репрезентативними для умов території досліджень, що дає можливість використовувати їх для подальших етапів досліджень. На кожній пробній площі, шляхом вимірювання та обстеження в натурі, встановлений видовий склад лісових насаджень та їхній життєвий стан із розподілом на живі і сухостійні.

6. Застосування приладів дослідження дало змогу виконати геодезичну зйомку досліджуваних ПП із застосуванням DJI Phantom 4, визначити GPS-координати кожного дерева за допомогою Garmim Dakota10, встановити діаметр дерев із застосуванням мірної вилки Codimex на висоті 1,3 м із точністю до 0,1 см, висоту дерев за допомогою електронного висотоміра Halgöf EC-II-D), а процеси зростання і стану дерев досліджували за допомогою кернів.

7. Дослідження основних лісотаксаційних показників, таких як запас вуглецю стовбура дерев, їхній розподіл за приростом дає змогу встановити закономірності основних процесів росту й розвитку насаджень. Індекс Шеннона дає можливість встановити різноманітність складу видів насаджень за співвідношенням площ перетину, а перерозподіл структури насаджень за показниками приросту – визначити найбільш інтенсивні.

8.Оцінювання екосистемних функцій здійснювали шляхом послідовних етапів виконання основних лісотаксаційних вимірів, які уповні дають можливість оцінити приріст екосистемних функцій досліджуваних лісових насаджень. Заключними з таких є показник загального обсягу накопиченої енергії та поточний приріст енергії, картування дерев та їхніх екосистемних послуг у біофізичних показниках.

РОЗДІЛ 3. ОЦІНЮВАННЯ ДИНАМІКИ КОМПОНЕНТІВ БІОМАСИ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ

3.1. Формування відпаду деревних насаджень парку-пам'ятки «Феофанія»

У процесі росту й розвитку лісових насаджень, з віком, формується відпад дерев. Деревний детрит є невід'ємною складовою частиною лісових екосистем, який має особливе значення під час вивчення екосистемних послуг, адже виконує важливі функції в колообігу енергії і речовин. Відпад дерев, в основному формується в результаті впливу біотичних (вплив шкідників і збудників хвороб), абіотичних (вплив вітру, снігопадів, посух) чи антропогенних чинників. Здебільшого основною причиною формування відпаду лісових насаджень є взаємовплив дерев і умови росту і розвитку навколишнього середовища. Перш за все, процеси утворення відпаду пов'язані з конкуренцією дерев різних видів, а ріст і розвиток пригнічується у пошкоджених хворобами і шкідниками, пригнічених дерев. Основною причиною утворення відпаду в лісовій екосистемі є взаємовплив дерев та умов середовища – світло, волога, живлення. Оцінювання процесу формування відпаду важливе також під час оцінювання процесів депонування вуглецю в лісових екосистемах [11, 83, 139].

Лісові насадження досліджуваних постійних пробних площ парку-пам'ятки «Феофанія» утворюють насадження, які представлені: грабом звичайним, кленом звичайним, дубом звичайним, липою дрібнолистою, в'язом гладким, робінією псевдоакацією і ясенем звичайним. Структуру та формування відпаду видового складу лісових насаджень за п'ятирічний період досліджень представлено на рис. 3.1-3.4.

За кількістю дерев за видовим складом у дослідних насадженнях парку-пам'ятки «Феофанія» на постійних пробних площах переважає граб звичайний (№ 2 і 3) і клен гостролистий (№ 1 і 4). Кількість дерев дуба звичайного, липи

дрібнолистої, в'язу гладкого, робінії псевдоакації і ясена звичайного на дослідних ділянках менш чисельна.

Аналіз структури видового складу досліджуваних пробних площ та формування відпаду показав, що на пробній площі № 1 (2016 р.) (рис. 3.1) упродовж 2016-2021 рр. проведених досліджень відпало загалом 40 дерев, з них 37 – дуба звичайного, 3 – клена гостролистого. На 2016 рік під час закладання пробної площі серед сухостою виявлено по 6 дерев клена дуба. Упродовж 2019 року формування відпаду за видовим складом припадало на насадження дуба, що склало 12 дерев. У наступному році кількість сухостійних дерев збільшилася і формування відпаду також, із 7 дерев дуба, а на 2021 рік структуру сухостійних дерев на першій пробній площі сформовано з одного клена і шести дерев дуба.

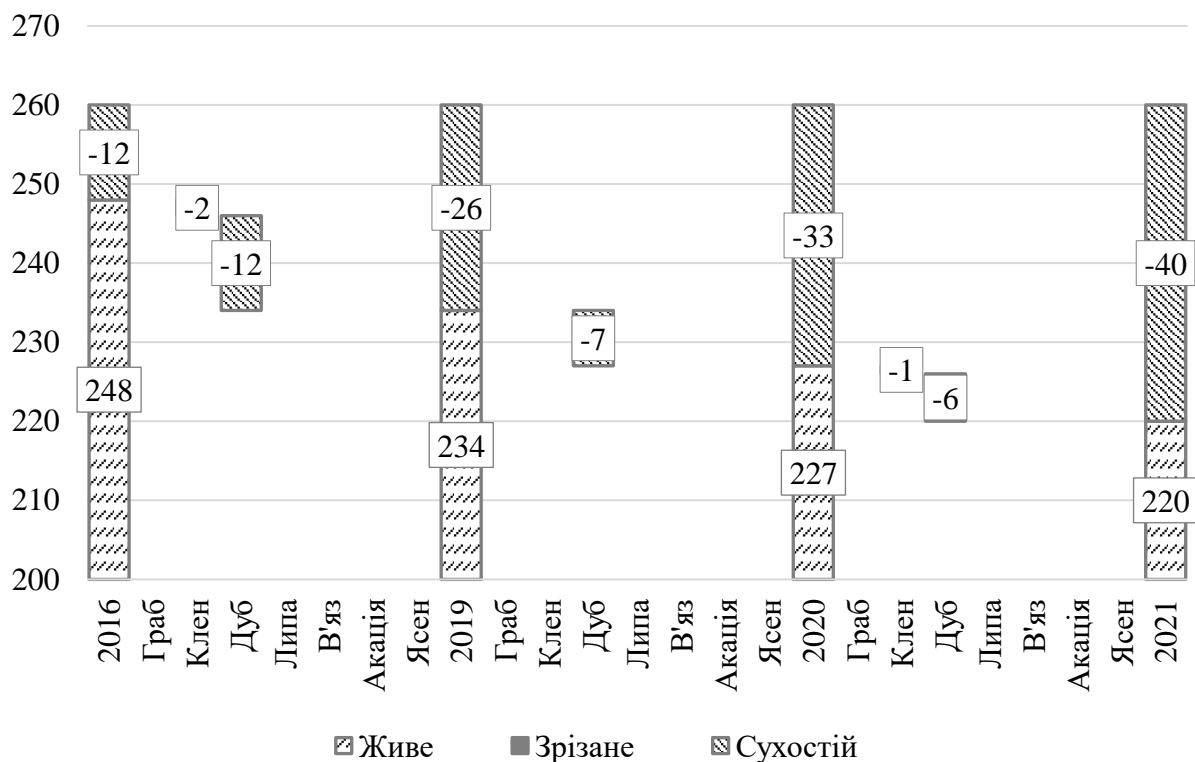


Рис. 3.1. Структура видового складу та формування відпаду лісових насаджень ПП № 1 парку-пам'ятки «Феофанія», 2016-2021рр.

На другій пробній площі (рис. 3.2) на рік закладання дослідів структура сухостійних дерев була представлена двома деревами грабу і п'яти дуба.

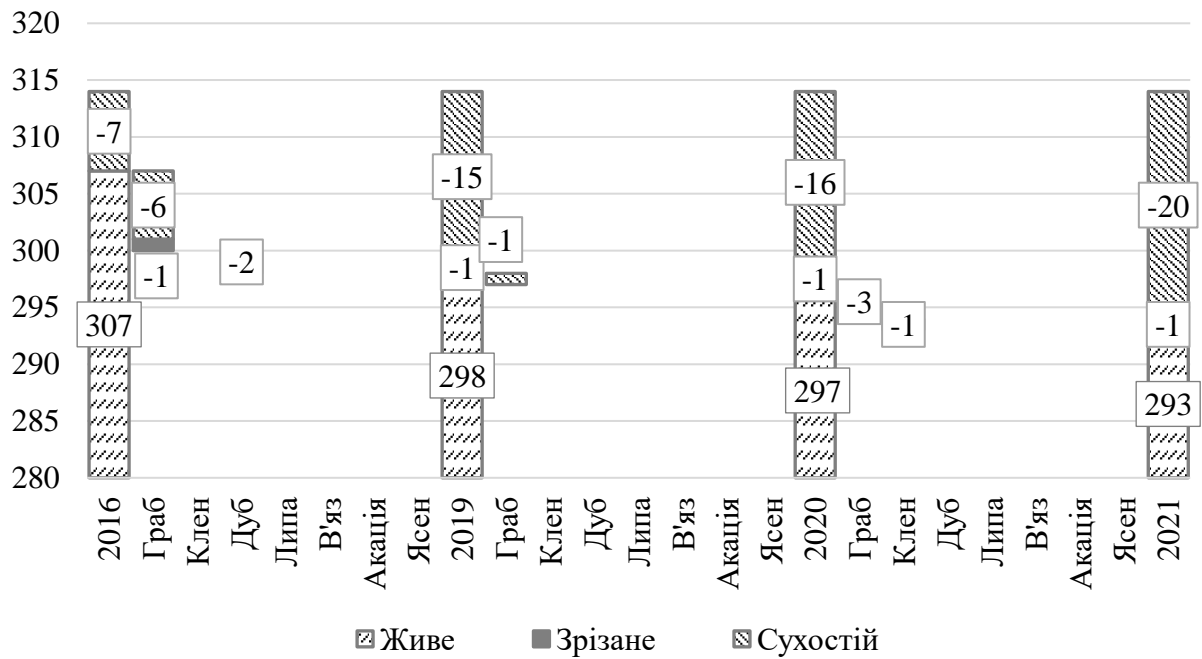


Рис 3.2. Структура видового складу та формування відпаду лісових насаджень ПП № 2 парку-пам'ятки «Феофанія», 2016 – 2021 рр.

Динаміка формування сухостійних дерев на другій пробній площі відбувалася менш інтенсивно у порівнянні з першою пробною площею. Так, на 2019 році утворилося 15 сухостійних дерев, з них 6 дерев граба та 2 дуба, а у 2020 році утворено лише 1 дерево сухостійного граба, у 2021 році утворено один клен і три граба. Частка сухостійних дерев упродовж проведених досліджень збільшилася і становила на 2021 рік приблизно 6 % від загальної кількості дерев. Загалом, за період дослідження на другій пробній площі відпало 20 дерев, з них 17 – граба звичайного 2 – дуба звичайного, 1 – клена гостролистого.

Вивчення процесів формування відпаду дерев третьої пробної площі (2017 р.) (рис. 3.3) показав, що при її закладанні сухостій представлено 1 деревом граба. У 2019 році кількість сухостійних дерев збільшилася і становила 5 дерев граба, а на 2020 рік – 5 од. граба і по 1 од. клена і липи. У 2021 році частка сухостійних дерев склала 10 %.

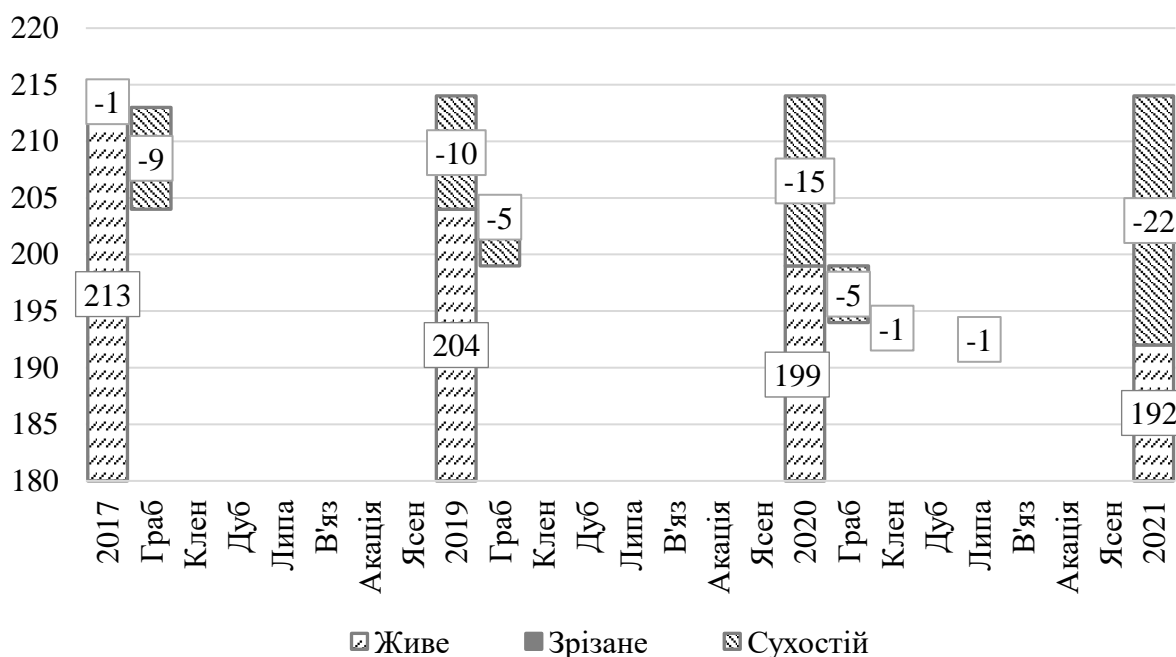


Рис 3.3. Структура видового складу та формування відпаду лісових насаджень ПП № 3 парку-пам'ятки «Феофанія», 2017 – 2021рр.

Аналізуючи динаміку утворення сухостою на четвертій пробній площі (рис. 3.4) варто зазначити, що за видовим складом вона відрізнялася від інших постійних пробних площ за меншою кількістю утворення сухостою, але

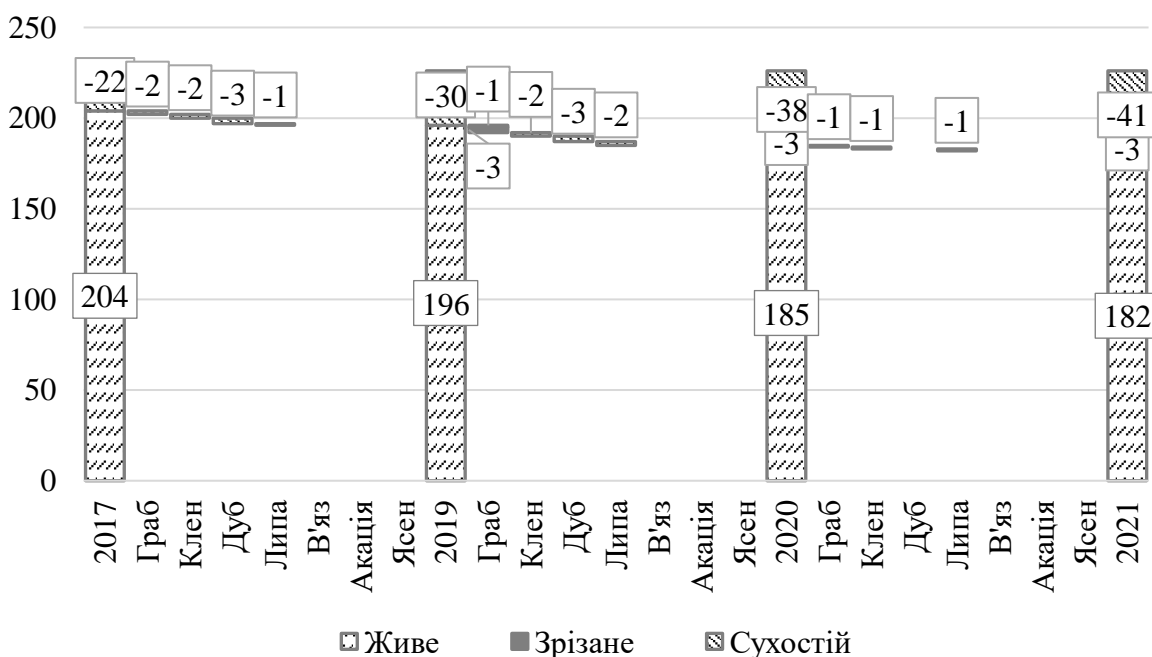


Рис 3.4. Структура видового складу та формування відпаду лісових насаджень ПП № 4 парку-пам'ятки «Феофанія», 2017 – 2021 рр.

більшою за різноманітністю видового складу. Загалом на 2021 рік нараховувалося 41 дерево сухостою, з них – 25 граба, 6 дуба, 5 клена, 5 липи.

Під час закладання четвертої пробної площі частка сухостійних дерев становила майже 10 %, з яких виявлено 8 дерев граба, 8 дерев дуба, 4 дерева липи і 2 клена. Упродовж чотирирічного періоду внаслідок біотичних і абіотичних процесів кількість сухостійних дерев зростає. Так, на 2019 рік виявлено 3 дерева дуба, 2 граба, 2 клена та 1 липа, у порівнянні до загальної кількості сухостійних дерев це становило 13 % від загальної кількості дерев. На 2020 рік додатково сформувалося 3 сухостою дуба, по 2 дерева клена і липи і 1 дерево граба, що склало 17 % від загальної кількості лісових насаджень пробної площі. Станом на 2021 рік в структурі сухостійних дерев сформовано по 1 дереву граба, клена і липи. Частка сухостою ПП № 4 становила 18 %, що було найбільшою серед усіх досліджуваних показників.

Динаміка формування утворення сухостою пов'язана з особливостями геоморфологічних і гідрологічних умов пробних площ, а також біотичними чинниками, внутрішньовидовою конкуренцією та локальною неоднорідністю гідрологічних умов зростання деревостанів, які безпосередньо впливають на життєвий стан основних видів об'єкта досліджень.

Отже, за аналізом структури й інтенсивності утворення сухостійних дерев на всіх досліджуваних пробних площах найбільш інтенсивніше ці процеси відбувалися на четвертій пробній площі, що пояснюється особливостями локальних умов росту й розвитку лісових насаджень та впливом зовнішніх чинників.

3.2. Просторова та композиційна структура лісових насаджень парку-пам'ятки «Феофанія»

Натуральні та масштабовані розподіли DBH представлені на рис. 2-3. Найрізноманітніший деревостан № 2, який має вік близько 180 років і кілька великих живих вікових дубів (з DBH > 60 см, рис. 3.5).

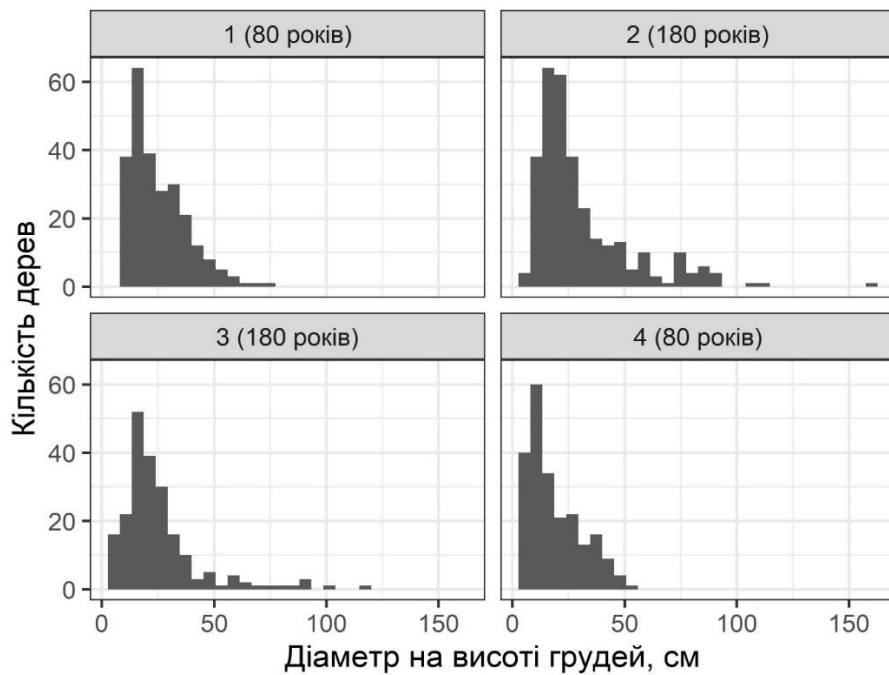


Рис. 3.5. DBH розподіл живих дерев дослідних деревостанів на пробних площах

Масштабований розподіл виявив вік дослідних деревостанів на пробних площах № 1 і 4 (приблизно 80-90 років, рис. 3.6) і, таким чином, містить високу частину дерев з великою відносною DBH ($> 0,5$).

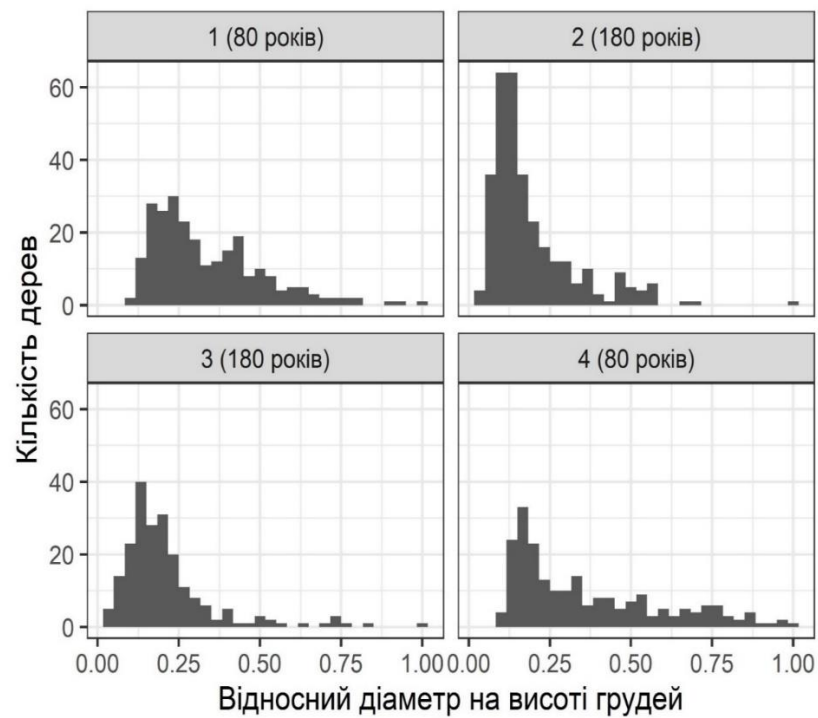


Рис 3.6. Масштабований розподіл DBH живих дерев досліджуваних деревостанів

У досліджуваних деревостанах найбільша сума площ поперечного перерізу припадає на дерева дуба звичайного старшого віку, незважаючи на їх кількість. У них найбільше накопичено біомаси та вуглецю (рис. 3.7). Водночас у старшому за віком деревостані на пробній площі № 3 переважає надзвичайно велика кількість дерев граба звичайного, які одночасно перевершили дуб звичайний за сумою площі перетину.

Дослідні деревостани середнього віку (№ 1 та 4, табл. 3.2) не досягли значень різноманітності (з точки зору структури DBH і видового складу дерев) як старші дубові насадження (деревостани № 2 і 3). При цьому гіпердомінування дерев граба звичайного зумовила значно нижчі значення індексу Шеннона (деревостан № 3) у порівнянні з деревостаном № 2, де частка суми площ перетину дуба звичайного була вищою (рис. 3.7), а також були наявні дерева клена гостролистого. Найнижче структурне різноманіття можна спостерігати в дослідному деревостані № 4, розташованому на вершині пагорба.

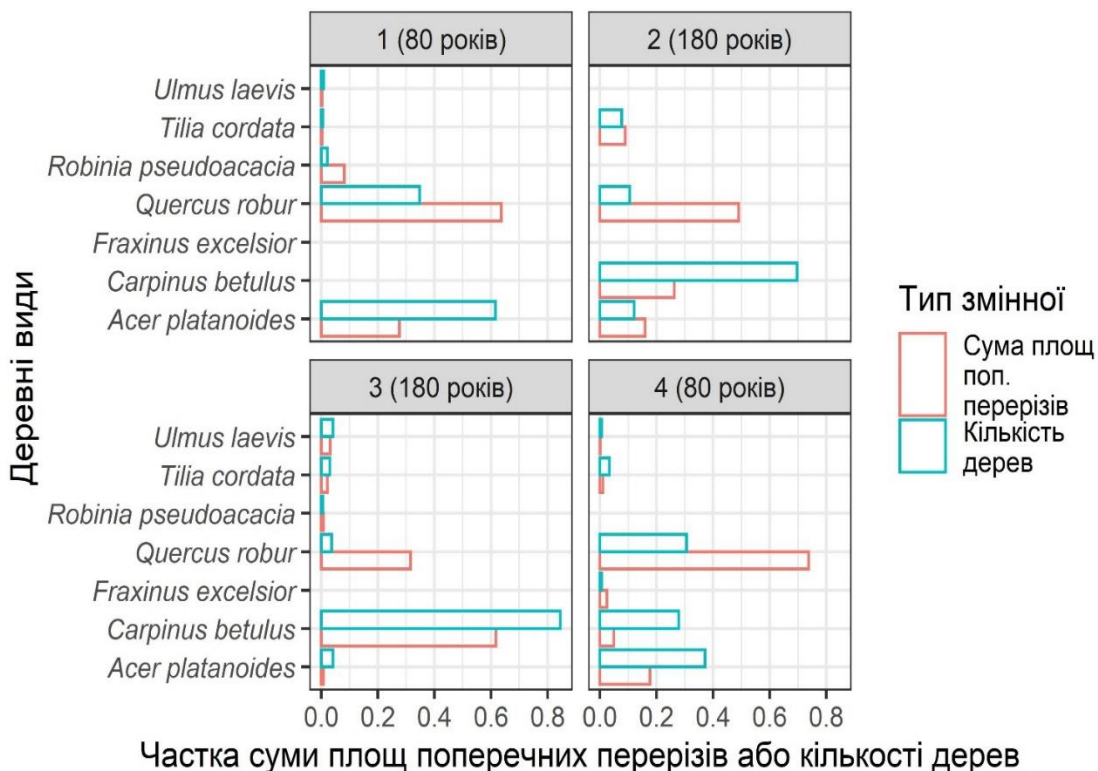


Рис 3.7. Сума площ перетину та пропорції кількості дерев досліджуваних деревостанів

Порівняно схожі значення індексу змішування видів для всіх деревостанів (табл. 3.2) вказують на те, що дерева різних видів змішуються випадковим чином на дослідних ділянках, а великі групи одного конкретного виду дерев трапляються досить рідко. Аналогічна ситуація виявляється і для розподілу деревного детриту, однак, середньовікового деревостану № 1 має значно менший цей показник.

Таблиця 3.2

**Індекси структурно-просторового різноманіття досліджуваних
деревостанів**

Показник	№ ПП дослідного деревостану			
	1	2	3	4
Вік, років	~80	~180	~180	~80
Склад	7Дз3Кг	6Дз2Гз1Кг1Лд	5Дз5Гз+Вг+Лд	8Дз1Кг1Гз+Яз
Бал бонітету	1	1	Ia	1
DBH різноманіття Шеннона	10,45	14,05	11,42	9,07
Видове різноманіття Шеннона	2,30	3,24	2,50	2,26
Змішування видів	0,73	0,70	0,77	0,79
Розподіл деревного детриту	0,43	0,53	0,50	0,53

Найменша просторова варіація DBH живих дерев була знайдена для дослідного деревостану № 1 (середньовіковий дубовий деревостан, рис. 3.8). У межах цієї пробної площі семіваріація не збільшувалася на невеликих відстанях до 10 м. Така ситуація характерна, якщо бузина й більші дуби та менші дерева інших видів розподілені в деревостані однорідно. Інші деревостани характеризуються швидким збільшенням просторової дисперсії DBH на відстанях до 20 м, що може відображати нерівномірний розподіл великих вікових дубів. Невелика кількість у деревостані таких надзвичайно великих дерев (якщо порівнювати зі значно меншими, але численними деревами граба звичайного) точно ілюструється семіваріограмою для дослідного деревостану № 3.

Стиглі (вік близько 180 років) дубові лісові насадження, представлені пробними площами № 2 і 3, ілюструються (більш темний фіолетовий колір) більш однорідними й низькими просторовими варіаціями виокремлення деревного детриту (рис. 3.9). Тобто, мертві дерева відсутні в деревостані і сформовані в кількох групах. Більш легкий градієнт (на пробних площах № 1 і 4) вказує на більш нормальний просторовий розподіл деревного детриту.

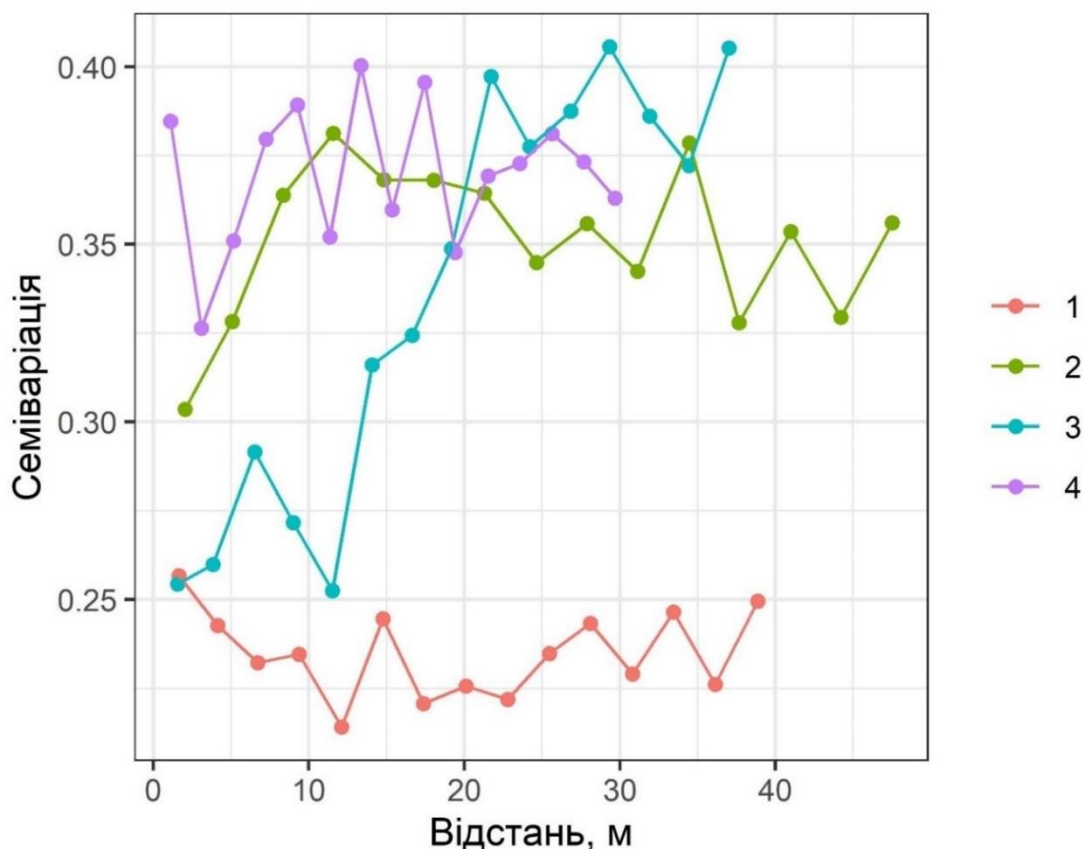


Рис. 3.8. Емпіричні семіваріограми розподілів DBH для живих дерев за дослідними пробними площами (деревоостанами)

Однак деякі великі скупчення варіацій видно поблизу меж дослідних ділянок, що розкривають типові ефекти краю та антропогенний вплив. Такий вплив людини є більш глибоким у дослідному деревостані на ПП № 1, який має найнижчий індекс розподілу мертвої деревини (табл. 3.2), тоді як кластери варіацій пов'язані із шляхами, розташованими поблизу.

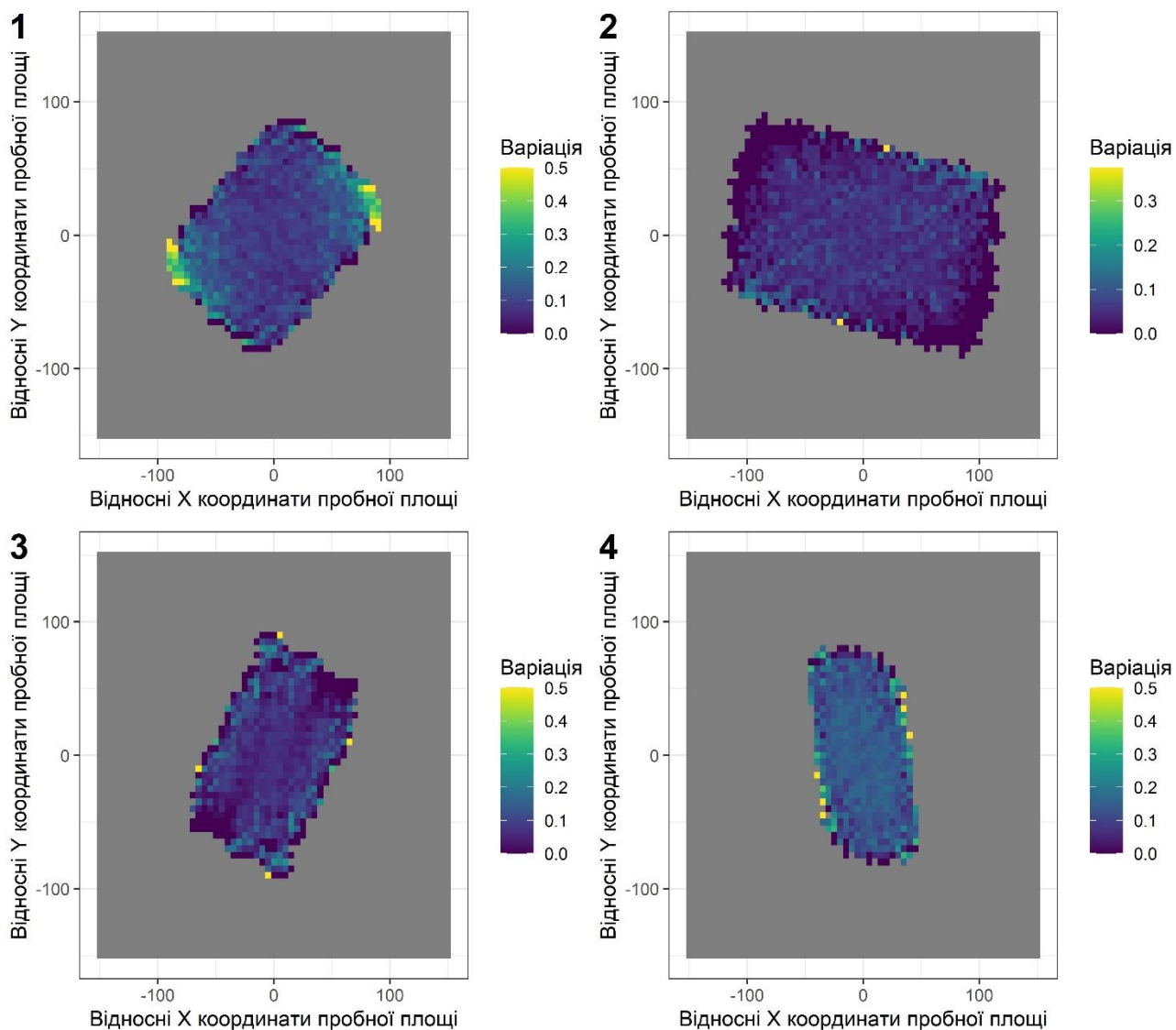


Рис. 3.9. Варіаційні карти розподілу деревного детриту в межах пробних площ

Немає просторових закономірностей на відстані між мертвими деревами і живими деревами в залежності від їхніх DBH (рис. 3.10): як правило, відстань до старовікового дуба або дерева граба звичайного більша, ніж до дерева з випадковим діаметром.

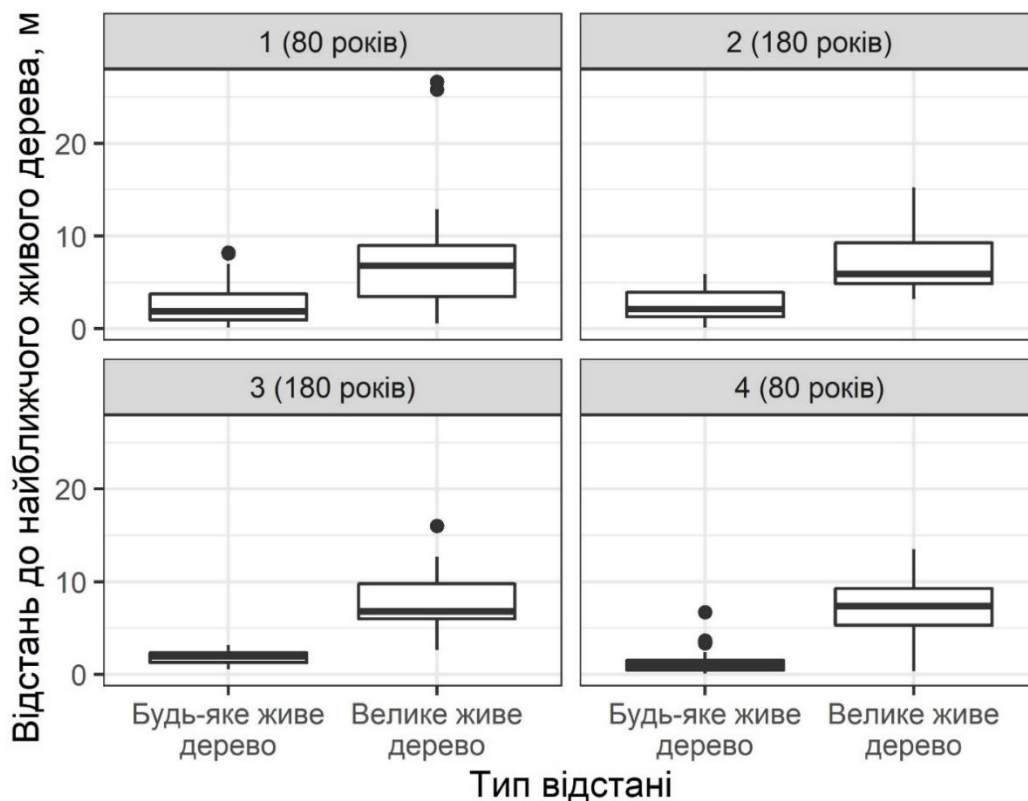


Рис. 3.10. Відстані від мертвих дерев до найближчих живих дерев будь-якого виду

Було розглянуто, чи можуть лісові екосистеми QURO в міських зелених зонах, які зазнають прямого чи опосередкованого антропогенного впливу, досягти високої структурної різноманітності та неоднорідності на різних етапах сукцесій. Сигли й середнього віку (як і в цьому дослідженні) дубові деревостани, як правило, змішані, охарактеризовані більшими й менш численними дубами й декількома рослинами або ACPL, або CABE. Тобто, незважаючи на поточну стадію сукцесії, великі дерева дуба звичайного формують відповідні ніші в екосистемі, забезпечуючи розмірну диференціацію і структурну різноманітність [159]. Водночас виявлено, що дуби середнього віку менш відрізняються від інших видів дерев із погляду розподілу DBH. Клен гостролистий і граб звичайний, які мають більш швидкі темпи зростання, призводять до конкуренції з домінуючими дубами. Це сприяє утворенню мертвої деревини, але може призвести до домінування цих другорядних складових (як це сталося в дослідному деревостані № 3) навіть з

точки зору суми площ перетину та запасу С. Крім того, деякі інвазійні види дерев (наприклад, робінія псевдоакація) можуть з'явитися в складі деревостану. Отже, регенерація дуба під основним ярусом перебуває під загрозою впливу порушень, зокрема антропогенного впливу, якщо насадження розташовуються в міських районах [140].

Виявлено деяку структурну однорідність (різноманітність Шеннона й розподіл DBH) у деревостані № 4, що характеризується більшою висотою в порівнянні з іншими пробними площами й більшими відстанями до шляхів, що використовуються відвідувачами парку. У такому випадку виникає можлива ситуація, у той час як антропогенний вплив не призводить до додаткового відпаду дерев усіх видів і отже, розмірної диференціації через утворення підросту. Тобто вплив людини може призвести до додаткового прискорення структурного розвитку під час середньовікового періоду [166].

Просторові закономірності, як правило, забезпечують більш глибоке розуміння основних структурних механізмів у помірних лісах, ніж відповідні непросторові структурні метрики [163]. Ми не знайшли відмінностей у видах, що змішалися між стиглими та середньовіковими деревостанами. Тобто, видове виникнення в парах дуба звичайного й домішок схоже відбувається на різних етапах розвитку деревостану. Така ж картина може спостерігатися і у розподілі деревного детриту, з деякими очевидними ефектами краю і глибоким антропогенним впливом поблизу меж пробної площі. Не було ніякого зв'язку між появою мертвого дерева й найближчим живим деревом з погляду розміру такого живого дерева. Оскільки великі дерева ($DBH > 40$ см) в основному є дубами звичайними, вони можуть пригнічувати темпи появи нового підросту [194]. Отже, випадковий розподіл мертвої деревини щодо будь-яких живих дерев, таким чином, є результатом процесів самозрідження серед молодих дерев, що відбувалися на далеких відстанях від домінуючих старих дубів. Такі закономірності можна пояснити семіваріацією в просторовому розподілі дерев DBH (рис. 3.6): більші крони старших дерев

тягнуть за собою те, що молодші дерева не згущені у своїх функціонуючих зонах.

Більш глибоке розуміння стійкості екосистеми міських насаджень дуба звичайного, зумовлених структурним різноманіттям, має стати важливим інструментом захисту залишків старовікових лісів. Вплив людини може сприяти диференціації розмірів дерев, утворенню мертвої деревини та підтримці біорізноманіття, але загрожуватиме лісовим насадженням у великих містах у довгостроковій перспективі [179]. Існує важлива примітка, з огляду на цю дослідну пробну площу, що традиційні проріджування, як правило, проводяться для формування структури лісопарку, не виконувалися в парку-пам'ятки «Феофанії». Керівники парку-пам'ятки планували лише видалення небезпечних мертвих дерев, розташованих біля доріг. Однак більш глибоке розуміння ключових структурних і просторових процесів необхідно для досягнення ефективності в розвитку природних деревостанів. Послаблена стійкість екосистем дубових лісових насаджень у Східній Європі (і особливо в Україні) через змінені кліматичні та природні режими є важливим питанням для охорони міських зелених зон [187]. Водночас знання просторового та структурного функціонування в масштабах лісових насаджень можуть надати обґрунтовані пропозиції щодо планування обов'язкових санітарних процедур після різноманітних порушень.

Отже, емпірично виявлено, що насадження середнього віку (вік \sim 80 років) лісових насаджень дуба звичайного може досягати подібної структурної неоднорідності, як і старші (віком > 150 років) екосистеми. Водночас склад видів дерев швидше визначається місцевими послідовними траєкторіями і більш різноманітним в стиглих дубових лісах. Під час досліджень було виявлено, що просторові моделі сильно зумовлені прямим (відсутність лісівничих заходів, за винятком видалення небезпечних дерев) і непрямым (розташування поблизу доріг і антропогенним навантаженням, пов'язаних з рекреацією) впливом людини. Успішна природна регенерація,

формування ярусу підросту і формування мікросередовища сильно залежать від просторових і не просторових лісових атрибутів.

Отже, більш глибоке розуміння ключових структурних процесів і функціонування у важливих широколистяних міських лісах має вирішальне значення через виникаючі ризики, які загрожують лісовим екосистемам у міських агломераціях.

3.3. Структура деревостанів за життєвим станом дерев

Інтенсивність впливу біотичних і абіотичних чинників на життєвий стан лісових насаджень відображається в чисельності формування відпаду дерев. Під час досліджень була проаналізована структуру чотирьох досліджуваних пробних площ за їхнім видовим складом і життєвим станом. На період закладки постійних пробних площ, а це 2016 і 2017 роки, основну частку лісових насаджень складали дерева граба, клена і дуба (рис. 3.9).

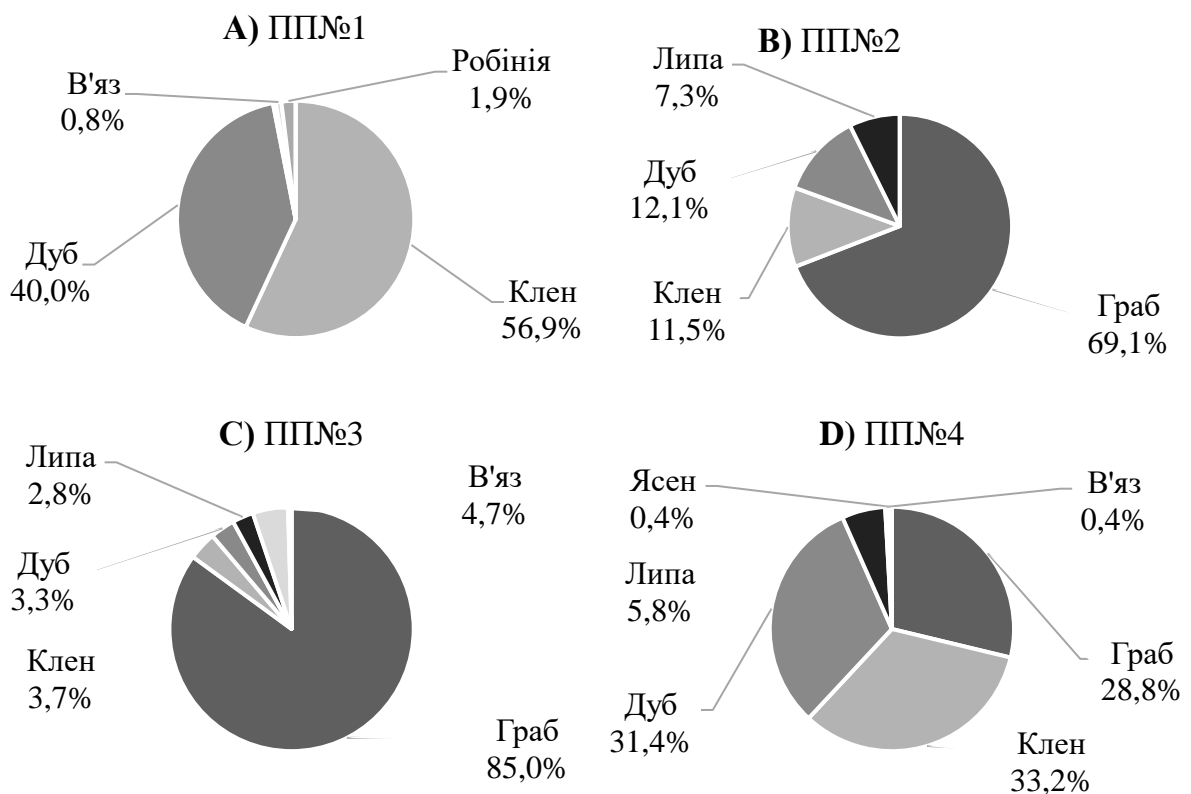


Рис. 3.9. Розподіл живих дерев за видами на постійних пробних площах, 2016 – 2017 рр.

На першій пробній площі (А) у 2016 році найбільшу частку насаджень належала клену, що склало 56,9 %, дерева дуба – 40 %, і незначна частка належала робінії і в'язу, що відповідно склало 1,9 і 0,8 %. Друга пробна площа (В), в основному сформована з дерев граба – 69,1 %. Частка насаджень дуба, клена й липи відповідно склала 12,1, 11,5, 7,3 %. У результаті дослідження третьої пробної площі (С) встановлено, що основний її склад сформовано з граба – 85 %, а дуб і клен склали лише 3,3 і 3,7 %, липи – 2,8 %. Четверта пробна площа (D) представлена більшим ступенем різноманітності лісових насаджень і, в основному, представлена деревами клена – 33, 2 %, дуба – 31,4 % і граба – 28,8 %. Решта дерев представлено липою – 5,8 %, в'язом і ясенем – по 0,4 %.

Утворення сухостійних дерев у лісових насадження є одним із найважливіших показників стану насаджень, за яким можна виявити причини їхнього відпаду. У результаті обстеження постійних пробних площ, за наявності сухостійних дерев, під час закладання постійних пробних площ встановлено, що основна доля припадає на насадження дуба і граба (рис. 3.10).

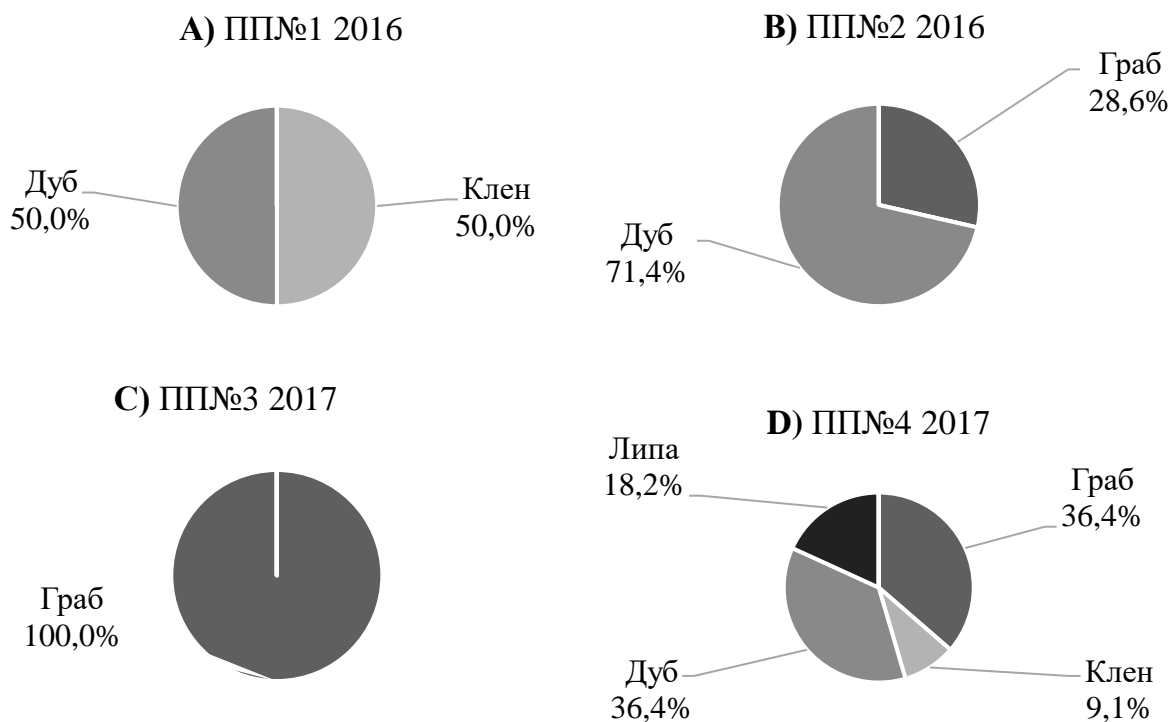


Рис. 3.10 Розподіл сухостійних дерев за видами на постійних пробних площах, 2016 – 2017 рр.

Сухостійні дерева першої пробної площі (А) склалися з дуба і клена – по 50 %.

На другій пробній площі (В) найбільша частка сухостою припадає на дуб – 71,4 % і на граб – 28,6 %. Стовідсоткову частку сухостійних дерев на третій пробній площі (С) сформовано з граба. Четверта пробна площа (D) представлена більшим спектром сухостійних дерев за видовим складом і склала – по 36,4 % дуба та граба, 18,2 % липи і 9,2 % клена.

Моніторинг процесів утворення сухостійних дерев полягає в отриманні достовірних даних, які дають можливість виділити закономірності і причини цих процесів, що так само дасть змогу здійснювати прогноз за станом лісових насаджень, а також впроваджувати заходи раціонального використання. За період проведених досліджень структура сухостійних дерев змінилася (рис. 3.11).

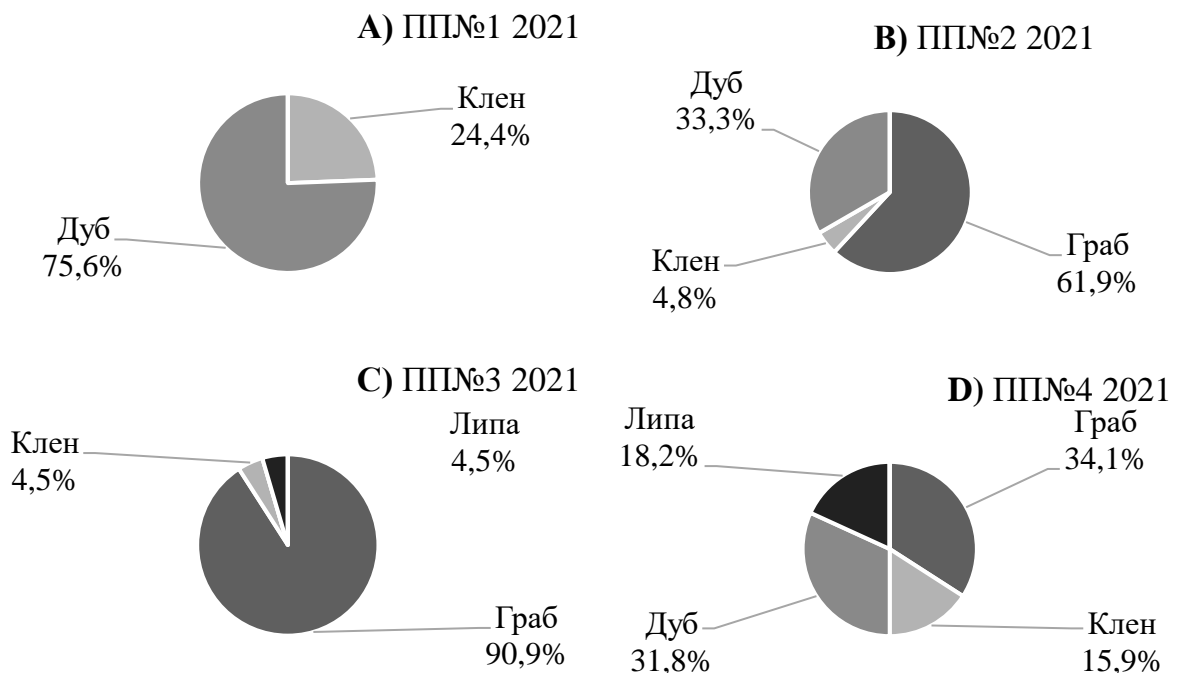


Рис. 3.11. Розподіл сухостійних дерев за видами на постійних пробних площах, 2021 р.

На першій пробній площі (А) за п'ятирічний період збільшилася частка сухостійного дуба на 26 %, що становило збільшення на 25 дерев. Клен

становив 24 % відмерлих дерев. На другій пробній площі (В), якщо на момент закладання досліду виявлено сухостій граба й дуба, то за п'ять років структура представлена грабом – 61,9 % (збільшення на 11 сухостійних дерев), дубом – 33,3 % (збільшення на 2 од. сухоостою) і кленом – 4,8 %. Якщо у 2017 році на третій пробній площі (С) сухостій складався лише з дерев граба, то за чотирирічний період відмічається наявність клена й липи – по 4,5 %, що за кількістю відповідає по 1 дереву. Однак сухостійних дерев граба утворилося найбільше – 19 дерев. На четвертій пробній площі (D) за період проведених досліджень збільшилася частка сухостійних дерев клена на 6,8 %, що відповідає 5 дерев. За кількістю інших дерев також сталися зміни – граб збільшився на 7 од., дуб на 6 од., липа на 4 од. Процеси утворення сухостійних дерев найбільше відмічаються на пробній площі № 1, 3 і 4.

3.4. Оцінювання динаміки компонентів фітомаси лісових насаджень

На теперішній час показник фітомаси лісових насаджень є однією з основних характеристик, яка визначає хід і напрям важливих процесів у лісових екосистемах, які характеризують екосистемні їхні послуги. Зміни показників фітомаси враховуються під час здійснення екологічного моніторингу, приймаються до уваги під час ведення лісового господарства в умовах урбанізації, моделюванні продуктивності лісів із врахуванням глобальних і локальних змін клімату, дослідженні стану ґрунтового покриву, зміні біорізноманіття, а також оцінюванні вуглецеводепонувальної функції лісів [9, 11]. У зв'язку із цим, вагоме значення мають експериментальні дані фітомаси й первинної продуктивності лісових насаджень, як вихідних показників під час дослідження завдань стабілізації клімату глобального рівня. Не менш важливими є регіональні дослідження динаміки фітомаси деревостанів та депонованого в ній вуглецю, тому вивчення біопродуктивності лісових насаджень міста Києва та інших агломерацій є і залишатиметься досить актуальним питанням.

Для визначення приросту фітомаси був здійснений облік усіх дерев на пробних площах за вимірювання основних таксаційних показників за дослідний період упродовж 2016 (2017) – 2021 рр. (рис. 3.11 – 3.14).

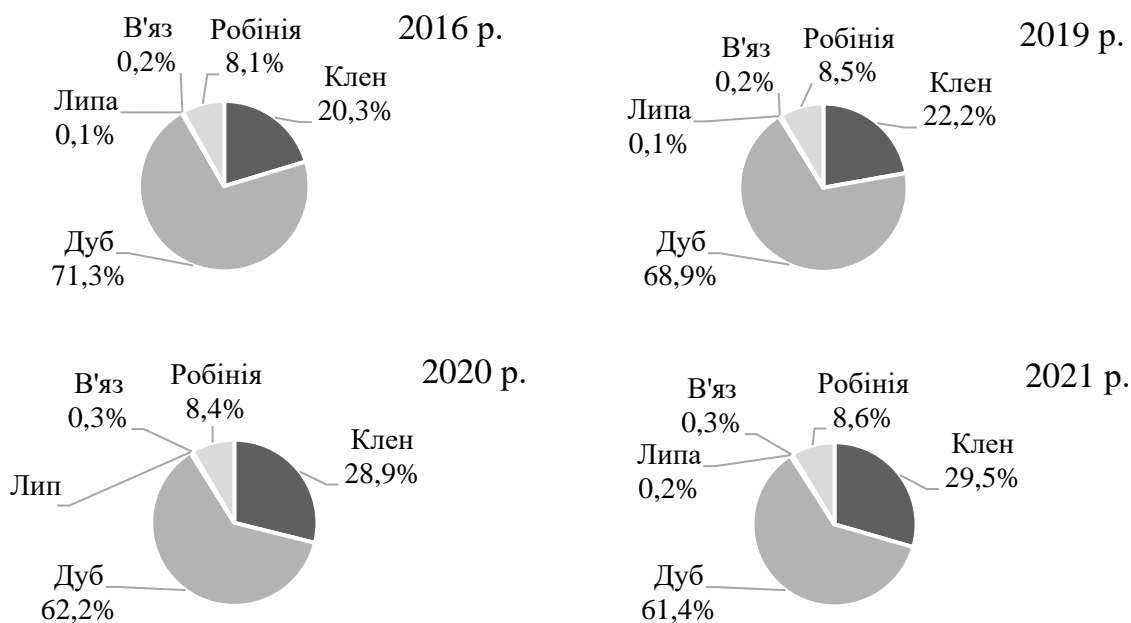
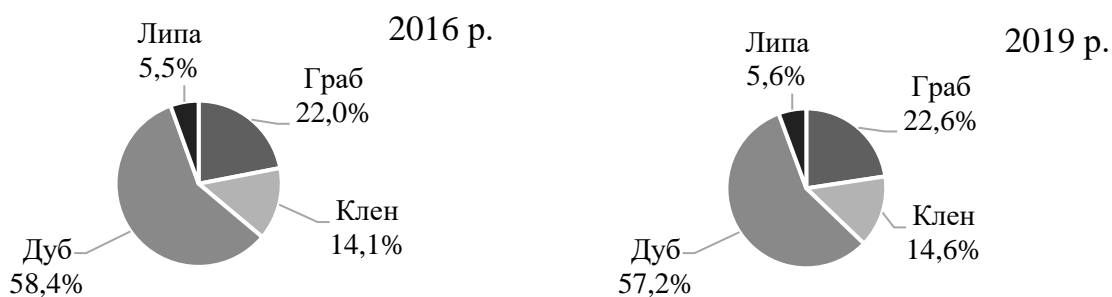


Рис. 3.11. Динаміка приросту показників загальної фітомаси 2016 – 2021 рр. (ПП № 1)

За отриманими результатами основних таксаційних показників стану лісових насаджень парку-пам'ятки «Феофанія» більша частка припадає на фітомасу, яка становила за дослідженими пробними площами: ПП № 1 – станом на 2016 рік – $178 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$, у 2021 році – 164 (втрата фітомаси загальної – $14 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$).



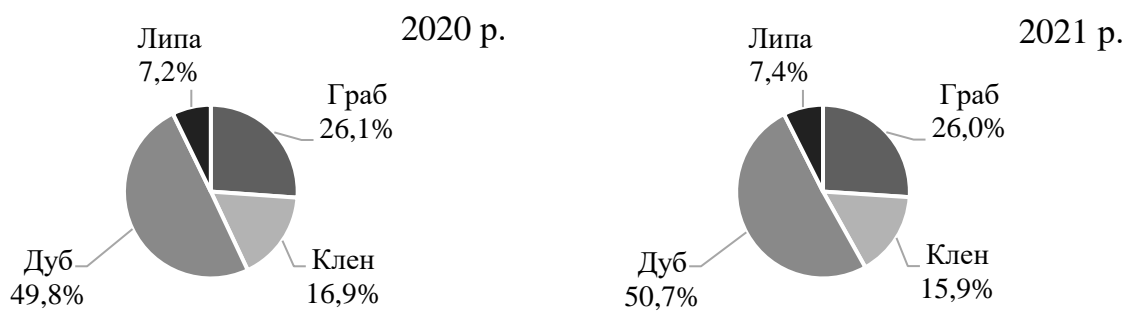


Рис. 3.12. Динаміка приросту показників загальної фітомаси
2016 – 2021 рр. (ПП № 2)

Найбільша частка фітомаси усіх досліджуваних дерев першої пробної площі сконцентрована у надземній фітомасі і припадає на дерева дуба – від 67 % на початок закладання досліджень і 69 % у 2021 році.

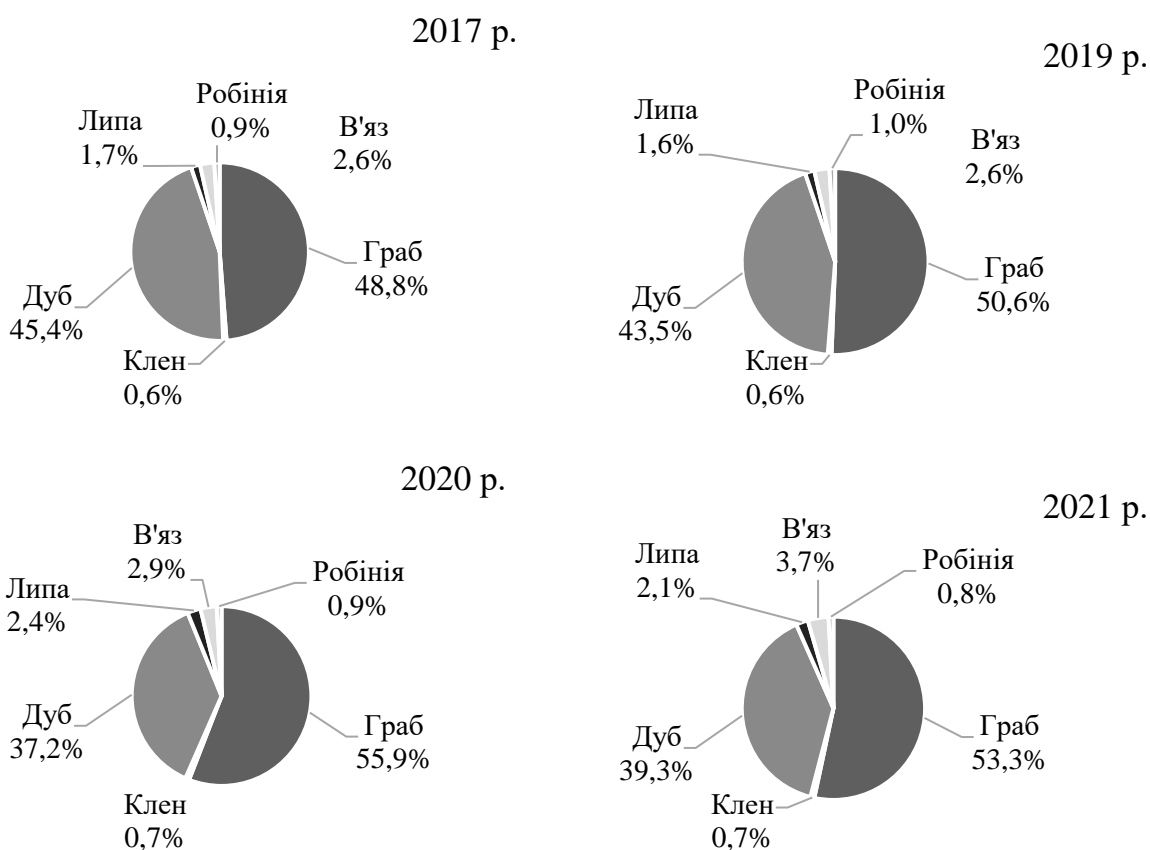


Рис. 3.13. Динаміка приросту показників загальної фітомаси
2017 – 2021 рр. (ПП № 3)

Менш інтенсивніше формування фітомаси відмічається в насадженнях клена, значення якої упродовж років дослідження знижувалася і склали $113 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ у 2021 році на противагу $129 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ у 2016 році. Різниця за п'ятирічний період склала $16 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$. Показники фітомаси дерев робінії за досліджуваний період суттєво не змінилися, що можна сказати й за липу та в'яз.

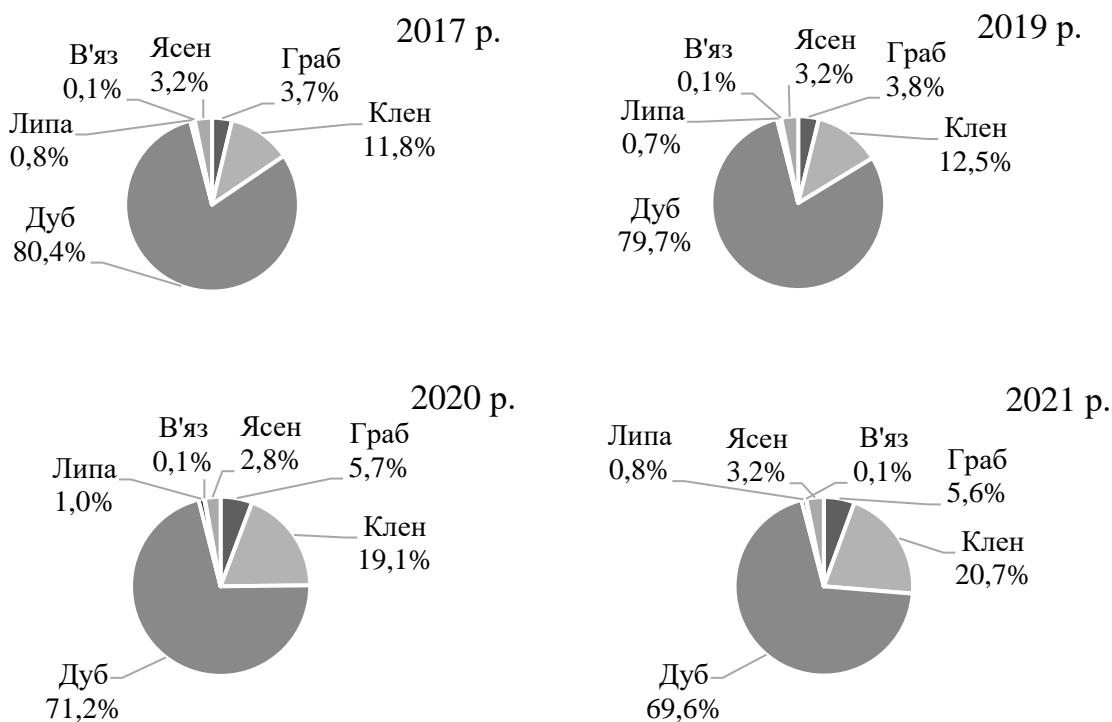


Рис. 3.14. Динаміка приросту показників загальної фітомаси
2017 – 2021 рр. (ПП № 4)

Приріст фітомаси другої пробної площі за п'ять років склав $7 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ — у 2016 році — $382 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$, у 2021 році — $389 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$. Переважаюча частка фітомаси, як і на першій пробній площі припадає на дерева дуба. Однак, у порівнянні з ПП № 1 на цій пробній площі відмічається динаміка стабільного накопичення фітомаси, приріст якої для дуба склав $3 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$. Друге місце належить грабу, фітомаса якого за досліджуваний період збільшилася майже на $4 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ та у 2021 році склала $87 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$. Менш інтенсивніше формування фітомаси відмічено в клена, що підтверджено втратою її значень на $0,8 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$. І лише 5 % частки

фітомаси насаджень другої пробної площі припадає на дерева липи, приріст якої до 2021 року склав $1,5 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$.

Третя пробна площа за показниками накопичення фітомаси всіх насаджень характеризується її позитивними значеннями – приріст склав $11 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$. За значеннями фітомаси найбільш слід виділити дерева граба й дуба, частка від загальної кількості відповідно склала 49 % і 46 % дуба під час закладання пробної площі 48 % і частка дуба залишилася незмінною, однак фітомаса збільшилася на $5,5 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$. Не суттєвим накопиченням значень фітомаси характеризувалися насадження клена, липи й робінії. Дерев в'яза, за незначних показників на початок проведення досліджень, збільшив фітомасу на $1,4 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$.

Четверта пробна площа в загальному значенні показників фітомаси мала не значну інтенсивність її приросту, що склало лише $1 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ за досліджуваний період. Переважна частка фітомаси належить деревам дуба, втрата якої склала $2 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$. Майже одного числового порядку мали значення, за показником фітомаси, дерева граба і ясена – відповідно $3,3 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ і $2,9 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$. Однак, за динамікою накопичення дерева ясена характеризувалися позитивною динамікою формування фітомаси, а дерева граба, навпаки – не суттєво негативною до $0,1 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$. Майже незмінними залишилися показники фітомаси в'яза, при не значній кількості його дерев на даній пробній площі.

Найбільша частка утворення фітомаси припадає на насадження дуба звичайного на трьох пробних площах, приріст якої найбільш інтенсивніше відбувався на першій пробній площі (71,3 %). Найменш інтенсивно, в порівнянні з іншими дослідженими пробними площами, фітомаса утворилася на четвертій пробній площі (61,4 %). Це пов'язано, як з щільністю лісових насаджень, їхнім видовим складом, так і з процесами інтенсивності росту і розвитку дуба звичайного, особливо його стовбурної частини.

Отже, неоднорідна динаміка процесів накопичення фітомаси досліджуваних пробних площ пов'язана з різними віковими особливостями

дерев, а більш інтенсивна втрата фітомаси на постійній пробній площі № 1 зумовлена суттєвим збільшенням кількості утвореного свіжого сухостою, тобто відпаду деревостану, в переважній більшості насаджень дуба, що перевищив приріст живих дерев. А на пробних площах, де насадження сформовані з більш молодих насаджень процеси приросту фітомаси протікають у відповідності до природних процесів росту і розвитку з нижчими показниками втрати фітомаси.

3.5. Оцінювання динаміки компонентів мортмаси лісових екосистем

Мортмаса є важливим компонентом під час оцінювання загальної біомаси лісових насаджень під час вивчення інтенсивності депонування вуглецю. Процеси утворення, накопичення і розкладання мортмаси відіграють важливу роль у колообігу речовин і енергії. Динаміку утворення і накопичення мортмаси в лісових насадженнях вивчали вчені П. І. Лакида, Р. В. Васишин, А. М. Білоус, А. З.Швиденко, та інші [70].

Показники мортмаси наземної перевищували дані мортмаси стовбура на всіх досліджених пробних площах. Результати таксації накопиченого вуглецю в компонентах мортмаси сухостою та деревної ламані на ПП № 1 (рис. 3.15) становили обсяг $1,92 \text{ МгС} \cdot \text{га}^{-1}$, який в основному представлено вуглецем детриту дуба звичайного (86,5 %), а також клена гостролистого (13,5 %).

У період із 2016 до 2021 року на ПП № 1 відбувся порівняно інтенсивний відпад дерев, що призвело до збільшення запасу депонованого вуглецю сухостою та деревної ламані у 2021 році до $13,43 \text{ МгС} \cdot \text{га}^{-1}$, зокрема $12,6 \text{ МгС} \cdot \text{га}^{-1}$ дуба звичайного (93,9 %) та $0,83 \text{ МгС} \cdot \text{га}^{-1}$ клена гостролистого (6,1 %). Частка вуглецю мортмаси сухостою і деревної ламані в структурі загальної біомаси на пробній площі №1 збільшилася з 2,2 % до 16,4 %. Варто зауважити, що за дослідний 5-річний період депонований вуглець біомаси збільшився на 5,4 % проти 2016 року.

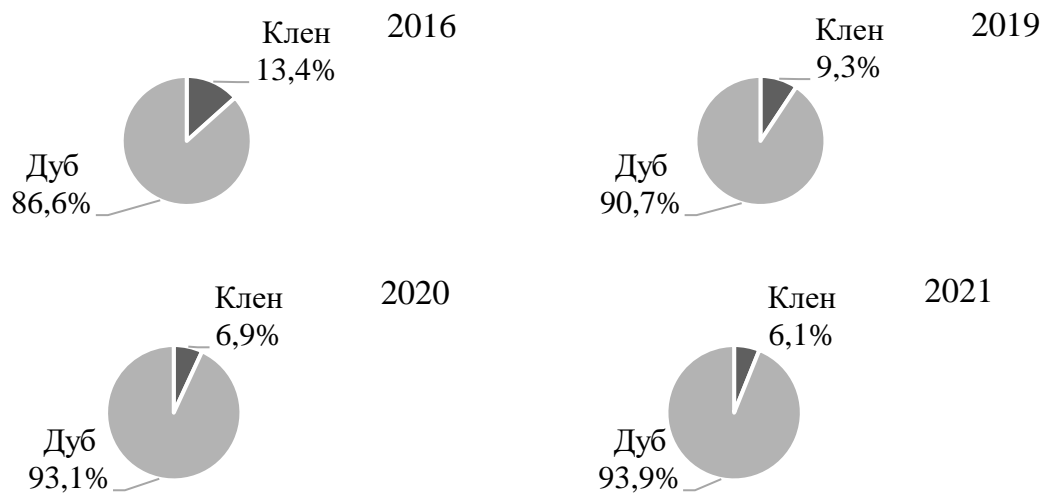


Рис. 3.15. Динаміка формування показників мортмаси за видовим складом насаджень 2016-2021 рр. (ПП1)

Мортмасу другої пробної площі (рис. 3.16) за видовим складом представлено деревами граба й дуба на початок проведення досліджень у 2016 році, з переважаючою часткою останнього та з утворенням мортмаси і клена у 2021 році.

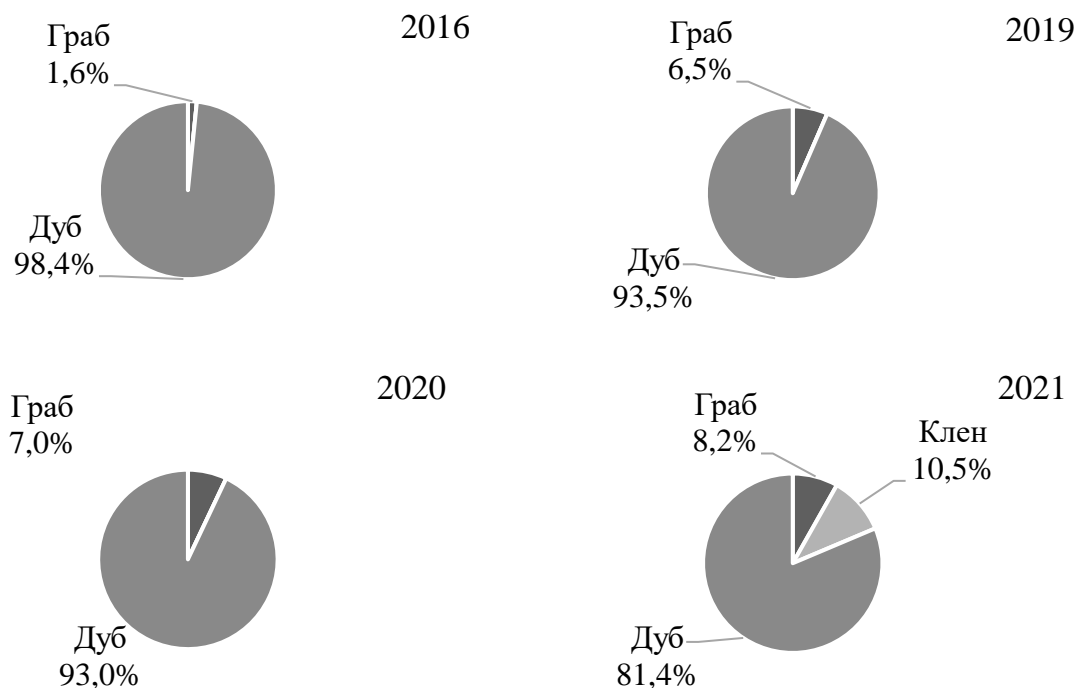


Рис. 3.16. Динаміка формування показників мортмаси за видовим складом насаджень 2016-2021 рр. (ПП № 2)

Оцінювання депонованого вуглецю в мортмасі сухою та деревної ламані на ПП № 2 станом на 2016 рік показало запас $7,00 \text{ Мг С} \cdot \text{га}^{-1}$, зокрема вуглець дуба становив $6,89 \text{ Мг С} \cdot \text{га}^{-1}$ (98,4 %) та граба – $0,11 \text{ Мг С} \cdot \text{га}^{-1}$ (1,6 %). Уже у 2021 році запас вуглецю сухою та деревної ламані збільшився до $15,54 \text{ Мг С} \cdot \text{га}^{-1}$, зокрема $12,63 \text{ Мг С} \cdot \text{га}^{-1}$ становив вуглець грубого деревного детриту дуба (81,3 %), $1,63 \text{ Мг С} \cdot \text{га}^{-1}$ – клена (10,5 %) й $1,28 \text{ Мг С} \cdot \text{га}^{-1}$ – граба (8,2 %). Отже, частка вуглецю мортмаси сухою та деревної ламані у загальному обсязі вуглецю біомаси у 2021 році збільшилася до 8 %, як порівняти з 3,7 % у 2016 році.

На третій пробній площі за видовим складом переважав граб і клен, а процеси відпаду на ній були менш інтенсивними (рис. 3.17). На початок дослідження у 2017 році запас вуглецю в мортмасі становив $0,04 \text{ Мг С} \cdot \text{га}^{-1}$, який повністю був представлений вуглецем деревного детриту граба звичайного (100 %). У 2021 році було встановлено $1,42 \text{ Мг С} \cdot \text{га}^{-1}$ мортмаси граба (98,8 %) та $0,02 \text{ Мг С} \cdot \text{га}^{-1}$ клена (1,2 %). Отже, частка вуглецю мортмаси сухою та деревної ламані в загальному обсязі вуглецю біомаси у 2021 році збільшилася до 1,8 % проти 0 % у 2017 році.

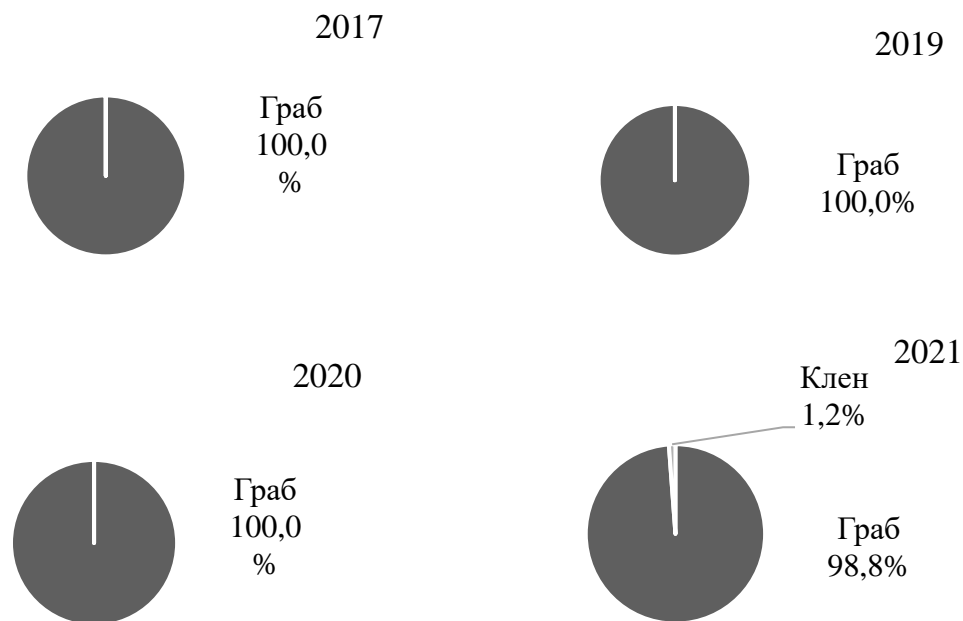


Рис. 3.17. Динаміка формування показників мортмаси за видовим складом насаджень 2017-2021 рр. (ПП № 3)

У дослідному насадженні на четвертій пробній площі у 2017 році (рис. 3.18) виявлено 2,91 Мг С·га⁻¹ депонованого в мортмасі сухою та деревною ламані чотирьох деревних видів, зокрема 2,52 МгС·га⁻¹ депоновано в мортмасі дуба (86,7 %), 0,27 МгС·га⁻¹ належало грабу (9,2%), 0,09 МгС·га⁻¹ – липі (3,0%), 0,03 МгС·га⁻¹ – клену (1,1 %). На цій же пробній площі № 4 у 2021 році оцінено 5,43 МгС·га⁻¹, зокрема 4,79 МгС·га⁻¹ дуба (84,0 %), 0,18 МгС·га⁻¹ граба (8,1 %), 0,28 МгС·га⁻¹ липи (4,8 %) і 0,18 МгС·га⁻¹ клена (3,1 %). Загалом, з 2017 до 2021 року запас депонованого вуглецю в мортмасі сухою та деревною ламані збільшився на 86,6 %, що призвело до збільшення частки вуглецю мортмаси із 6,1 % у 2017 році до 10,8 % до 2021 році в загальній структурі вуглецю надземної біомаси.

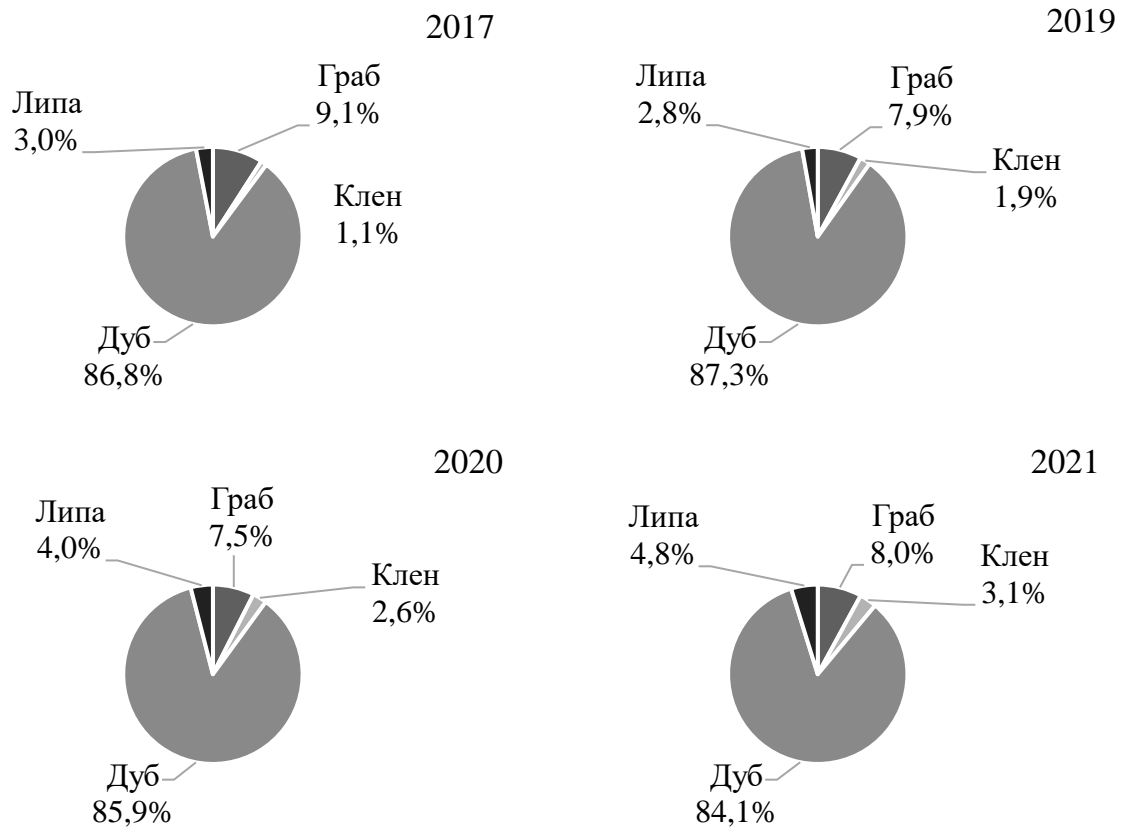


Рис. 3.18. Динаміка формування показників мортмаси за видовим складом насаджень 2017-2021 рр. (ПП № 4)

Безумовно, різниця в динаміці структури депонованого вуглецю на різних пробних площах пояснюється особливостями продуктивності, складу, віку

дерев лісових насаджень. Характерно, що на ПП № 2-4 упродовж дослідного періоду зростає частка вуглецю мортмаси клена гостролистого.

Отже, характеризуючи динаміку формування мортмаси досліджуваних пробних площ, можна говорити про стійку позитивну динаміку її утворення, що безпосередньо пов'язано із процесами утворення відпаду й сухоостою об'єкту досліджень. Чинники, які впливають на ці процеси мають як біотичний характер – внутрішньовидова конкуренція, кліматичні умови, так і абіотичні чинники. Серед видового складу за показником утворення мортмаси варто виділити дерева дуба, які мали переважачу частку мортмаси на всіх пробних площах, за виключенням третьої, на якій мортмаса представлена переважно деревами граба.

3.6. Загальна біопродуктивність дослідних лісових насаджень

Показник загального обсягу резерву вуглецю біомаси дослідних насаджень формує сукупний обсяг вуглецю фітомаси й мортмаси за відповідними роками (табл. 3.3, 3.4), зокрема: на ПП №1 у 2016 р. оцінено 90,4 Мг С·га⁻¹ та у 2021 р. – 95,3 Мг С·га⁻¹; на ПП № 2 у 2016 р. – 197,3 Мг С·га⁻¹ та у 2021 р. – 209,6 Мг С·га⁻¹; на ПП №3 2017 р. – 74,1 Мг С·га⁻¹ та у 2021 р. – 80,9 Мг С·га⁻¹; ПП № 4 у 2017 р. – 47,5 Мг С·га⁻¹ та у 2021 р. – 50,5 Мг С·га⁻¹.

Таблиця 3.3

Загальна біомаса дослідних насаджень, 2016 – 2021 рр.

ПП, №	Біомаса деревостанів ПП 2016-2021 рр., Мг С·га ⁻¹	
	2016 (2017)	2021
1	356	376
2	450	478
3	338	369
4	329	350

Водночас найбільшу частку вуглецю біомаси за пробними площами мали: на ПП № 1 у 2016 році – дуб (73,0 %), клен (20,8 %) й у 2021 році – дуб (68,4 %), клен (24,1 %); на ПП № 2 у 2016 році – дуб (58,3 %), граб (22,0 %) й

у 2021 році – дуб (58,0 %), граб (22,5 %), ПП № 3 у 2017 – граб (47,7 %), дуб (45,9 %) й у 2021 році – граб (47,8 %), дуб (45,8 %); на ПП № 4 у 2017 році – дуб (80,3 %), клен (11,8 %) і на 2021 рік – дуб (77,7 %) і клен (14,2 %). Тобто, для всіх обстежених пробних площ основну частку вуглецю біомаси, за видовим складом, представлено дубом, грабом і кленом.

За сукупними змінами життєвого стану та таксаційних параметрів дерев на всіх пробних площах відмічається накопичення депонованого вуглецю у компонентах біомаси. Насамперед це пов'язано з інтенсивнішими процесами накопичення вуглецю більш молодими деревами навіть у насадженнях, у яких ярус вікових дубів досяг природної стиглості.

Таблиця 3.4

**Загальна біомаса дослідних насаджень за їх видовим складом,
2016 – 2021 рр., т · га⁻¹**

ПП, №	Вид	2016(2017)	2021
1	Клен	73,3	80,8
	Дуб	260,1	270,9
	Липа	0,4	0,4
	В'яз	0,7	0,8
	Акація	21,8	22,7
2	Граб	95,5	102,2
	Клен	61,4	64,2
	Дуб	269,2	285,9
	Липа	23,9	25,7
3	Граб	165,1	179,1
	Клен	2,0	2,4
	Дуб	153,6	166,2
	Липа	5,6	6,3
	В'яз	8,8	11,9
	Акація	2,5	2,7
4	Граб	13,4	14,5
	Клен	36,6	45,2
	Дуб	266,2	275,4
	Липа	3,0	3,7
	В'яз	0,2	0,1
	Ясен	9,9	11,6

Накопичення вуглецю в мортмасі зумовлено процесом відпаду та утворенням сухостою і деревної ламані. Природно, що процеси формування відпаду та його інтенсивність залежать не лише від віку і продуктивності дерев, а й від природних та антропогенних порушень, які впливають на біогеохімічний цикл у лісових екосистемах.

Порівнюючи отримані дані з результатами попередніх досліджень варто відмітити, що депонування вуглецю значною мірою залежить від процесів формування та накопичення сухостою та деревної ламані. Водночас різновіковий та мішаний склад дослідних насаджень, у яких присутні вікові й молоді дерева, забезпечують приріст фітомаси та позитивну динаміку депонованого вуглецю.

На всіх чотирьох постійних пробних площах у лісових насадженнях парку-пам'ятки «Феофанія» впродовж дослідного періоду виявлено збільшення резерву депонованого вуглецю в біомасі деревостанів. Між тим виявлено зменшення депонованого вуглецю у фітомасі на ПП №1 та незначне збільшення вуглецю фітомаси на $0,2 \text{ Мг С} \cdot \text{га}^{-1}$ на ПП №4, що свідчить про зменшення вуглецедепонуєчого потенціалу насаджень за умов інтенсивнішого відпаду й меншого поточного приросту фітомаси деревостанів.

Висновки до розділу 3

1. Динаміка формування утворення сухостою пов'язана з біотичними чинниками, внутрішньовидовою конкуренцією та локальною неоднорідністю умов зростання дерев, які безпосередньо впливають на життєвий стан основних видів об'єкта досліджень.

2. Зміна структури видового складу за роками дослідження, безпосередньо, пов'язана з процесами відпаду сухостою, що може впливати на стійку динаміку накопичення фітомаси досліджуваних лісових ценозів.

3. Упродовж чотирирічного періоду, внаслідок біотичних і абіотичних процесів кількість сухостійних дерев збільшилася. Станом на 2021 рік у

структурі сухостійних дерев сформовано по 1 дереву граба, клена й липи. Найбільш інтенсивно формування сухостою відмічалось на четвертій пробній площі, що пояснюється особливостями локальних умов росту й розвитку лісових насаджень та впливом зовнішніх чинників.

4. Детальне дослідження закономірностей ключових структурних процесів, які відбуваються в лісових екосистемах загалом і їх функціонування в широколистяних міських лісах має вирішальне значення через ризики, які загрожують лісовим екосистемам у міських агломераціях. Такі ризики мають як антропогенні першопричини, так і біотичні.

5. Неоднорідна динаміка процесів накопичення фітомаси досліджуваних пробних площ пов'язана з різними віковими особливостями дерев, а більш інтенсивна її втрата фітомаси зумовлена суттєвим збільшенням кількості утвореного свіжого сухостою. Приріст фітомаси в молодих насадженнях відбуваються у відповідності до природних процесів росту й розвитку з нижчими показниками втрати фітомаси.

6. Формування мортмаси досліджуваних пробних площ відображає стійку позитивну динаміку її утворення, що безпосередньо пов'язано із процесами утворення відпаду й сухостою об'єкту досліджень. Чинники, які впливають на утворення сухостою мають як біотичний характер – внутрішньовидова конкуренція, кліматичні умови, так і абіотичні чинники.

7. Дослідження постійних пробних площ у межах парку-пам'ятки «Феофанія» вказують на трансформований стан лісових екосистем під впливом антропогенної діяльності та природних процесів, які визначають різновекторність перерозподілу запасу вуглецю в компонентах біомаси лісових насаджень.

8. За умови пріоритетності депонування вуглецю в біомасі деревостанів, як екологічної функції, необхідно практикувати заходи для збільшення поточного приросту депонованого вуглецю в біомасі та підвищення стійкості дерев до природних та антропогенних порушень.

9. Зважаючи на природоохоронний статус та важливе екологічне значення парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва «Феофанія», варто відмітити позитивну тенденцію до збільшення частки грубого деревного детриту (мортмаси) у структурі біомаси дослідних насаджень.

10. Сприяння формуванню мішаних і різновікових деревостанів забезпечує більш стійке депонування вуглецю в біомасі насаджень та зменшує ризики негативного балансу вуглецевого циклу в лісових екосистемах.

РОЗДІЛ 4. ЕКОСИСТЕМНІ ФУНКЦІЇ ЛІСІВ ПАРКУ - ПАМ'ЯТКИ «ФЕОФАНІЯ»

4.1. Екосистемні функції дослідних насаджень

Вагомий внесок у розробку основних теоретичних і методичних підходів щодо обліку лісових насаджень та їх екосистемних функцій, кількісне та якісне оцінювання біопродукційного процесу у лісових екосистемах, облік кількісних показників окремих екосистемних функцій, верифікації, інтерпретації й практичного застосування математичних моделей та інформаційного забезпечення для кількісної оцінки екосистемних функцій лісів, а також визначення соціального та економічного значення окремих екосистемних функцій лісових фітоценозів для сталого розвитку лісових насаджень належить вченим НУБіП України П. І. Лакиді, Р. Д. Василюшину, Білоусу А.М., та ін. [11, 18, 26].

За результатами виконаних таксаційних вимірів, відбору зразків приросту дерев на постійних пробних площах об'єкту досліджень, враховуючи інтенсивність росту і розвитку лісових насаджень було пораховано поточний приріст екосистемних функцій для кожного дерева. Сумарні показники поточного приросту показників екосистемних функцій наведено в (табл. 4.1-4.4).

Таблиця 4.1

Поточний приріст показників екосистемних функцій ПП № 1, 2016 – 2021 рр.

Вид	ПП № 1			
	поточний приріст фітомаси, т·га ⁻¹	поточне депонування вуглецю, т·га ⁻¹	поточне накопичення енергії, ГДж·га ⁻¹	поточна киснепродуктивність, т·га ⁻¹
Акація	0,25	0,12	4,4	0,35
В'яз	0,01	0,01	0,2	0,01
Дуб	2,17	1,09	38,9	3,04
Клен	0,91	0,46	16,3	1,28
Липа	0,01	0,004	0,1	0,01
Разом	3,35	1,67	59,9	4,69

Загальна фітомаса деревостану, з урахуванням стовбура в корі, кори, гілок, листя, коріння, живого надґрунтового покриву й підліску склала $3,35 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ першої пробної площі. Поточний приріст вуглецю за досліджуваний період на досліджуваній пробній площі склав $1,67 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$.

Загалом найвищі показники приросту загальної енергії припадають на насадження дуба (рис. 4.1). Найбільша кількість енергії належить насадженням дуба, що склало 2454 ГДж, а її поточний приріст між тим склав $38,9 \text{ ГДж} \cdot \text{га}^{-1}$. Відповідно, переважна кількість поточного приросту енергії на досліджуваній першій пробній площі припадає на дерева дуба і клена, що склало відповідно 38,9 ГДж і 16,3 ГДж. Загалом приріст енергії на ПП № 1 склав 59,9 ГДж.

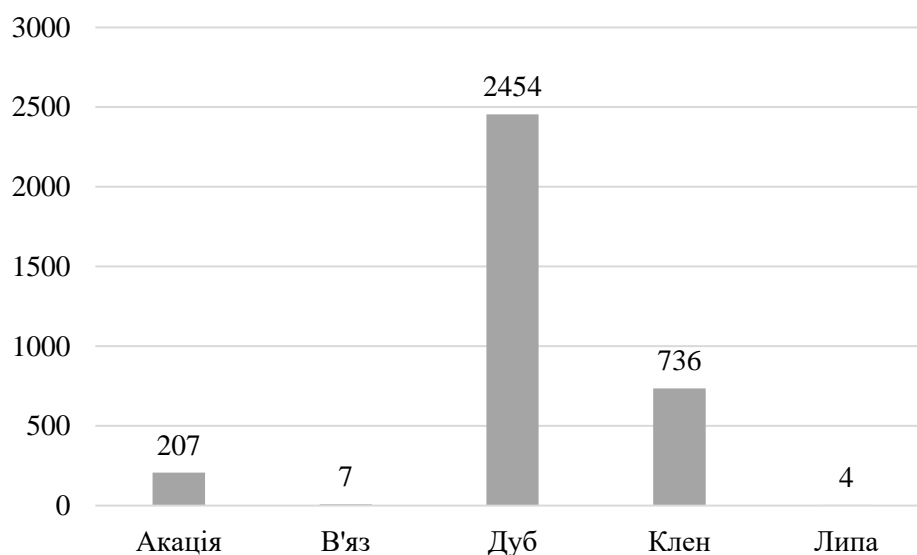


Рис. 4.1. Показники приросту загальної енергії за видовим складом ПП № 1 (2016-2021 рр.), ГДж

За поточного приросту загального вуглецю найбільша частка припадає на насадження дуба – $1,09 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ (72,13 %), а найменше на насадження липи – $0,004 \text{ т}$ (0,12 %) (рис.4.1, 4.2). Ці показники тісно корелюють із результатами дослідження структури досліджуваних насаджень, які підтверджують, що основна частка насаджень на першій пробній площі сформована з дерев дуба, а відповідно найбільша частка депонованого вуглецю належить насадженням дуба.

Під час росту й розвитку лісових насаджень на першій пробній площі найбільша частка поточного приросту загального вуглецю сформувалася з насаджень дуба – 72,13 %. На клен припадає 21,50 %, а найменша інтенсивність приросту відмічається в дерев липи – 0,12 %.

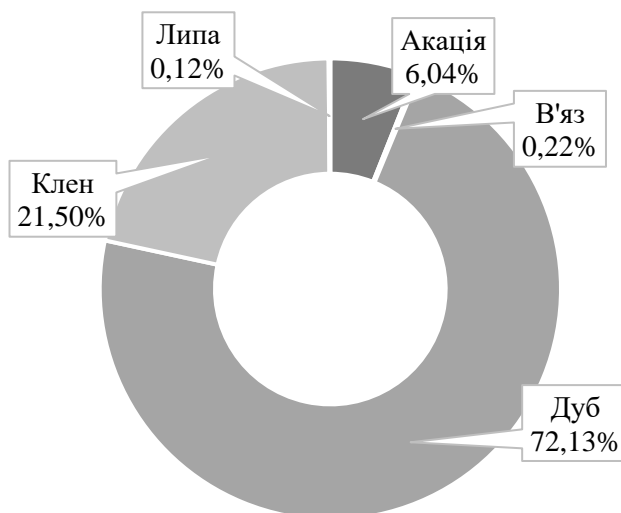


Рис. 4.2. Поточний приріст загального кисню за видовим складом
ПП № 1 (2016 – 2021 рр.)

Показники поточного приросту показників екосистемних функцій другої пробної площі (табл. 4.2) характеризуються формуванням основної частки за рахунок дерев дуба звичайного.

Таблиця 4.2

**Поточний приріст показників екосистемних функцій
ПП № 2 2016 – 2021 рр.**

Вид	ПП № 2			
	поточний приріст фітомаси, т·га ⁻¹	поточне депонування вуглецю, т·га ⁻¹	поточне накопичення енергії, ГДж·га ⁻¹	поточна киснепродуктивність, т·га ⁻¹
Граб	1,23	0,61	21,9	1,72
Дуб	3,34	1,67	59,7	4,68
Клен	0,78	0,39	14,0	1,09
Липа	0,41	0,20	7,3	0,57
Разом	5,75	2,88	102,9	8,06

Загальна кількість поточного приросту фітомаси за весь період становила $5,75 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$, а частка від загальної кількості, що припадає на насадження дуба склала 58 %. Поточний приріст вуглецю, який сформовано переважно за рахунок дерев дуба становив $2,88 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ за досліджуваний період. Величина поточного приросту енергії на другій пробній площі становила $102,9 \text{ ГДж} \cdot \text{га}^{-1} \text{ рік}^{-1}$, а кисню – $8,06 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$. Серед усіх порід, які формують другу пробну площу за показниками екосистемних функцій, у порівнянні з іншими видами, найменша інтенсивність приросту належить липі. За показниками інтенсивності приросту загальної енергії (рис. 4.3), як уже зазначалося, належить дубу звичайному – $4474 \text{ ГДж} \cdot \text{га}^{-1}$, а найменша – липі – $404 \text{ ГДж} \cdot \text{га}^{-1}$.

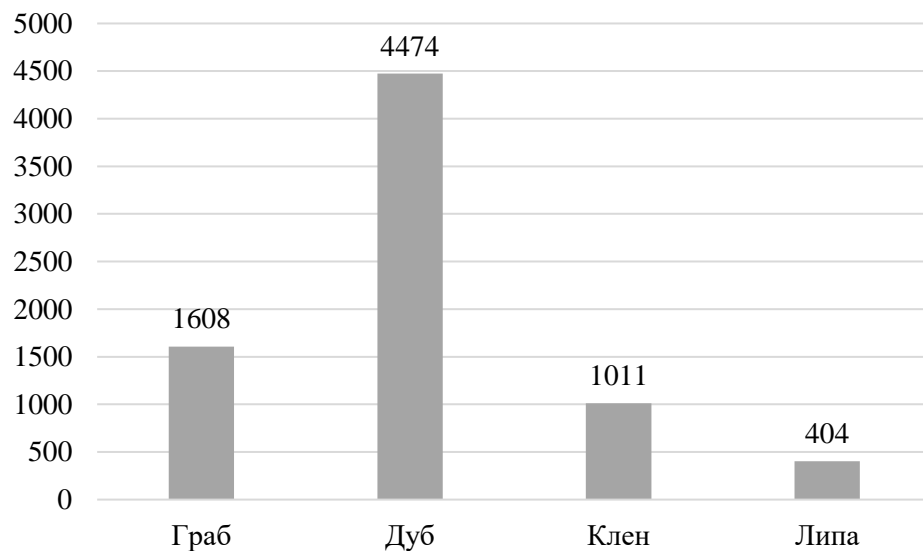


Рис. 4.3 Показники приросту загальної енергії за видовим складом
ПП № 2 (2016-2021 рр.), ГДж

Переважна частка поточного приросту загального кисню на другій пробній площі сформована з насаджень дуба, що складає майже 60 %. На дерева граба припадає 21,4 %, а клена 13,4 %. Менша частка сформована деревами липи.

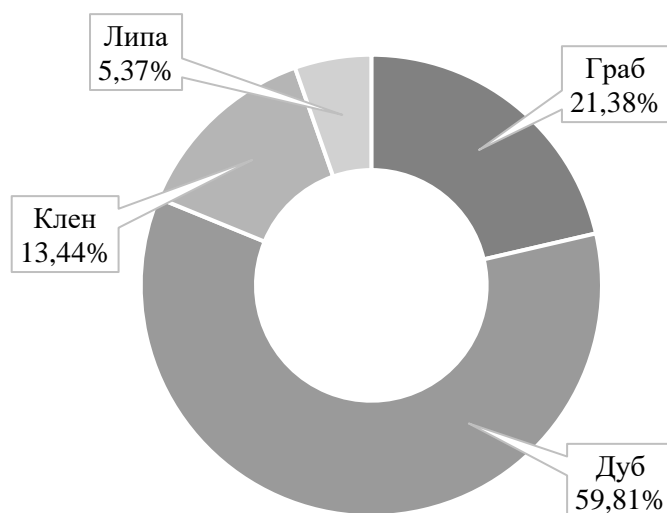


Рис. 4.5 Структура поточного приросту кисню за видовим складом
ПП № 2 (2016 – 2021 рр.)

Під час вивчення показників екосистемних функцій третьої пробної площі встановлено що, загальний поточний приріст фітомаси становив $4,78 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$, а приріст вуглецю – $2,39 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$. Приріст енергії склав $85,5 \text{ ГДж} \cdot \text{га}^{-1}$ і поточний приріст кисню загалом $6,70 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$. Серед дерев, які складають третю пробну площу можна виділити насадження граба і дуба за переважаючими величинами показників екосистемних функцій – відповідно 58 % і 36 %.

Таблиця 4.3

**Поточний приріст показників екосистемних функцій
ПП № 3 2017 – 2021 рр.**

Вид	ПП № 3			
	поточний приріст фітомаси, $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$	поточне депонування вуглецю, $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$	поточне накопичення енергії, $\text{ГДж} \cdot \text{га}^{-1}$	поточна киснепродуктивність, $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$
Акація	0,02	0,01	0,4	0,03
В'яз	0,18	0,09	3,2	0,25
Граб	2,77	1,39	49,6	3,88
Дуб	1,71	0,85	30,5	2,39
Клен	0,03	0,02	0,6	0,05
Липа	0,07	0,03	1,2	0,1
Разом	4,78	2,39	85,5	6,70

На обстеженій третій пробній площі найбільші значення приросту загальної енергії належать насадженням граба – 1409 ГДж і дуба – 1301 ГДж. Значно менші величини отримані за деревами в'язу – 93 ГДж, липи – 49 ГДж, акації – 22 ГДж і клена – 19 ГДж (рис. 4.6).

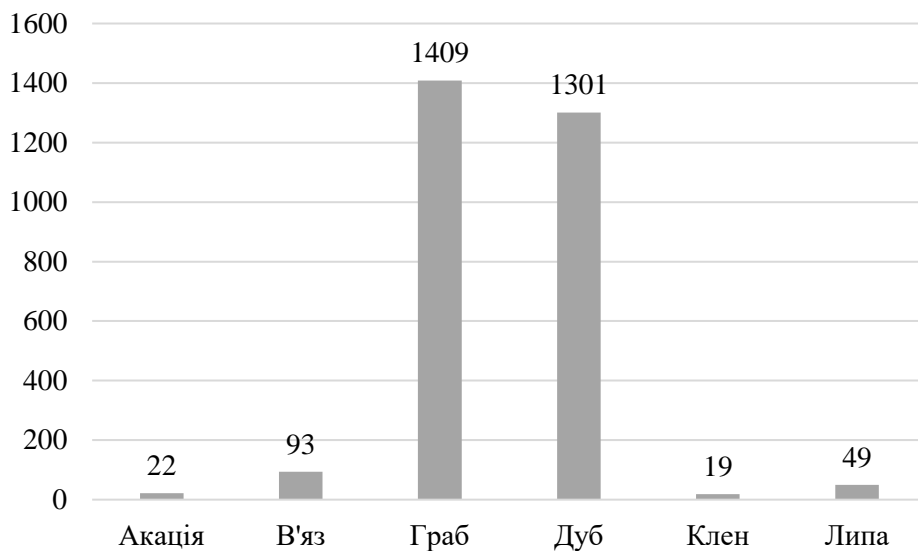


Рис. 4.6 Показники акумулювання загальної енергії за видовим складом
ПП № 3 (2017 – 2021 рр.), ГДж

Як зазначалося вище, на третій пробній площі основними деревами, які сформували найбільшу частку показників екосистемних функцій належить грабу і дубу (рис. 4.7).

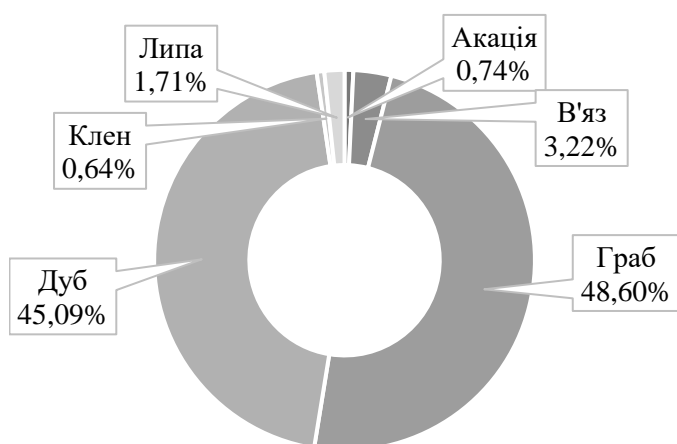


Рис. 4.7 Поточний приріст загального кисню за видовим складом
ПП №3 (2017 – 2021 рр.)

Так, поточний приріст кисню, як однієї з визначальних показників екосистемних функцій, у переважній частці належить грабу – 3,88 т·га⁻¹ і дубу – 2,39 т·га⁻¹ %, а найменша – клену – 1,5 т·га⁻¹.

Четверта пробна площа за досліджуваними показниками приросту характеризується наступними величинами: загальний поточний приріст фітомаси склав 3,31 т·га⁻¹, вуглецю – 1,65 т·га⁻¹, енергії – 59,2 ГДж·га⁻¹ і кисню 4,63 т·га⁻¹ (табл. 4.4, рис. 4.8).

Таблиця 4.4

**Поточний приріст показників екосистемних функцій
ПП № 4, 2017-2021 рр.**

Вид	ПП4			
	поточний приріст фітомаси, т·га ⁻¹	поточне депонування вуглецю, т·га ⁻¹	поточне накопичення енергії, ГДж·га ⁻¹	поточна киснепродуктивність, т·га ⁻¹
В'яз	0,001	0,001	0,03	0,002
Граб	0,2	0,1	3,6	0,28
Дуб	2,37	1,19	42,4	3,32
Клен	0,61	0,30	10,9	0,85
Липа	0,06	0,03	1,0	0,08
Ясен	0,07	0,04	1,3	0,1
Разом	3,31	1,65	59,2	4,63

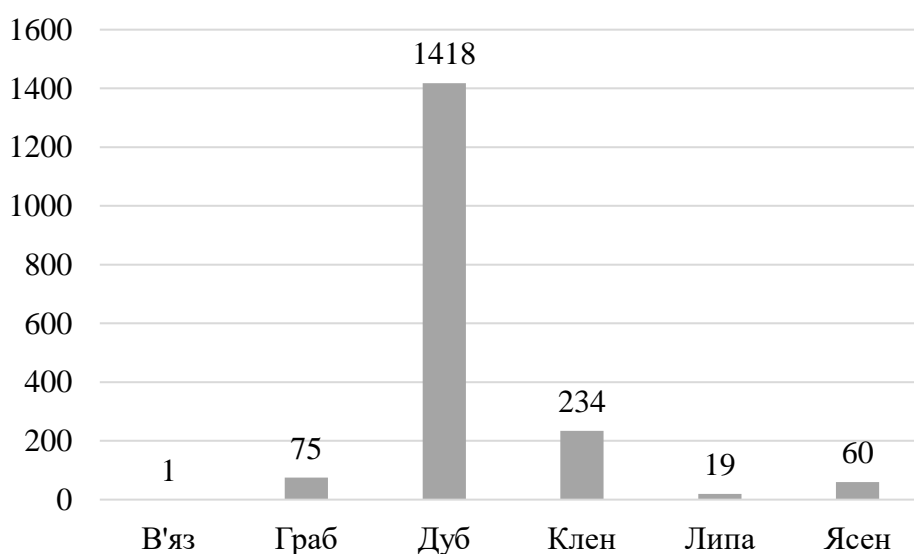


Рис. 4.8. Показники приросту загальної енергії за видовим складом
ПП № 4 (2017), ГДж

Найвища частка серед порід, які формують цю пробну площу належить дубу – 72 % і мінімальна – в'язу.

Переважає кількість за приростом загальної енергії належить, як і на інших обстежених пробних площах, деревам дуба – 1418 ГДж, водночас приріст склав – 42,4 ГДж·га⁻¹. На четвертій пробній площі переважає кількість за приростом загального кисню належить насадженням дуба – 3,32 т·га⁻¹ (рис. 4.9). Решта сформована з клена – 12,90 %, граба – 4,13 % і ясеня – 3,31 %. Найбільш мінімальний приріст належить в'язу – 0,03 %.

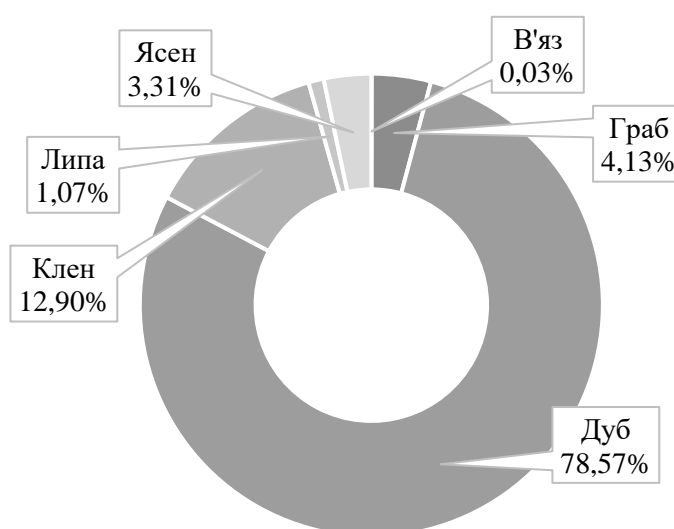


Рис. 4.9. Поточний приріст загального кисню за видовим складом
ПП № 4 (2017-2021 рр.)

Отже, серед обстежених пробних площ найбільш інтенсивніше поточний приріст показників екосистемних послуг відмічений на другій дослідженій пробній площі, а серед дерев, які формують досліджувані насадження за приростом переважав дуб звичайний.

4.2 Фітомаса лісових насаджень

Фітомаса лісових насаджень є одним із ключових показників екосистемних послуг. Інтенсивність нагромадження фітомаси лісовими

насадженнями так само залежить від видового складу, розташування лісових насаджень, впливу антропогенних чинників та ін. Результати досліджень процесів формування фітомаси дає підстави для удосконалення раціональним використання лісових ресурсів. Найбільш вагомими дослідженнями вивчення формування фітомаси лісових екосистем викладено в наукових працях П. І. Лакиди [170], Р. В. Василюшина [17], А. М. Білоуса [11], Р. К. Матяшук [178], Я. П. Дідух [39].

Для визначення інтенсивності формування і накопичення фітомаси лісових насаджень парку-пам'ятки «Феофанія» були використані матеріали парковпорядкування з 1958 року (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

Формування фітомаси в компонентах лісових насаджень парку-пам'ятки «Феофанія», 1958 – 2021 рр.

Рік впорядкування	Площа, га	Фітомаса лісових насаджень, тис. т							Загальний обсяг фітомаси, тис. т	Щільність фітомаси, т·га ⁻¹
		стовбур у корі	кора	гілки	листя	коріння	ЖНП	підлісок і підріст		
1958	130,6	13,7	2,1	2,9	0,3	5,4	0,5	0,5	23,3	178
1979	144,7	24,8	3,7	5,1	0,4	9,0	0,6	0,6	40,6	280
1991	136,7	18,5	2,8	3,7	0,3	6,7	0,7	0,5	30,4	222
2000	135,7	19,3	2,8	3,8	0,3	6,5	0,7	0,8	31,3	231
2004	115,5	16,3	2,4	3,1	0,2	5,6	0,6	0,7	26,6	230
2013	107,0	12,5	1,8	2,3	0,2	4,3	0,6	0,6	20,5	191
2016	107,0	13,2	1,9	2,5	0,2	4,5	0,6	0,6	21,5	201
2021	107,0	14,4	2,1	2,7	0,2	4,8	0,6	0,6	23,2	216

Динаміка накопичення фітомаси за роки обліку в різних компонентах лісових насаджень мали свої відмінності. Найбільше значення фітомаси відмічений у стовбурі, що складає 61 % від загального обсягу фітомаси. Серед інших компонент, значна кількість належить корінню, що склала 46,7 тис. т (22 % від загального обсягу фітомаси насаджень). На компоненту гілок припадає в загальній сумі фітомаси за роки обліку 26,1 тис. т (12 %).

Показники живого надґрунтового покриву, підліску і приросту характеризувалися однаковими значеннями – $4,9 \cdot 10^3$ і 4,3 тис. т, а найменша кількість фітомаси припадає на листя (2 тис. т).

Характеризуючи динаміку формування фітомаси за роками (рис. 4.1), варто зазначити, що найбільш сприятливими умовами її накопичення відмічається в 1979 році – $40,6 \cdot 10^3$ за обстеженої площі лісових насаджень парку майже 145 га.

Показник загального обсягу резерву вуглецю біомаси дослідних насаджень формує сукупний обсяг вуглецю фітомаси й мортмаси за відповідними роками (табл. 4.6, 4.7), зокрема: на ПП №1 у 2016 р. оцінено $90,4 \text{ Мг С} \cdot \text{га}^{-1}$ та у 2021 р. – $95,3 \text{ Мг С} \cdot \text{га}^{-1}$; на ПП № 2 у 2016 р. – $197,3 \text{ Мг С} \cdot \text{га}^{-1}$ та у 2021 р. – $209,6 \text{ Мг С} \cdot \text{га}^{-1}$; на ПП №3 2017 р. – $74,1 \text{ Мг С} \cdot \text{га}^{-1}$ та у 2021 р. – $80,9 \text{ Мг С} \cdot \text{га}^{-1}$; ПП № 4 у 2017 р. – $47,5 \text{ Мг С} \cdot \text{га}^{-1}$ та у 2021 р. – $50,5 \text{ Мг С} \cdot \text{га}^{-1}$.

Таблиця 4.6

Загальна біомаса дослідних насаджень, 2016 – 2021 рр.

ПП, №	Біомаса деревостанів ПП 2016 – 2021 рр., $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$	
	2016 (2017)	2021
1	356	376
2	450	478
3	338	369
4	329	350

Водночас найбільшу частку вуглецю біомаси за пробними площами мали: на ПП № 1 у 2016 році – дуб (73,0 %), клен (20,8 %) і в 2021 році – дуб (68,4 %), клен (24,1 %); на ПП № 2 у 2016 році – дуб (58,3 %), граб (22,0 %) і у 2021 році – дуб (58,0 %), граб (22,5 %), ПП № 3 у 2017 – граб (47,7 %), дуб (45,9 %) і у 2021 році – граб (47,8 %), дуб (45,8 %); на ПП № 4 у 2017 році – дуб (80,3 %), клен (11,8 %) і на 2021 рік – дуб (77,7 %) і клен (14,2 %). Тобто, для всіх

обстежених пробних площ основна частка вуглецю біомаси, за видовим складом, представлена дубом, грабом і кленом.

За сукупними змінами життєвого стану та таксаційних параметрів дерев на всіх пробних площах відмічається накопичення депонованого вуглецю в компонентах біомаси. Насамперед це пов'язано з інтенсивнішими процесами накопичення вуглецю більш молодими деревами навіть у насадженнях, у яких ярус вікових дубів досяг природної стиглості, а також накопичення вуглецю в мортмасі, що зумовлене процесом відпаду та утворенням сухостою і деревної ламані. Природно, що процеси формування відпаду та його інтенсивність залежать не лише від віку і продуктивності дерев, а й від природних та антропогенних порушень, які впливають на біогеохімічний цикл у лісових екосистемах.

Таблиця 4.7

**Загальна біомаса дослідних насаджень за їх видовим складом,
2016 – 2021 рр.**

ПП, №	Вид	2016 (2017) , т·га ⁻¹	2021, т·га ⁻¹
1	клен	73,3	80,8
	дуб	260,1	270,9
	липа	0,4	0,4
	в'яз	0,7	0,8
	акація	21,8	22,7
2	граб	95,5	102,2
	клен	61,4	64,2
	дуб	269,2	285,9
	липа	23,9	25,7
3	граб	165,1	179,1
	клен	2,0	2,4
	дуб	153,6	166,2
	липа	5,6	6,3
	в'яз	8,8	11,9
	акація	2,5	2,7
4	граб	13,4	14,5
	клен	36,6	45,2
	дуб	266,2	275,4
	липа	3,0	3,7
	в'яз	0,2	0,1
	ясен	9,9	11,6

Порівнюючи отримані дані з результатами попередніх досліджень варто відмітити, що депонування вуглецю значною мірою залежить від процесів формування та накопичення сухостою та деревної ламані. Водночас різновіковий та мішаний склад дослідних насаджень, у яких присутні вікові й молоді дерева, забезпечують приріст фітомаси та позитивну динаміку депонованого вуглецю.

На всіх чотирьох постійних пробних площах у лісових насадженнях парку-пам'ятки «Феофанія» впродовж дослідного періоду виявлено збільшення резерву депонованого вуглецю в біомасі деревостанів. Тим часом виявлене зменшення депонованого вуглецю у фітомасі на ПП № 1 та незначне збільшення вуглецю фітомаси на 0,2 Мг С·га⁻¹ на ПП № 4, що свідчить про зменшення вуглецедепонуєчого потенціалу насаджень за умов інтенсивнішого відпаду і меншого поточного приросту фітомаси деревостанів.

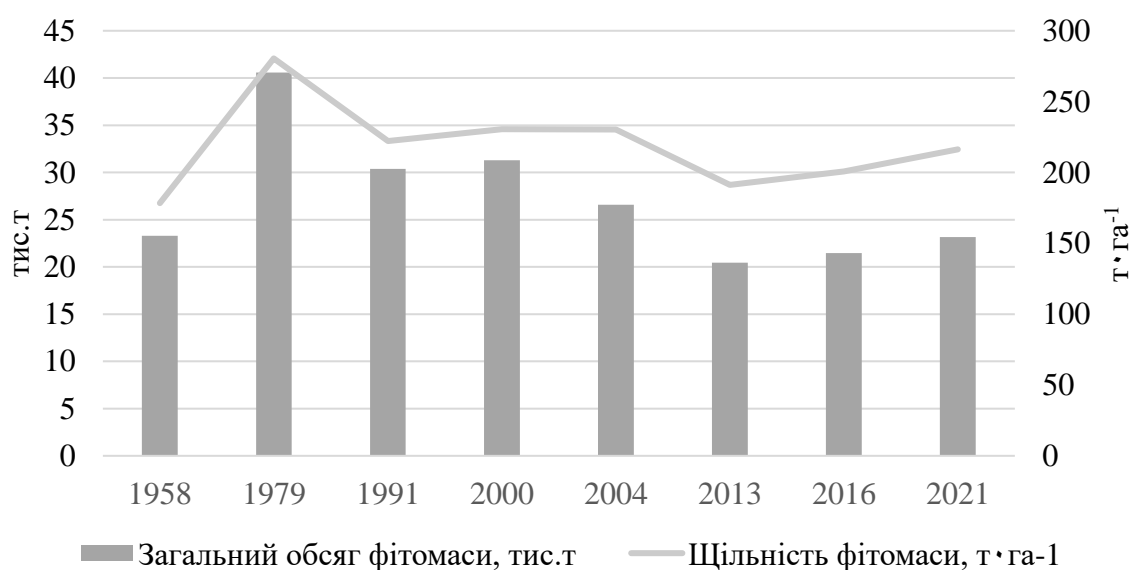


Рис. 4.10. Фітомаса лісових насаджень парку-пам'ятки «Феофанія»

Зміна площі парку за тривалий період обліку мала відображення на показниках як загального обсягу фітомаси, так і її щільності. У період із 1991 року до 2000 року процеси формування фітомаси мали сталий характер, однак до 2013 року відмічається найбільш мінімальні значення – 20,5 тис. т. На 2021 рік як загальний обсяг фітомаси, так і її щільність характеризуються

зростаючою динамікою. На загальні показники формування фітомаси і її щільності переважно має вплив зміна площі природоохоронної території, що так само впливає на параметри екосистемних функцій.

4.3. Депонований вуглець у компонентах біомаси лісових насаджень парку-пам'ятки «Феофанія»

Дослідження інтенсивності депонування вуглецю в компонентах лісових насаджень міських агломерацій відображає рівень екосистемних функцій. Вуглецевий цикл залежить від продуктивності лісових насаджень, їхнє різноманіття, антропогенних чинників. Території природно-заповідного фонду в цьому контексті відіграють надзвичайно важливе екологічне значення, особливо ті, які зазнають впливу урбанізації мегаполісів. Тому, вивчення закономірностей процесів накопичення і кругообіг вуглецю формує основи щодо ефективного управління лісовими насадженнями в розрізі надання екосистемних функцій і послуг. Важливу роль у вивченні депонування вуглецю відіграє дослідження всіх складових лісових насаджень, як фітомаси, так і мортмаси.

Процеси накопичення вуглецю вивчалися впродовж 1958 – 2021 рр. (рис. 4.11). Загальний обсяг накопиченого вуглець за 63 роки становив 108,2 гГ С. Найбільша кількість депонованого вуглець припадає на фітомасу стовбура в корі і становить 61 % від загального обсягу вуглецю на 2021 рік (табл. 4.8).

Такий рівень інтенсивності депонування вуглецю притаманний лісовим насадженням урбоекосистем, що підтверджується дослідженнями Я. П. Дідух, У. М. Альошкіна [39].

У порівнянні з іншими компонентами фітомаси значна частка вуглецю депонована в корінні й гілках – 22 % і 13 %. Підлісок і підріст за показником депонованого вуглецю характеризувалися сталими показниками і за роками суттєво не змінились – 0,2-0,4 ГгС. Така сама характеристика притаманна і живому надґрунтовому покриву, частка якого становила 2,2 ГгС від загального

обсягу депонованого вуглецю. У листі встановлена найменша частка вуглецю – 0,1 % (0,9 ГгС).

Таблиця 4.8

Депонований вуглець у компонентах фітомаси, ГгС

Рік впорядкування	Площа, га	Депонований вуглець у компонентах фітомаси, ГгС							Загальний обсяг вуглецю, ГгС	Щільність вуглецю, МгС • га ⁻¹
		стовбур у корі	кора	гілки	листя	коріння	ЖНП	підлісок і підріст		
1958	130,6	6,8	1,0	1,4	0,1	2,7	0,2	0,2	11,6	89
1979	144,7	12,4	1,9	2,5	0,2	4,5	0,3	0,3	20,2	140
1991	136,7	9,2	1,4	1,8	0,1	3,4	0,3	0,3	15,1	111
2000	135,7	9,6	1,4	1,9	0,1	3,2	0,3	0,4	15,6	115
2004	115,5	8,2	1,2	1,6	0,1	2,8	0,3	0,3	13,2	115
2013	107,0	6,3	0,9	1,2	0,1	2,1	0,3	0,3	10,2	95
2016	107,0	6,6	1,0	1,2	0,1	2,2	0,3	0,3	10,7	100
2021	107,0	7,2	1,1	1,3	0,1	2,4	0,3	0,3	11,5	108

Найвищий показник накопичення вуглецю стовбура в корі припадає на 1979 рік – 12,4 гГ С (18,6 %), а найменша інтенсивність відмічається в 2013 році – 0,9 гГ С (1,4 %). Накопичення вуглецю стовбура в корі за весь період дослідження склало 0,4 гГ С. Скорочення площі парку мало вплив на загальні показники депонування вуглецю за досліджуваний період, яка зменшилася на від 1958 року на 23,6 га до 2021 року.

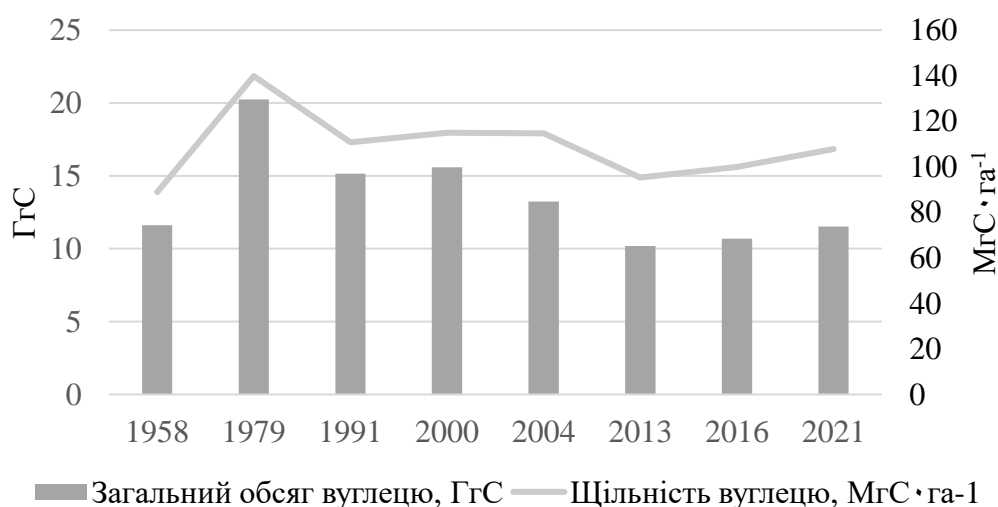


Рис. 4.11. Депонований вуглець у компонентах біомаси лісових насаджень парку-пам'ятки «Феофанія», 1958 – 2021 рр.

Показники депонованого вуглецю в компонентах фітомаси мали своє відображення на результатах загального обсягу депонованого вуглецю. Чіткої тенденції його накопичення не спостерігалось за період дослідження – динаміка мала не закономірну і строкату тенденцію – від 20,2 гГ С, у найбільш сприятливий 1979 рік, до 10,2 гГ С у 2013 році.

Від величини показника загального обсягу депонованого вуглецю в насадження парку залежала щільність вуглецю, яка мала ідентичну строкату динаміку за досліджуваний період стану лісових насаджень. Найвищий показник щільності вуглецю зафіксований в 1979 році, водночас на цей рік припадає і найвища площа парку – 107 га. Середнє значення депонованого вуглецю об'єкту дослідження становила 38 Мг. Саме в цей період парк займав найбільшу площу – 144,7 га. Тому, відповідно, і показники депонованого вуглецю, як в окремих компонентах фітомаси, так і в загальних показниках депонування вуглецю мають найвищі результати в цей період. У зв'язку зі скороченням площі парку, яка на 2021 рік становила 107 га, знижувалися і показники, як загального вуглецю, так і його щільності лісових насаджень.

Отже, величина показника депонованого вуглецю залежить від інтенсивності накопичення компонентів фітомаси, внутрішніх чинників й умов зростання дерев, зміни площі парку, а найбільша частка його припадала на стовбур у корі і коріння. Підлісок і ЖПН мали незначні значення.

4.4. Киснепродуктивність лісів

Типи екосистем продукують різний обсяг екосистемних функцій, залежно від їхнього видового складу, просторового розміщення та інших якісних показників. Лісовим екосистемам, як на глобальному, так і на регіональному рівні припадає основна частка функції киснепродукування. Значення цього показника є відображенням сталого управління природокористуванням, ефективності впровадження природоохоронних технологій та раціонального використання природних ресурсів. За показниками киснепродукувальної функції лісових насаджень оцінюють екосистемні функції, які водночас із

процесами депонування вуглецю, регулюванням температурного режиму відіграють визначальну роль і в покращенні стану атмосферного повітря, що відповідає основним вимогам екологічних міжнародних і державних програм, а також ратифікованим Україною Директив країн ЄС.

Оцінюючи киснепродуктивну функцію лісових насаджень парку-пам'ятки «Феофанія», можна стверджувати, що ця функція залежить від площі лісових насаджень і їхньої інтенсивності накопичення чистої первинної продуктивності (рис. 4.12).

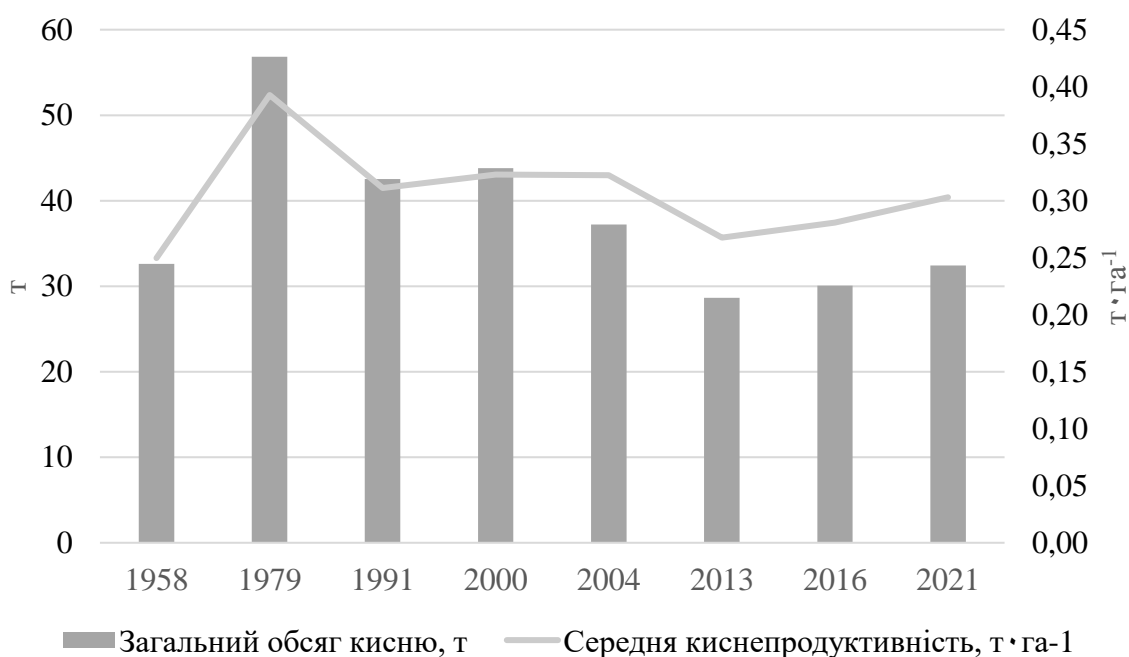


Рис. 4.12. Середня киснепродуктивність лісових насаджень парку-пам'ятки «Феофанія», 1958-2021 рр.

Динаміка загального обсягу кисню за останні роки має тенденцію зростання. Найвищі показники зафіксовані у 1979 році у разі забезпечення найкращих умов накопичення біомаси і продукування кисню дерев, яка становила 57 мГ (табл. 4.9).

**Середня киснепродуктивність у компонентах фітомаси лісових
насаджень парку-пам'ятки «Феофанія», 1958 – 2021 рр.**

Рік впорядкуван	Площа, га	Киснепродуктивність, т							Загальни й обсяг кисню, т	Середня кисне- продуктивність, т·га ⁻¹
		стовбур у корі	кора	гілки	листя	коріння	ЖНП	підлісок і підріст		
1958	130,6	19,1	2,9	4,1	0,4	7,6	0,7	0,7	33	0,25
1979	144,7	34,7	5,2	7,1	0,6	12,6	0,9	0,9	57	0,39
1991	136,7	25,9	3,9	5,1	0,4	9,4	0,9	0,8	43	0,31
2000	135,7	27,0	3,9	5,3	0,4	9,1	1,0	1,1	44	0,32
2004	115,5	22,9	3,3	4,4	0,3	7,8	0,8	1,0	37	0,32
2013	107,0	17,6	2,6	3,3	0,2	6,0	0,8	0,8	29	0,27
2016	107,0	18,5	2,7	3,5	0,3	6,2	0,8	0,8	30	0,28
2021	107,0	20,1	3,0	3,8	0,3	6,7	0,8	0,8	32	0,30

Відповідно й щільність кисню в цей рік мала найвище значення – 393 кг·га⁻¹. Зі скороченням площі парку до 107 га, знижувалася і киснепродуктивна його функція та на 2021 рік загальний обсяг кисню становив 32 Мг, а щільність становила 303 кг·га⁻¹. За останні вісім років відмічається стабілізація киснепродукувальної функції, яка у 2013 році становила 29 Мг, а щільність кисню 311 кг·га⁻¹, а на 2021 рік загальний кисень зріс до 32 мГ, а щільність кисню – до 303 кг·га⁻¹. Варто також зазначити, що в перші роки обліку лісових насаджень у період 1958 – 1979 рр. спостерігається чітка динаміка зростання киснепродукувальної функції, показник якої знижувався до 2013 року, а за останні роки спостерігається стабілізація продукування кисню.

Отже, площа парку-пам'ятки «Феофанія» з 1958 року зазнала скорочення майже на 24 га, що для статусу природоохоронних територій у контексті надання екосистемних функцій має вагоме значення. Відповідно зі скороченням площі парку відмічається формування нестабільних умов забезпечення киснепродукування лісовими насадженнями, що так само може призвести до дестабілізації формування екосистемних функцій.

4.5. Накопичення енергії в компонентах біомаси лісових насаджень

Енергетичний баланс є одним з основних показників стійкості екосистеми. Динаміка накопичення енергії лісовими насадженнями в компонентах фітомаси відображає особливості енергопродуктивності за основними компонентами впродовж тривалого часу [160]. Лісовим фітоценозам притаманне довготривале накопичення і вивільнення вуглецю, які супроводжуються поглинанням і перетворенням енергії. Ці процеси перетворення, кругообігу речовин відображають комплексні взаємозв'язки в екосистемі, які відбуваються паралельно з формування енергетичного потенціалу лісових насаджень. За позитивного енергетичного потенціалу екосистеми можна робити висновки про сталий їхній розвиток.

Загальний вміст енергії у період з 1958 до 2021 року досліджуваних лісових насаджень становить $3870 \text{ ТДж} \cdot \text{га}^{-1}$, у тому числі найбільша частка припадає на вміст енергії фітомаси надземної частини в стовбурі в корі та гілках, що відповідно становило $2373 \text{ ТДж} \cdot \text{га}^{-1}$ і $466 \text{ ТДж} \cdot \text{га}^{-1}$ (рис. 4.13).

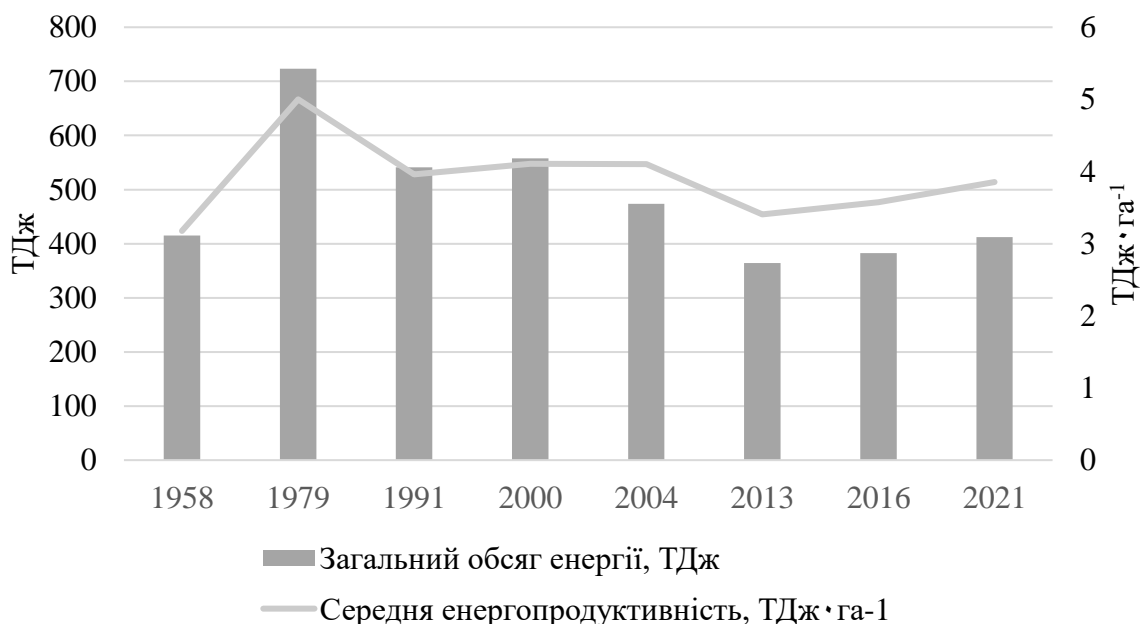


Рис. 4.13. Енергопродуктивність лісових насаджень парку-пам'ятки «Феофанія», 1958 – 2021 рр.

Енергопродуктивність компонентів фітомаси лісових насаджень парку-пам'ятки «Феофанія», 1958 – 2021 рр.

Рік впорядкуван	Площа, га	Вміст енергії у фітомасі, ТДж							Загальний обсяг енергії, ТДж	Середня енерго- продуктивність ТДж·га ⁻¹
		стовбур у корі	кора	гілки	листя	коріння	ЖНП	підлісок і підріст		
1958	130,6	245	37	52	4	97	8	9	415	3,2
1979	144,7	444	67	91	6	161	10	11	724	5,0
1991	136,7	330	49	66	5	120	11	10	541	4,0
2000	135,7	345	50	67	5	116	11	13	558	4,1
2004	115,5	292	43	56	4	100	10	12	474	4,1
2013	107,0	224	33	42	3	76	9	10	364	3,4
2016	107,0	237	35	44	3	80	9	10	382	3,6
2021	107,0	257	38	48	3	85	9	10	412	3,9

Показники формування енергетичного потенціалу досліджуваних лісових насаджень парку відображають динаміку депонування вуглецю і кисненакопичення. Цей показник також залежав від площі досліджуваного парку, який за 63 роки зазнав змін і скорочення. Скорочення площі парку впливало також і на строкату динаміку щільності енергії, найвищі показники якої відмічено в 1979 році – 5,0 ТДж·га⁻¹, а найнижчі в 1958 році – 3,2 ТДж·га⁻¹. Однак, в останні роки спостерігається чітка динаміка підвищення енергетичного потенціалу насаджень, що вказує та стабільний їх розвиток і формування усталених енергетичних взаємозв'язків у лісовій екосистемі. На 2021 рік щільність енергії становила 3,9 ТДж·га⁻¹. Якщо враховувати природоохоронний статус досліджуваного парку, то можна вести мову, що формування стабільного енергетичного потенціалу таких територій дає змогу вповні зберегти біорізноманіття різних екосистемних рівнів і в такий спосіб забезпечити стабільні екосистемні функції лісових насаджень парку. Енергопродуктивність та енергоємність лісових біогеоценозів є одними з базових показників під час розроблення системи еколого-енергетичного прогнозу та моніторингу лісів, формування стратегій високопродуктивних

насаджень та проектування комплексного й невиснажливого використання лісових ресурсів у контексті організації сталого лісового господарства [19].

Висновки до розділу 4

1. Лісові екосистеми здатні продукувати екосистемні функції територій природоохоронного фонду, за умови дотримання збалансованого підходу до природокористування. Незважаючи, що лісові насадження мають стиглий вік, їм належить одна з провідних функцій у формуванні екосистемних функцій – депонуванні вуглецю, накопиченні фітомаси й енергопродуктивності.

2. Оцінювання біофізичних та вартісних показників екосистемних функцій дає змогу розкрити не лише екологічне, а й економічне значення лісових насаджень об'єктів природо-заповідного фонду, що особливо цінним є в межах урбоценозів.

3. Найефективніше процеси депонування вуглецю відбуваються в молодих лісових насадженнях, однак утримання його відмічається в стиглих. Індекс різноманітності має вплив на інтенсивність приросту екосистемних функцій. Серед обстежених пробних площ найбільш інтенсивніше поточний приріст показників екосистемних функцій припадає на насадження дуба звичайного.

4. Динаміка накопичення показників екосистемних функцій, за роки обліку в різних компонентах лісових насаджень мали свої відмінності. Найбільше значення фітомаси відмічено в стовбур у корі, що складає 61 % від загального обсягу фітомаси. Серед інших компонент, значна кількість належить корінню, що склала 46,7 тис. т (22 % від загального обсягу фітомаси насаджень). Зміна площі досліджуваного об'єкта за тривалий період обліку мала відображення на показниках приросту екосистемних функцій.

ВИСНОВКИ

У результаті дослідження екосистемних функцій лісових насаджень парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва «Феофанія» можна зробити такі узагальнення та висновки:

1. Основні тези, як міжнародних, так і державних програм, законодавчих документів уточнюють пріоритетні напрями еколого-збалансованого природокористування. Увага міжнародних конференцій за останні десятиліття зосереджена на вирішенні питання глобальних змін клімату. Україна, для зменшення викидів парникових газів ратифікувала Паризьку кліматичну угоду. Мінімізація викидів в атмосферне середовище тісно пов'язана з процесами біогеохімічного циклу вуглецю в екосистемах загалом, і в лісових екосистемах зокрема. Адже, саме ліси, а особливо ліси, які займають території ПЗФ, відіграють у цьому питанні ключову роль.

2. Інтенсивність приросту показників екосистемних функцій залежить від біопродуктивності лісових ценозів. Продуктивність оцінюють за компонентами фітомаси лісових насаджень, які і забезпечують утворення екосистемних функцій. Вартісне оцінювання екосистемних послуг спонукає до підвищення ефективності управління еколого-збалансованим природокористуванням у лісовому й садово-парковому господарстві. Результати кількісних і якісних показників, які відображають основні процеси біопродуктивності лісових екосистем дають підґрунтя формувати бази даних їх моделювання.

3. Найбільш репрезентативними є моніторингові площі, які обліковуються і досліджуються на постійній основі. Парк-пам'ятка садово-паркового загальнодержавного значення «Феофанія» слугує інформативною базою досліджень стану лісових ценозів природоохоронних територій, які зазнають впливу антропогенного характеру в умовах міського середовища.

4. Віковий діапазон лісових насаджень постійних пробних площ коливався в межах від 80 до 180 років. На кожній пробній площі, шляхом

вимірювання та обстеження в натурі під час досліджень лісових насаджень застосовано методику оцінювання екосистемних функцій на основі методу наближеної таксації. Оцінювання екосистемних функцій досліджених лісових насаджень здійснено за поетапним алгоритмом визначення показників загального обсягу накопиченої енергії, киснепродуктивності й поточного приросту енергії.

5. У досліджуваних деревостанах найбільша сума площ поперечного перерізу припадає на дерева дуба звичайного старшого віку, незважаючи на їх кількість. Саме у них найбільше накопичено біомаси та вуглецю. Водночас у старшому за віком деревостані на пробній площі № 3 переважає надзвичайно велика кількість дерев граба звичайного, які одночасно перевершили дуб звичайний за сумою площі перетину.

6. Дослідні деревостани середнього віку (№ 1 та 4) не досягли значень різноманітності за структурою DBH і видовим складом дерев як старші дубові насадження (деревостани № 2 і 3). При цьому гіпердомінування дерев граба звичайного зумовила значно нижчі значення індексу Шеннона (деревостан № 3) у порівнянні з деревостаном № 2, де частка суми площ перетину дуба звичайного була вищою, а також були наявні дерева клена гостролистого. Найнижче структурне різноманіття можна спостерігати в дослідному деревостані № 4, розташованому на вершині пагорба.

7. Виявлено, що дуби середнього віку менш відрізняються від інших видів дерев із погляду розподілу DBH. Клен гостролистий і граб звичайний, які мають більш швидкі темпи зростання, призводять до конкуренції з домінуючими дубами. Це сприяє утворенню мертвої деревини, але може призвести до домінування цих другорядних складових (як це сталося в дослідному деревостані № 3) навіть з точки зору суми площ перетину та запасу вуглецю. Крім того, деякі інвазійні види дерев (наприклад, робінія псевдоакація) можуть з'явитися в складі деревостану. Отже, регенерація дуба під основним ярусом перебуває під загрозою впливу порушень, зокрема антропогенного впливу.

8. Насадження середнього віку (вік ~ 80 років) лісових насаджень дуба звичайного може досягати подібної структурної неоднорідності, як і старші (віком > 150 років) екосистеми. Водночас склад видів дерев швидше визначається місцевими послідовними траєкторіями і більш різноманітним в стиглих дубових лісах. Під час досліджень було виявлено, що просторові моделі сильно зумовлені прямим (відсутність лісівничих заходів, за винятком видалення небезпечних дерев) і непрямым (розташування поблизу доріг і антропогенним навантаженням, пов'язаних з рекреацією) впливом людини. Успішна природна регенерація, формування ярусу підросту і формування мікросередовища сильно залежать від просторових і не просторових лісових атрибутів.

9. За досліджуваний період формування відпаду лісових насаджень залежав від локальних особливостей дослідних площ, внутрішньовидовою конкуренцією, віковою характеристикою деревостанів. Утворення сухостійних дерев знижувала інтенсивність накопичення фітомаси за досліджуваний період. Приріст фітомаси в молодих насадженнях відбувався відповідно до природних процесів росту й розвитку з нижчими показниками втрати фітомаси, ніж у стиглих насадженнях. Процеси трансформації лісових екосистем за впливом комплексу чинників довкілля впливали на різновекторність перерозподілу запасу вуглецю в біомасі. Відмічено збільшення частки грубого деревного детриту у структурі біомаси дослідних насаджень. Формування мішаних і різновікових деревостанів забезпечує більш стійке депонування вуглецю в біомасі насаджень та зменшує ризики негативного балансу вуглецевого циклу в лісових екосистемах урбоценозів.

10. Процеси накопичення вуглецю забезпечуються більш молодими деревами навіть у насадженнях, у яких ярус вікових дубів досяг природної стиглості. Депонування вуглецю в мортмасі зумовлено процесом відпаду та утворенням сухостою і деревної ламані, що сприяє довготривалому депонуванню вуглецю лісовими екосистемами.

11. Різновіковий та мішаний склад дослідних насаджень, у яких наявні вікові й молоді дерева, забезпечують приріст фітомаси та позитивну динаміку депонованого вуглецю. Динаміка накопичення показників екосистемних функцій насаджень парку, за роки обліку в різних компонентах лісових насаджень мали відмінності. Найбільше значення депонованого вуглецю відмічено у фітомасі стовбурів у корі, що складає 61 % від загального обсягу. Серед інших компонентів, значна кількість належить корінню (46,7 тис. т), що становить 22 % від загального обсягу фітомаси насаджень. Зміна площі досліджуваного об'єкта за тривалий період обліку мала відображення на показниках приросту екосистемних функцій. Різновікові мішані лісові насадження формують комплексні екосистемні функції в межах урбоценозів.

12. Найбільший поточний приріст екосистемних функцій формується в різновіковому насадженні з багатовіковими деревами дуба звичайного у верхньому ярусі. Результати досліджень можуть бути використані на практиці для управління природоохоронними територіями та вдосконалення проектування переформування насаджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аврамчук О. О. Оцінка мортмаси сухостійних дерев у соснових насадженнях Київського Полісся. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2015. № 5. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_5_30.
2. Аврамчук О. О., Білоус А. М., Голяка Д. М. Оцінювання мортмаси грубих гілок у соснових насадженнях Київського Полісся. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2015. № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsinyuvannya-mortmasi-grubih-gilok-u-sosnovih-nasadzhennyah-kiyivskogo-polissya>.
3. Альошкіна У. М. Порівняльний аналіз структурно-функціональних показників екосистем м. Києва. *Наук. зап. НаУКМА*. 2010. Т. 106: Біологія та екологія. С. 56–62.
4. 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*. Том 119. Біологія та екологія. С. 52–55. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/149241824.pdf>.
5. Анучин Н. П. Лесная таксация. М.: Лесная промышленность, 1982. 552 с.
6. Атрощенко О. А. Моделирование роста леса и лесохозяйственных процессов. Минск: БГТУ, 2004. 249 с.
7. Атрощенко О. А. Системный подход и математическое моделирование лесных биогеоценозов. *Ботаника: Исслед*, 1984. № 26. С. 21–23.
8. Базилевич Н. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М.: Наука, 1993. 295 с.
9. Білоус А. М. Методика дослідження мортмаси лісів. *Біоресурси і природокористування*. 2015 В. 6. № 3-4. с. 134 ISSN 2518-1963. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Bio/article/view/4424>.
10. Білоус А. М. Надземна фітомаса та депонований вуглець осикових деревостанів Східного Полісся України: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.03.02 Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. К., 2009. 20 с.

11. Біопродуктивність та екосистемні функції мяколистяних лісів Українського Полісся: монографія / А. М. Білоус. Житомир: ТОВ «Видавничий дім «Бук-Друк»», 2021. 816 с.
12. Бітвінскас Д. Т. Дендрокліматичні дослідження / Т. Т. Бітвінскас. Л.: Гідрометеоиздат, 1974. 171с.
13. Блищик І. В. Продуктивність та надземна фітомаса вільхи клейкої у деревостанах Західного Полісся України : дис... канд. наук: 06.03.02. 2008. 20 с.
14. Букша І. Ф. Інвентаризація парникових газів у секторі землекористування та лісового господарства: монографія / І. Ф. Букша, О. В. Бутрим, В. П. Пастернак. Харків: ХНАУ, 2008. 232с.
15. Букша І. Ф. Інвентаризація та моніторинг парникових газів у лісовому господарстві: монографія / І. Ф. Букша, В. П. Пастернак. Харків: ХНАУ, 2005. 125с.
16. Буш К. К., Иевинь И. К. Применение системного анализа в лесоведении.. *Лесоведение*. 1975. № 1. С. 3–11.
17. Васишин Р. Д. Еколого-енергетичний потенціал лісів Українських Карпат та його стале використання : монографія / Р. Д. Васишин. К.: ТОВ «ЦП «КОМПРИНТ», 2018. 305с.
18. Васишин Р. Д. Енергетика лісових екосистем: основні напрями та тенденції наукових досліджень. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2013. Вип. 23.2. С. 31–36. URL: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2013/23_2/31_Was.pdf.
19. Васишин Р. Д. Продуктивність та надземна фітомаса лісостанів ялиці білої в Українських Карпатах : дис... канд. с.-г. наук: 06.03.02. К., 2007. 23 с.
20. Василюк О. В. Природно-заповідний фонд: земельні питання / О. В. Василюк, С. С. Шутяк, Н. П. Шпарик. Львів: Компанія «Манускрипт», 2017. 104 с.
21. Веклич О. О. Специфіка вартісного виміру цінності екосистемних

послуг при визначенні збитку від забруднення навколишнього природного середовища. *Економіка України*. 2019. № 6 (691). С. 54–76. URL: http://economyukr.org.ua/docs/EU_19_06_054_uk.pdf.

22. Владимиров В. Расселение и окружающая среда. Москва: Стройздат, 1982.

23. Владимиров В., Микулина Е., Яргина З. Город и ландшафт. Москва: Мысль, 1986.

24. Воробйов О. Н. Структура, просторове розподілення і депонірування вуглецю в деревині сосняків Марійського Заволж'я: автореферат дис. канд. с.-х. наук: спец. 06.03.02 «Лесоустро́йство і лісна́ таксація». Йошкар-Ола, 2006. 23 с.

25. Воробьев Д. В. Методика лесотипологических исследований. К.: Урожай, 1967. 388 с.

26. Вуглець, клімат та землеуправління в Україні: лісовий сектор: монографія / А. З. Швиденко, П. І. Лакида, Д. Г. Щепаненко, Р. Д. Васи́лишин, Ю. М. Марчук. Корсунь-Шевченківський: ФОП В. М. Гавришенко, 2014. 283 с.

27. Гаврилюк В. С., Речмедін І. О. Природа Києва і його околиць. К.: Урожай, 1984. 200 с.

28. Галицкий В. И., Давыдчук В. С., Шевченко Л. Н. Ландшафты пригородной зоны Киева и их рациональное использование. К.: Наук. думка, 1983. 244 с.

29. Глобальні зміни клімату: економіко-правові механізми імплементації кіотського протоколу в Україні / ред. В. Я. Шевчук. К.: Геопринт, 2005. 147 с.

30. Гнатенко О. Ф., Капштик М. В., Петренко Л. Р., Вітвицький С. В. Ґрунтознавство з основами геології: нав. посібник. К.: Оранта, 2005. 648 с.

31. Голяка М. А., Білоус А. М., Голяка Д. М. Деревний детрит лісів Українського Полісся: монографія. К.: НУБіП України, 2017. 214 с.

32. Гончаренко І. В., Ігнатюк О. А., Шеляг-Сосонко Ю. Р. Лісова рослинність урочища Феофанія та її антропогенна трансформації. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2013. Вип. 24. № 3-4. С. 51–63.
33. Горбатенко В. М., Протопов В. В. О точности учета фитомассы крон и хвои сосновых древостоев. *Лесное хозяйство*. 1971. № 4. С.39-41.
34. Грищенко Ю. М., Якимчук А. Ю. Природно-заповідні території та об'єкти лісового фонду (організація, охорона, управління): навч. посібник. Рівне: Волинські обереги, 2007. 144 с.
35. Державний кадастр територій та об'єктів природно-заповідного фонду України. URL: <http://pzf.menr.gov.ua>.
36. Державний кадастр територій та об'єктів природно-заповідного фонду України. Природно-заповідний фонд України. URL: <http://pzf.menr.gov.ua/пзфукраїни/територіїтаоб'єктипзфукраїни.html> (дата звернення 10.12.2020).
37. Деркульський Р., Летс О. Удосконалення механізму визначення вартості землекористування зелених зон за допомогою методів дистанційного зондування землі. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. № 1, С. 59–71. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Zemleustriy/article/view/10781>.
38. Дідик В., Тупісь С., Головач Й. Проблеми формування та охорони ботанічного саду Прикарпатського університету ім. В. Стефаника у м. Івано-Франківську, 1998.
39. Дідух Я. П., Альошкіна У. М. Оцінка енергетичного балансу екосистеми м. Києва та його зеленої зони. *Український фітоценологічний збірник*. Київ, 2007. Сер. С. Вип. 25. С. 48–56. URL: <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/28947/06-Didukh.pdf?sequence=1>.
40. Дідух Я., Вишенська І., Альошкіна У., Гаврилов С., Навроцька О. Екологічна оцінка збитків від втрати природних біотопів м. Києва: *Наукові записки*. 2013. Т. 142., Біологія та екологія. URL: <http://ekmair.ukma.edu.ua/handle/123456789/2933>.

41. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

42. Екологічний паспорт м. Києва. Додаток до Порядку взаємодії Міністерства екології та природних ресурсів України з обласними, Київською і Севастопольською міськими державними адміністраціями з питань охорони навколишнього природного середовища (пункт 1 розділу III). URL: https://ecodep.kyivcity.gov.ua/files/2019/1/22/eco_pasport_2017.pdf.

43. Загребев В. В., Швиденко А. З. Принципы построения единой нормативной базы для таксации лесов.. *Лесное хозяйство*. 1988. № 10. С.32–36.

44. Задорожнюк Р. М., Пархомчук Р. О., Мацала М. С., Фещенко Р. О., Дячук П. П. (2018). Депонований вуглець у фітомасі вікових дерев дуба звичайного. VI Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, магістрів, аспірантів і молодих учених «Ліс, наука, молодь», 22 листопада 2018 р., м. Житомир.

45. Інструкції з впорядкування лісового фонду України (частина 2) Державного агентства лісових ресурсів України. URL: http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=119323

46. Інструкція з впорядкування лісового фонду України: Польові роботи. Ірпінь, 2006. 75 с.

47. Капица Е. А., Шумский К. А., Зайцев Д. А., Щуровский С. Ю. Запас крупных древесных остатков в учебно-опытном лесничестве «Логку Ленобллес». *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*. 2014. № 209. С.64–77.

48. Карманова И. В. Математическое методы изучения роста и продуктивности растений. М.: Наука, 1976. 221 с.

49. Кіотський Протокол до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату від 04.02.2004. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_801#Text (дата звернення: 14.06.2022).

50. Клименко Ю. О. Мороз В. В., Дружина М. М. Стан вікової звичайнодубової діброви (*Querceta Roboris*) парку «Феофанія», м. Київ (на прикладі 3, 5 та 6-го кварталів). *Інтродукція рослин*. 2014. № 2. С. 32–42.
51. Климченко А. В., Верховец С. В., Слинкина О. А., Кошурникова Н. Н. Запас крупных древесных остатков в среднетаежных экосистемах. Приенисейской Сибири. *География и природные ресурсы*. 2011. № 2. С.91–97.
52. Клімат Києва / ред. В. І. Осадчий, О. О. Косовець, В. М. Бабіченко / К., 2010. 320 с.
53. Клімат Києва / ред. В. М. Волощук, Н. Ф. Токар /. К.: МП «Мапа ЛТД», 1995. 80 с.
54. Ковбаса Я. В. Депонованій вуглець у мортмасі березовх насаджень Чернігівщини. *Науковий журнал «Ukrainian Journal of Forest and Wood Science»*, 2017. № 266. С. 46–53. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Lisivnytstvo/article/view/10542/9297>
55. Ковбаса Я. В. Моделювання мортмаси деревної ламані березових лісів східного Полісся України. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2014. № 9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelyuvannya-mortmasi-derevnoyi-lamani-berezovih-lisiv-shidnogo-polissya-ukrayini>.
56. Косенко І., Білик О. та ін. Проблеми ландшафтної архітектури, урбоекології та озеленення населених місць. Львів: УкрДЛТУ, 1997.
57. Котляревська У. М. Мортмаса клейковільхових лісів українського полісся: автореф. дис. кандидата с.-г. наук 06.03.03 "Лісознавство і лісівництво". К.: Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2018. 4 с.
58. Курницька М. Екологічні аспекти зростання деревних рослин в урбанізованому середовищі. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2011. Т. 21. № 7. С. 55–59.
59. Кучерявий В. П. Екологія: підручник. Львів: Вид-во: Світ, 2001. 500 с.
60. Лакида І. П. Біопродуктивність штучних соснових деревостанів

міських лісів Києва та її динаміка: монографія. Корсунь-Шевченківський: ФОП В. М. Гавришенко, 2013. 173 с.

61. Лакида П. І. Фітомаса вільшняків Західного Полісся України : монографія / П. І. Лакида, І. В. Блищик. Корсунь-Шевченківський : ФОП Майданченко І. С., 2010. – 237 с.

62. Лакида П. І. Продуктивність лісових насаджень України за компонентами надземної фітомаси : автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук. Київ, 1997. 48 с.

63. Лакида П. І. Фітомаса лісів України: монографія. Тернопіль: Збруч, 2001, 256 с.

64. Лакида П. І., Блищик І. В. Фітомаса вільшняків Західного Полісся України: монографія. Корсунь-Шевченківський: ФОП Майданченко І. С., 2010. 237 с.

65. Лакида П. І., Васишин Р. Д., Домашовець Г. С. та ін. Біопродуктивність та депонований вуглець соснових насаджень, створених на землях, що вийшли із сільськогосподарського використання. *Лісовий журнал*. 2011. № 2. С. 53–57.

66. Лакида П. І., Васишин Р. Д., Лакида І. П. Біопродуктивність лісових фітоценозів України в умовах глобальних викликів. *Наукові праці Лісівничої академії наук України: збірник наукових праць*. Львів: РВВ НЛТУ України. 2016. Вип. 14. С.169–173. URL: https://www.researchgate.net/publication/324616731_Bioproductivnist_lisovih_fitocenoziv_Ukraini_v_umovah_globalnih_viklikiv.

67. Лакида П. І., Васишин Р. Д., Лащенко А. Г., Терентьев А. Ю. Нормативи оцінки компонентів наземної фітомаси дерев головних лісотвірних порід України: довідник (нормативно-виробниче видання. Київ: Екоінформ, 2011.

68. Лакида П. І., Лащенко А. Г., Лащенко М. М. Біологічна продуктивність дубових деревостанів Поділля. К.: ННЦ ІАЕ, 2006. 196 с.

69. Лакида П. І., Матушкевич Л. М. Фітомаса деревостанів Українського

Полісся: монографія. К.: ННЦ ІАЕ, 2006. 228 с.

70. Лакида П. І., Швиденко А. З., Щепашенко Д. Г., Васишин Р. Д., Білоус А. М., Лакида І. П., Матушевич Л. М. Біотична продуктивність лісів України в європейському екоресурсному вимірі. *Біоресурси і природокористування*. 2013. В. 5. № 5-6. С. 99–106.

71. Лакида П., Васишин Р., Лакида І. Біопродуктивність лісових фітоценозів України в умовах глобальних викликів. Лісова таксація та лісовпорядкування. Львів: РВВ НЛТУ України. 2016. Вип. 14. DOI: [10.15421/411623](https://doi.org/10.15421/411623).

72. Лакида П. І. Первинна біологічна продуктивність соснових лісів Українського Полісся. *Укр. бот. журнал*. 1972. Т. 29, № 3. С. 328–339.

73. Лакида П. І., Біопродуктивність лісів Львівщини та її динаміка: монографія / П. І. Лакида, Г. С. Домашовець. Корсунь-Шевченківський : ФОП Майданченко І. С., 2009. – 235 с.

74. Лакида П. І., Лашенко А. Г., Лашенко М. М. Біологічна продуктивність дубових деревостанів Поділля: монографія. К.: Вид-во ННЦ ІАЕ. 2006. 196 с.

75. Лакин Г. Ф. Биометрия: Учебное пособие для биол. спец. вузов, 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.

76. Лиєпа И. Я. Динамика древесных запасов. Прогнозирование экологии. Рига: Зинатне, 198. 172 с.

77. Лісовий кодекс України : станом на 08 лют. 2006 р. / Верховна Рада України. Офіц. Вид. К. : Парлам. Вид-во, 2006. 170 с.

78. Лісотаксаційний довідник / за ред. С. М. Кашпора, А. А. Строчинського. Київ: Видавничий дім Вініченко, 2013. 496 с.

79. Ловинська В. М., Ситник С. А., Думинський Г. П. [Ретроспективний аналіз динаміки лісових ресурсів Дніпропетровської області](#). *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, 2014. № 4(81). DOI: 10.31521/2313-092X.

80. Любич М. В., Букша І. Ф., Пастернак В. П. Обґрунтування принципів відбору модельних дерев для встановлення сортиментно-

гатункової структури деревостанів. *Лісівництво і агролісомеліорація*. Харків: УкрНДІЛГА. 2008. Вип. 114. С. 74–79. URL: <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/16370/12-Lubchich.pdf?sequence=1>.

81. Маринич О., Ланько А., Щербань М. та Тищенко П. Фізична географія Української РСР. Київ: Вища школа, 1982.

82. Матяшук Р. К., Білоус С. Ю., Білоус А. М., Юрчук М. І., Прокопуй Ю. С. Динаміка фітомаси лісових фітоценозів парку "Феофанія" – пам'ятки садово-паркового мистецтва. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. № 5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dinamika-fitomasi-lisovih-fitotsenoziv-parku-feofaniya-pamyatki-sadovo-parkovogo-mistetstva>.

83. Матяшук Р., Білоус С., Білоус А., Юрчук М., Прокопук Ю. Динаміка фітомаси лісових фітоценозів парку «Феофанія» – пам'ятки садово-паркового мистецтва. *Науковий вісник НЛТУ України* № 26(5), 2016. С. 121-127. doi.org/10.15421/40260518.

84. Мацала М., Білоус А., Фещенко Р., Матяшук Р., Білоус С., Ковбаса Ю. (2021). Spatial and compositional structure of European oak urban forests in Kyiv city, Ukraine. Journals published by the Czech Academy of Agricultural Sciences and supported by the Ministry of Agriculture of the Czech Republic, *Journal of Forest Science*, 67, 2021 (3), P. 143–153. <https://doi.org/10.17221/173/2020-JFS>.

85. Международные нормативные акты ЮНЕСКО. Конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение главным образом в качестве местообитаний водоплавающих птиц. М., 1993. URL: http://www.conventions.ru/view_base.php?id=37.

86. Микулина Е. История садово-паркового искусства и эволюция среды. Автореф. Дис. Д-ра арх.: 18.00.01 ред. Москва: Моск. Орд. Труд. Красн. Знам. Архитект. Ин-т, 1984.

87. Миронюк В. В., Свинчук В. А., Біолоус А. М., Василишин Р. Д. Лісова таксація: навчальний посібник / В. В. Миронюк, В. А. Свинчук, А. М.

Біолоус, Р. Д. Васишин. К.: НУБіП України, 2019. С. 208–210.

88. Міжнародна біологічна програма. URL:
https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%B6%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0.

89. Міхелі С. Дослідження антропогенних змін ландшафтів в Україні: концептуальні засади, центри розвитку, результати. *Наукові записки Вінницького педуніверситету. Серія Географія*. 2013. № 25, С. 12–19.

90. Морозюк О. В. Глобальні зміни клімату та регіональний вплив лісів на баланс вуглецю. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2009. Вип. 19.5. С. 88–92.

91. Мякушко В. К. Сосновые леса равнинной части УССР. К.: *Наук. Думка*. 1978. 256 с.

92. Національна доповідь про стан навколишнього середовища в Україні у 1996 році. Міністерство охорони природного середовища та ядерної безпеки України: Вид-во Раєвського. К., 1996. С. 25–28.

93. Никитин К. Е., Швиденко А. З. Методы и техника обработки лесохозяйственной информации. М.: Лесн. пром-сть, 1978. 272с.

94. Парнікоза І. Ю., Іноземцева Д. М. Сучасний стан ценопопуляцій рідкісних рослин регіонального ландшафтного парку «Лиса гора» (м. Київ). *Укр. ботан. Журн.* 2005. Т. 62. № 5. С. 649–655.

95. Парнікоза І. Ю., Шевченко М. С. Сучасний стан популяцій деяких рідкісних рослин Голосіївського лісу: монографія, 2007. С. 61–73.

96. Парнікоза І., Вортман Д. Природа Києва. Ілюстрована історія Києва / ред. В. Смолій. К.: Фенікс, 2012. 424 с.

97. Пастернак В. П. Методичні підходи до оцінки динаміки відмерлої органічної речовини у дібровах лівобережжя України. *Науковий вісник НАУ*. 2008. Вип. 122. С. 145–152.

98. Пастернак В. П. Біопродуктивність лісів північного сходу України в контексті змін клімату : автореф. дис. ... докт. с.-г. наук : спец. 06.03.02

«Лісовпорядкування і лісова таксація», 06.03.03 «Лісознавство і лісівництво» / Володимир Петрович Пастернак. К., 2011. – 41с.

99.Петренко М. М. Динаміка фітомаси та депонованого вуглецю в штучних насадженнях сосни Полісся України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.03.02 «Лісовпорядкування та лісова таксація».К., 2002. 17 с.

100.Петришин Г. Природно-ландшафтные основы процесса градообразования : автореф. дисертації кандидата архітектури 18.00.01. Москва, 1990.

101.Петришин, Г. Просторові характеристики природного середовища як фактор розвитку його природного каркасу (на прикладі Західноукраїнського регіону). *Міські сади і парки: минуле, сучасне і майбутнє*. 2001. № 11.5. С. 41–46.

102.Половніков Л. І. Вікова динаміка складників біологічної продуктивності фітомаси ялинкових ценозів Чорногори. *Укр. бот. Журнал*. 1970. Т. 27. № 5. С.619–624.

103.Полупан М. І., Соловей В. Б., Величко В. А Класифікація ґрунтів України / ред. М. І. Полупан. К.: Аграрна наука, 2005. 300 с.

104.Полупан М. І., Соловей В. Б., Кисіль В. І., Величко В. А. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України: навчальний посібник. К.: Колообіг, 2005. 304 с.

105.Попович С. Ю. Природно-заповідна справа.К.: Арістей, 2007. 480 с.

106.Природа Львівської області /ред. К. І. Геренчук. Львов: Вища школа. Видавництво при Львівському університеті, 1981.

107.Про ратифікацію Паризької угоди: Закон України від 14.07.2016, № [1469-VIII](#). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1469-19#n2> (дата звернення: 19.05.2022).

108.Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року: Наказ Президента України № 722/2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text>.

109.Радченко В. Г., Байрак О. М. Парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва «Феофанія»: історія створення, соціально-екологічна роль, шляхи збереження. *Жива Україна*.2009. № 1-2. С. 2–4.

110.Рамкова конвенція Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату: конвенція Орг. Об'єдн. Націй від 29.10.1996 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_044#Text (дата звернення: 21.07.2022).

111.Реформування природно-заповідного фонду України. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepr.gov.ua/news/35100.html> (дата звернення: 10.12.2020).

112.Родоман Б. Поляризация ландшафта как средство сохранения биосферы и рекреационных ресурсов. Ресурсы, земля, население. Москва: Наука, 1974.С. 150–162.

113.Родоман Б. Поляризованная биосфера: Сборник статей. Смоленск: Ойкумена, 2002.

114.Розенберг Г. С. Модели в фитоценологии. М.: Наука, 1984. 265 с.

115.Самойленко Н., Байрачный В. Экология устойчивого города. Харків: Щедра садиба плюс, 2015.

116.Сидоренко С. В., Пастернак В. П., Сидоренко С. Х., Хладун Х. В. Особенности формирования фитомассы и мортмассы в лесополосах дуба в лесостепной части Харьковской области. *Лесное хозяйство и лесомелиорация*. 2019. № 134. С. 104–116. URL: <https://doi.org/10.33220/1026-3365.134.2019.104>

117.Синельщиков Р. Г., Песина Л. В. Объемный вес ветвей деревьев в городских условиях Донбасса. *Интродукция и акклиматизация растений*. 1984. № 1. С.73–75.

118.Соловій І. Оцінка міжнародного досвіду та процедур регулювань щодо концепції плати за послуги екосистем в лісовому секторі, 2016.URL:http://sfmu.org.ua/files/Soloviy_2016.pdf.

119.СОУ 02.02-37-476:2006. 122. Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання. Чинний від 2007-05-01. Вид. офіц. Київ: Мінагрополітики України, 2006. 32 с.

- 120.Тіннер Р., Коммармонт Б., Бранг П., Брендлі У. Методичні вказівки зі статичної інвентаризації Угорсько-Широколужанського букового пралісу. Бірменсдорф: Швейцарський федеральний інститут дослідження лісу, снігу і ландшафтів WSL, 2010. 65с.
- 121.Трейфельд Р. Ф. Запасы и масса крупного древесного детрита: дис. канд.с.-х. наук/Санкт-Петербург, 2001. 152с.
- 122.Усольцев В. А. Моделирование структуры и динамики фитомассы древостоев. Красноярск: Изд-во Красн. ун-та, 1985. 192 с.
- 123.Усольцев В. А. Рост и структура фитомассы древостоев. Новосибирск: Наука, 1988. 253 с.
- 124.Уткин А. И., Замолотчиков Д. Г., Гульбе Т. А. и др. Определение запасов углерода по таксационным показателям древостоев: метод поучастковой аллометрии . *Лесоведение*. 1998. № 2. С. 38–53.
- 125.Уткин А. И. Биологическая продуктивность лесов (методы изучения и результаты). Лесоведение и лесоводство: Итоги науки и техники. М.: ВИНТИ, 1975. Т. 1 С.9–189.
- 126.Уткин А. И. Методика исследований первичной биологической продуктивности лесов. Биологическая продуктивность лесов Поволжья. М.: Наука, 1982. С.59–72.
- 127.Уткин А. И. Основные направления в исследованиях по биологической продуктивности лесных фитоценозов за рубежом. *Лесоведение*, 1969. № 1. С.63–83.
- 128.Фещенко Р. О. Міжнародній науково-практичній конференції “CURRENT AND FUTURE OF MID-LATITUDE ECOTONE FORESTS” dedicated to the 180th anniversary of Education and Research Institute of Forestry and Landscape-Park Management and 95th anniversary of the Separate Division of NUBiP of Ukraine “Boyarka Forest Research Station”, which will be held on June 10-12, 2021p.
- 129.Фещенко Р. О., (2019). Екосистемні послуги лісових екосистем: значення і перспективи розвитку. VI Міжнародна науково-практична

конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Екологія – філософія існування людства», 17-19 квітня, 2019 р., НУБіП України, м. Київ.

130.Фещенко Р. О., (2019). Роль багатовікових дерев дуба звичайного у формуванні запасу насадження на території парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення «Феофанія». Міжнародна науково-практична конференція «Лісова типологія як основа наближеного до природи лісівництва», присвяченій 150-річчю з дня народження проф. Є.В. Алексєєва та заснуванню кафедри лісівництва Навчально-наукового інституту лісового і садово-паркового господарства. 17-18 жовтня, 2019 р., НУБіП України, м. Київ.

131.Фещенко Р. О., (2021), Вплив відпаду дерев на депонування вуглецю в лісових екосистемах, 18 листопада, 2021 р., Міжнародної науково-практичної конференції «Екосистемні послуги лісів та урболандшафтів». НУБіП України, м. Київ.

132.Фещенко Р. О., Білоус А. М. «Динаміка фітомаси лісових фітоценозів парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення «Феофанія». Міжнародна науково-практична конференція «Дослідження лісових та урбанізованих екосистем для забезпечення сталого розвитку», 2 квітня 2020 року, НУБіП України, м. Київ.

133.Фещенко Р. О., Матяшук Р. К., Білоус А. М. (2021). Формування відпаду дерев у насадженнях парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення «Феофанія». Наукові доповіді НУБіП України, №3 (91). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2021.03.011>.

134.Фещенко Р.О., Білоус А.М. (2022). Структура депонованого вуглецю в біомасі лісових деревостанів парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення «Феофанія». Український журнал лісівництва та деревинознавства, Том 13, № 2, 2022

135.Хань Є. Ю. Динаміка та прогноз росту деревостанів дуба звичайного вегетативного походження Лісостепу України: дис.... канд.с.-г. наук :06.03.02. Київ. 2020.200 с. URL: <https://nubip.edu.ua/sites/>

136.Хох А. Н., Кузменков Д. Е. О возможных подходах к повышению контрастности годовичных колец. *Криміналістичний вісник*. 2015. № 2 (24). С. 123–130.

137.Швиденко А. З., Щепашенко Д. Г., Нильссон С., Булуй Ю. И. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород северной Евразии (нормативно-справочные материалы), Издание второе, дополненное. М., 2008. 886 с.

138.Швиденко А. З. Современные проблемы отечественной лесной таксации. Методология и моделирование. *Лесная таксация и лесоустройство*. 2002. № 1(31). С. 41–51.

139.Швиденко А. З., Лакида П. І., Щепашенко Д. Г., Марчук Ю. М. Вуглець, клімат та землеуправління в Україні: лісовий сектор / А. З. Швиденко, Корсунь-Шевченківський: Вид-во ФОП Гаврищенко, 2014. 283 с.

140.Швиденко А. З., Щепашенко Д. Г., Нильссон С. Оценка запасов древесного детрита в лесах России. *Лесная таксация и лесоустройство*. 2009. Вып. 1 (41). С. 133–147.

141.Швиденко А. З., Нильсон С., Строчинський А. А. Прогноз стану українських лісів та лісокористування на наступне сторіччя.. *Наук. вісн. УкрДЛТУ*. 1996. Вип. 5. С.222–227.

142.Швиденко А. З., Щепашенко Д. Г., Нильсон С. Оценка запасов древесного детрита в лесах России. *Лесная таксация и лесоустройство*. 2009. № 1 (41). С.133–147.

143.Швиденко А. Биосферная роль лесов России на старте третьего тысячелетия: углеродный бюджет и протокол Киото / А. Швиденко, Е. Ваганов, С. Нильссон. *Сибирский экологический журнал*. 2003. № 6. С. 649–658.

144.Швиденко, А., Лакида, П., Щепашенко, Д., Василишин, Р., & Марчук, Ю. (2014). *Вуглець, клімат та землеуправління в Україні: лісовий*

сектор. Корсунь-Шевченківський: ФОП Гаврищенко В. М.

145.Шпаківська І. М., Марискевич О. Г. Оцінка запасів органічного вуглецю в лісових екосистемах Східних Бескидів. *Лісівництво і агролісомеліорація: зб. наук. пр.* 2009. Вип. 115. С. 176–180.

146.Яргина З. Некоторые социальные аспекты перспективного расселения. Москва: Стройздат, 1975.

147.Alekseyev I. A., Kurnenkova I. P., Cheshuin A. N., Berdinskikh S. Yu., Stepanova T. V., Vakhrushev K. V., Kotok O. N. Patent Rossiyskoy Federatsii 2272402 S2.2006.URL: <https://patents.google.com/patent/RU2272402C2/ru>.

148.Andrzejewski, R. Ekofizjografia i ekologiczne kształtowanie środowiska biotycznego na obszarach zurbanizowanych, *Człowiek i Środowisko*.1980. No. 4.,pp. 4–12.

149.Annighofer P., Beckschafer P., Vor T., Ammer C. Regeneration patterns of European oak species (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl., *Quercus robur* L.) in dependence of environment and neighborhood. *PLoS One*. 2015. 10(8). e0134935.

150.Atkin A. S., Atkina L. I. Sposob i dinamika organicheskoy massy v lesnykh soobshchestvakh [The method and dynamics of organic matter in forest communities]. Ekaterinburg: UGLTA, 1999.

151.Bala O., Lakyda P., Matushevych L., Lakyda I. Phytomass production of oak stands of Ukrainian Polissia. *Scientific works of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*. 2018. С. 85–92. DOI 10.15421/411823.

152.Biernacki Z. Koncepcja kształtowania trzonu przyrodniczego oraz osłony kologicznej miasta w modyfikowanych planach zagospodarowania przestrzennego. *Problemy ochrony i kształtowania środowiska przyrodniczego na obszarach zurbanizowanych*.1990. Cz. II, Wyd. SGGW-AR, 22.,pp. 192–201.

153.Borovikov A. M., Ugolev B. N. Spravochnik po drevesine [Handbook on wood]. Moskva: Lesnaya promyshlennost, 1989.

154.Carbon stores in Ukrainian forests: current stock and midterm forecast / P. Lakyda et al.. Sustaining Forests, Sustaining People: The Role of Research: XXIV IUFRO World Congress, 5-11 October 2014, Salt Lake City, USA: abctracts. Salt

Lake City, 2014. P. 412.

155. Carbon, Climate and Managed Land in Ukraine: Integrated Data and Models of Land Use for NEESPI (Forest Sector) / A. Shvidenko, P. Lakyda, I. McCallum [et. al]. Reports on work of the international Institute for Applied Systems Analysis. Laxenburg, Austria, 2008. P.77

156. Chertov O. G., Komarov A. S., Karev G.P. Modern Approaches in Forest Ecosystem Modelling. EFI Research Report 8. Brill, Leiden Boston Köln, 1999. 130 p.

157. Dixon R. K., Brown S. R., Houghton A. et al. Carbon pools and flux of global forest ecosystems. *Science*. 1994. Vol. 263. P. 185–190.

158. Donato D. C., Campbell J. L., Franklin J. F. Multiple successional pathways and precocity in forest development: can some forests be born complex. *Journal of Vegetation Science*. 2012. 23. P. 576–584

159. Expect the Unexpected: Building business value in a changing world. URL: <https://home.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2012/08/building-business-value-part-1.pdf>.

160. Forest observation system (FOS). URL: <https://forest-observation-system.net/> (application date 10.12.2020).

161. Global change and landscape structure in Ukraine: Ecological and socio-economic implications / A. Shvidenko et al. Geophysical Research Abstracts – EGU General Assembly, 7-12 April 2013, Vienna, Austria. Vienna. 2013. URL: <http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2013/EGU2013-10627.pdf>.

162. Global forest resources assessment 2020: Main report. URL: <https://www.fao.org/3/ca9825en/ca9825en.pdf> (дата звернення: 16.06.2022).

163. Gough C. M., Vogel C. S., Schmid H. P., Curtis P. S. Controls on annual forest carbon storage: lessons from the past and predictions for the future. *Bioscience*. 2008. Vol. 58. No. 7. P. 609–622.

164. Grotti M., Chianucci F., Puletti N., Fardusi M. J., Castaldi C., Corona P. Spatio-temporal variability in structure and diversity in a semi-natural mixed oak-hornbeam floodplain forest. *Ecological Indicators*. 2019. 104. P. 576–587.

165. Häyhä T., Franzese P., Paletto A., Fath B. Assessing, valuing, and mapping ecosystem services in Alpine forests.. *Ecosystem Services*. 2015. No 14. P. 12–23.
166. Kashpor S. M., Stochynskyi A. A. Lisotaksatsiynyi dovidnyk [Lisotaksatsiynny Directory]. Kyiv: Vinnichenko, 2013.
167. Keeton W., Franklin J. F. Do remnant old-growth trees accelerate rates of succession in mature Douglas-fir forests. *Ecological Monographs*. 2005. 75. P. 103–118.
168. Klevtsov D. N., Tyukavina O. N., Adayi G. M. Bioenergeticheskiy potentsial nadzemnoy fitomassyi kultur sosnyi obyiknovennoy taezhnoy zonyi [Bioenergy Potential of Aerial Phytomass of Scots pine in the Middle Taiga Forest Region]. *Lesnoy zhurnal*. 2018. № 4. P. 49–55. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.4.49.
169. KPMG. Expect the Unexpected: Building business value in a changing world. Available from, August, 2012. pp. 35–38.
170. Lakyda P. I. Fitomasa lisiv Ukrainy [Forest biomass Ukraine]. Ternopil: Zbruch, 2002.
171. Lesiv M., Schepaschenko D., Buchhorn M., See L. 1, Dürauer M., Georgieva I., Jung M., Hofansl F., Schulze K., Bilous A., Blyshchyk V., Mukhortova L., Muñoz Brenes C.L., Krivobokov L., Ntie S., Tsogt K., Pietsch S.A., Tikhonova E., Kim M., Di Fulvio F., Fong Su Y., Zadorozhniuk R., Sorin Sirbu F., Panging K., Bilous S., Kovalevskii S., Kraxner F., Harb Rabia A., Vasylyshyn R., Ahmed R., Diachuk P., Kovalevskyi S., Bungnamei K., Bordoloi K., Churilov A., Vasylyshyn O., Sahariah D., Tertyshnyi P., Saikia A., Malek Ž., Singha K., Feshchenko R., Prestele R., Ibrar ul Hassan Akhtar, Sharma K., Domashovets G., Seth A. Spawn-Lee, Blyshchyk O., Slyva O., Ilkiv M., Melnyk O., Sliusarchuk V., Karpuk A., Terentiev A., Bilous V., Blyshchyk K., Bilous M., Bogovyk N., Blyshchyk I., Bartalev S., Yatskov M., Smets B., Visconti P., Mccallum I., Obersteiner M., Fritz S. Global forest management data for 2015 at a 100m resolution, Scientific Data: (2022) 9:199. <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01332-3>.

172.Lovynska V. M. Lokalna shchilnist komponentiv fitomasy stovbura sosny zvychainoi (Pinus sylvestris L.) Pivnichnoho Stepu Ukrainy [Lokalna schilnist komponentiv fitomasi stovbura sosni zvichaynoyi (Pinus sylvestris L.) Pivnichnoho Stepu Ukrayini]. *Visnyk ahrarynoi nauky Prychornomoria*. 2018. V. 3. P. 73–78. DOI:10.31521/2313-092X/2018-3(99)-12.

173.Lovynska V. M. Nadzemna fitomasa stovburiv Pinus Sylvestris L. u derevostanakh pivnichnoho stepu Ukrainy [Above-ground biomass trunks Pinus sylvestris L. stands in the northern steppes of Ukraine]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*. 2018. 28 (8). P. 79–82. DOI: <https://doi.org/10.15421/40280816>.

174.Luyssaert S., Abril G., Andres R. et al. The European land and inland water CO₂, CO, CH₄ and N₂O balance between 2001 and 2005 *Biogeosciences*. 2012. № 9. C. 3357–3380.

175.Luyssaert S., Abril G., Andres R. et al. The European land and inland water CO₂, CO, CH₄ and N₂O balance between 2001 and 2005. *Biogeosciences*. 2012. No. 9. C. 3357-3380.

176.Madgwick H.A. Biomass and productivity models of forest canopies. Ecological studies: Analysis and synthesis. № 4 Heidelberg, Berlin: Springer Verlag, 1970. Y.1: Analysis of temperate forest ecosystems. P.47-54.

177.Man and the Biosphere (MAB) Programme. URL: <https://en.unesco.org/mab> (application date 10.12.2020).

178.Matiashuk Raisa, Bilous S.Yu., Bilous A. M., Yurchuk M. I., Prokopuk Yu. S. Phytomass dynamics of forest phytocenoses of the park-monument of horticultural art "Feofania". National Forestry University of Ukraine Scientific Bulletin of the National Forestry University of Ukraine. 2016. pp. 121–127.

179.Morozyuk O. V. Global climate change and regional impact of forests on carbon balance. *Scientific Bulletin of NLTU Ukraine*, 2009. No. 19.5. P. 88–92.

180.Netsvetov M., Prokopuk Yu., Didukh Ya., Romensky M. Climatic sensitivity of Quercus robur L. in floodplain near Kyiv under river regulation. *Dendrobiology*. 2018. 79. P. 20–33.

181.Poluboyarinov O.I. Plotnost drevesiny [Wood density]. Moskva:

Lesnaya promyshlennost, 1976

182.Przewoźniak M. Kształtowanie środowiska przyrodniczego miast, przykłady z regionu gdańskiego, Gdańsk: Wyd. Architektury Polit. Gdańskiej, 2002.

183.Regulations on the park-monument of garden and park art of national importance «Feofania». Order of the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine №512 of 15.12.2016 with changes and additions. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/view/FN027428?an=1>.

184.Rizzo B., Wiken S. Assessing the sensitivity of Canadian ecosystems to climate change. *Climate change*. 1992. No 21. P. 97–106.

185.Schepaschenko D.mitry, Shvidenko A.natoly, Nilsson S. Phytomass (live biomass) and carbon of Siberian forests. *Biomass and Bioenergy*. 1998. No 14. P. 21–31. DOI 10.1016/S0961-9534(97)10006-X.

186.Schepaschenko, D., Chave, J., Phillips, O.L., Nur Hajar, Z.S., Zo-Bi, I.C. The Forest Observation System, building a global reference dataset for remote sensing of forest biomass. *Sci Data*. 2019. Vol. 198. No.6. Doi: 10.1038 / s41597-019-0196-1.

187.Shvidenko A. Z., Storchinskiy A. A., Savich Yu. N., Kashpor S. N. Regulatory and reference materials for the forest inventory in Ukraine and Moldova. Kiev: Urozhay, 1987

188.Shvidenko A., Buksha I., Krakovska S., Lakyda P. Vulnerability of ukrainian forests to climate change. *Sustainability*. 2017. 9. 1152 p.

189.Shvi-denko A., Shchepashchenko D., Nilsson S., Bouloui Y. Semi-empirical models for assessing biological productivity of Northern Eurasian forests. *Ecological Modelling*. 2006. № 204. P. 163–179.

190.Stala Z. Ekofizjograficzne zasady kształtowania struktury przestrzennej miast. Warszawa Zadania gospodarki miejskiej w kształtowaniu systemów ekologicznych miast, IGPiK. 1990. PP. 79–89.

191.Stala Z. Przyrodniczy model struktury przestrzennej miasta. *Człowiek i Środowisko*. 1986. Vol. 10, No. 4, pp. 547–565.

- 192.Stolbovoi V., Fescher G., Sizov V., Rozhkova (Ruavets) B. Georeferenced Database of the former USSR. V.5. Land categories. IR-97-087. 1997. IIASA, Ladenburg, Austria. P.15.
- 193.Szulczewska B. Sieci ekologiczne i planowanie przestrzenne. *Człowiek i Środowisko*. 2001.No. 4. pp. 167–183.
- 194.Thomas C. Brown, John C. Bergstrom, John B. Loomis. Defining, valuing and providing ecosystem goods and services.*Natural Resources Journal*. 2007. No 47(2). C. 329–376.
- 195.Tinya F., Kovacs B., Prattala A., Farkas P., Aszalos R., Odor P. Initial understory response to experimental silvicultural treatments in a temperate oak-dominated forest. *European Journal of Forest Research*. 2018. P. 1–13.
- 196.Young H.E., Strand L., Altenberger R. Preliminary fresh and weight tables for seventree species. Maine Exp. Sta. Techn. Bull. 1964. T.12. 76 p.

ДОДАТКИ

PlotID	TreeID	Longitude (°)	Latitude (°)	Plot area (ha)	Species	DBH (cm)	Ступінь товщини	Приріст радіальний, мм	Status
1	1	50.334993	30.481818	0.51	Клен	17.1	20	9	0
1	2	50.335016	30.481828	0.51	Дуб	41.5	44	9	0
1	3	50.335026	30.481800	0.51	Дуб	22.9	24	11	1
1	4	50.335006	30.481765	0.51	Дуб	25.6	28	9	1
1	5	50.335009	30.481752	0.51	Дуб	28.9	32	11	0
1	6	50.335005	30.481718	0.51	Дуб	39.8	40	8	0
1	7	50.334987	30.481653	0.51	Дуб	29.0	32	11	0
1	8	50.335013	30.481639	0.51	Клен	21.8	24	10	0
1	9	50.335084	30.481660	0.51	Клен	19.3	20	9	0
1	10	50.335081	30.481611	0.51	Дуб	25.7	28	9	0
1	11	50.335102	30.481524	0.51	Дуб	39.9	40	8	0
1	12	50.335103	30.481527	0.51	Клен	13.2	16	8	0
1	13	50.335093	30.481545	0.51	Дуб	25.3	28	9	0
1	14	50.335084	30.481489	0.51	Дуб	33.3	36	8	0
1	15	50.335110	30.481464	0.51	Клен	16.8	20	9	0
1	16	50.335130	30.481450	0.51	Клен	11.9	12	7	0
1	17	50.335129	30.481437	0.51	Клен	19.5	20	9	0
1	18	50.335118	30.481429	0.51	Дуб	26.8	28	9	0
1	19	50.335156	30.481369	0.51	Дуб	37.0	40	8	0
1	20	50.335157	30.481349	0.51	Клен	13.6	16	8	0
1	21	50.335159	30.481326	0.51	Дуб	37.3	40	8	0
1	22	50.335168	30.481340	0.51	Дуб	25.9	28	9	0
1	23	50.335150	30.481254	0.51	Клен	19.5	20	9	0
1	24	50.335206	30.481239	0.51	Дуб	31.0	32	11	0
1	25	50.335235	30.481272	0.51	Клен	13.9	16	8	0
1	26	50.335230	30.481238	0.51	Дуб	23.4	24	11	1
1	27	50.335234	30.481231	0.51	Клен	12.3	16	8	0
1	28	50.335247	30.481230	0.51	Клен	10.8	12	7	0
1	29	50.335249	30.481210	0.51	Дуб	28.6	32	11	0
1	30	50.335253	30.481212	0.51	Клен	13.7	16	8	0
1	31	50.335254	30.481199	0.51	Дуб	30.8	32	11	1
1	32	50.335319	30.481200	0.51	Клен	32.9	36	7	0
1	33	50.335309	30.481221	0.51	Дуб	36.3	40	8	0
1	34	50.335284	30.481269	0.51	Клен	13.5	16	8	0
1	35	50.335263	30.481306	0.51	Клен	35.8	36	7	0
1	36	50.335258	30.481307	0.51	Клен	31.6	32	11	0
1	37	50.335254	30.481377	0.51	Клен	15.9	16	8	0

<i>Продовження табл.</i>									
1	38	50.335261	30.481381	0.51	Клен	11.9	12	7	0
1	39	50.335312	30.481445	0.51	Дуб	31.0	32	11	0
1	40	50.335314	30.481481	0.51	Дуб	37.6	40	8	0
1	41	50.335280	30.481465	0.51	Клен	11.8	12	7	0
1	42	50.335279	30.481467	0.51	Клен	20.0	24	10	0
1	43	50.335222	30.481514	0.51	Клен	15.9	16	8	0
1	44	50.335214	30.481514	0.51	Клен	10.0	12	7	0
1	45	50.335249	30.481496	0.51	Клен	26.1	28	7	0
1	46	50.335275	30.481503	0.51	Дуб	9.8	12	6	1
1	47	50.335262	30.481550	0.51	Дуб	32.2	36	8	0
1	48	50.335250	30.481534	0.51	Клен	14.7	16	8	0
1	49	50.335225	30.481522	0.51	Клен	14.0	16	8	0
1	50	50.335217	30.481531	0.51	Дуб	31.2	32	11	1
1	51	50.335207	30.481557	0.51	Клен	10.7	12	7	0
1	52	50.335191	30.481579	0.51	Дуб	34.3	36	8	0
1	53	50.335193	30.481585	0.51	Клен	18.6	20	9	0
1	54	50.335145	30.481693	0.51	Клен	17.1	20	9	0
1	55	50.335140	30.481703	0.51	Клен	19.0	20	9	0
1	56	50.335151	30.481771	0.51	Дуб	35.0	36	8	0
1	57	50.335144	30.481781	0.51	Клен	11.3	12	7	0
1	58	50.335137	30.481806	0.51	Клен	15.1	16	8	0
1	59	50.335139	30.481795	0.51	Клен	17.0	20	9	0
1	60	50.335099	30.481832	0.51	Дуб	31.5	32	11	0
1	61	50.335055	30.481839	0.51	Дуб	30.3	32	11	0
1	62	50.335037	30.481849	0.51	Клен	13.3	16	8	0
1	63	50.335020	30.481898	0.51	Клен	20.8	24	10	0
1	64	50.335032	30.481925	0.51	Дуб	69.4	72	9	0
1	65	50.335060	30.481888	0.51	Клен	13.3	16	8	0
1	66	50.335060	30.481882	0.51	Клен	15.8	16	8	0
1	67	50.335071	30.481900	0.51	Акація	44.8	48	11	0
1	68	50.335103	30.481938	0.51	Акація	47.1	48	11	0
1	69	50.335113	30.481958	0.51	Клен	9.9	12	7	0
1	70	50.335097	30.481991	0.51	Клен	18.1	20	9	0
1	71	50.335090	30.481985	0.51	Клен	17.1	20	9	0
1	72	50.335098	30.481989	0.51	Дуб	34.8	36	8	0
1	73	50.335109	30.481988	0.51	Клен	17.6	20	9	0
1	74	50.335119	30.481923	0.51	Дуб	56.0	60	13	0
1	75	50.335123	30.481905	0.51	Клен	12.0	16	8	0
1	76	50.335130	30.481895	0.51	Клен	14.2	16	8	1
1	77	50.335171	30.481908	0.51	Дуб	33.1	36	8	0
1	78	50.335173	30.481873	0.51	Клен	13.9	16	8	0
1	79	50.335165	30.481836	0.51	Клен	20.3	24	10	0
1	80	50.335185	30.481740	0.51	Дуб	26.9	28	9	0
1	81	50.335187	30.481710	0.51	Дуб	32.9	36	8	0
1	82	50.335202	30.481710	0.51	Дуб	37.0	40	8	0

<i>Продовження табл.</i>									
1	83	50.335202	30.481710	0.51	Клен	10.1	12	7	1
1	84	50.335202	30.481710	0.51	Клен	11.2	12	7	1
1	85	50.335227	30.481679	0.51	Клен	41.1	44	14	0
1	86	50.335227	30.481679	0.51	Клен	11.8	12	7	1
1	87	50.335256	30.481738	0.51	Дуб	25.4	28	9	1
1	88	50.335268	30.481690	0.51	Дуб	32.3	36	8	0
1	89	50.335292	30.481666	0.51	Клен	19.7	20	9	0
1	90	50.335298	30.481635	0.51	Клен	16.8	20	9	0
1	91	50.335337	30.481573	0.51	Клен	12.1	16	8	0
1	92	50.335359	30.481550	0.51	Дуб	29.1	32	11	0
1	93	50.335369	30.481528	0.51	Дуб	42.3	44	9	0
1	94	50.335363	30.481500	0.51	Клен	28.6	32	11	0
1	95	50.335371	30.481462	0.51	Дуб	23.0	24	11	0
1	96	50.335350	30.481437	0.51	Клен	18.4	20	9	0
1	97	50.335349	30.481416	0.51	Клен	25.8	28	7	0
1	98	50.335358	30.481399	0.51	Клен	21.5	24	10	0
1	99	50.335384	30.481392	0.51	Клен	16.1	20	9	0
1	100	50.335417	30.481417	0.51	Клен	34.9	36	7	0
1	101	50.335430	30.481432	0.51	Клен	36.3	40	11	0
1	102	50.335442	30.481514	0.51	Клен	34.9	36	7	0
1	103	50.335454	30.481576	0.51	Клен	44.2	48	8	0
1	104	50.335421	30.481562	0.51	Клен	12.7	16	8	0
1	105	50.335415	30.481558	0.51	Клен	39.0	40	11	0
1	106	50.335398	30.481585	0.51	Дуб	26.3	28	9	1
1	107	50.335398	30.481585	0.51	Клен	8.3	12	7	1
1	108	50.335398	30.481585	0.51	Клен	30.3	32	11	1
1	109	50.335339	30.481689	0.51	Клен	20.1	24	10	0
1	110	50.335325	30.481693	0.51	Клен	20.5	24	10	0
1	111	50.335310	30.481717	0.51	Дуб	30.0	32	11	0
1	112	50.335300	30.481707	0.51	Клен	14.9	16	8	0
1	113	50.335316	30.481714	0.51	Клен	16.3	20	9	0
1	114	50.335316	30.481714	0.51	Клен	9.1	12	7	2
1	115	50.335332	30.481752	0.51	Дуб	30.5	32	11	0
1	116	50.335345	30.481750	0.51	Клен	13.3	16	8	0
1	117	50.335336	30.481755	0.51	Дуб	43.8	44	9	0
1	118	50.335342	30.481770	0.51	Клен	11.0	12	7	0
1	119	50.335318	30.481759	0.51	Клен	18.2	20	9	0
1	120	50.335304	30.481755	0.51	Дуб	37.2	40	8	0
1	121	50.335304	30.481776	0.51	Клен	13.8	16	8	0
1	122	50.335277	30.481791	0.51	Клен	13.1	16	8	0
1	123	50.335293	30.481780	0.51	Дуб	39.9	40	8	0
1	124	50.335255	30.481804	0.51	Клен	17.5	20	9	0
1	125	50.335182	30.481859	0.51	Дуб	31.5	32	11	1
1	126	50.335156	30.481903	0.51	Клен	16.4	20	9	0
1	127	50.335156	30.482003	0.51	Клен	10.4	12	7	0
1	128	50.335171	30.482026	0.51	Клен	15.5	16	8	0

<i>Продовження табл.</i>									
1	129	50.335146	30.482074	0.51	Дуб	28.8	32	11	0
1	130	50.335176	30.482162	0.51	Клен	19.0	20	9	0
1	131	50.335191	30.482153	0.51	Дуб	32.8	36	8	0
1	132	50.335163	30.482131	0.51	Клен	15.9	16	8	0
1	133	50.335163	30.482131	0.51	Клен	9.9	12	7	1
1	134	50.335168	30.482166	0.51	Клен	13.6	16	8	0
1	135	50.335213	30.482202	0.51	Дуб	30.4	32	11	0
1	136	50.335228	30.482186	0.51	Клен	18.9	20	9	0
1	137	50.335242	30.482166	0.51	Клен	14.5	16	8	0
1	138	50.335211	30.482107	0.51	Клен	12.1	16	8	1
1	139	50.335208	30.482060	0.51	Дуб	23.2	24	11	0
1	140	50.335229	30.482071	0.51	Дуб	22.8	24	11	1
1	141	50.335234	30.482079	0.51	Дуб	48.6	52	10	0
1	142	50.335299	30.482078	0.51	Клен	18.7	20	9	0
1	143	50.335246	30.482063	0.51	Клен	11.9	12	7	0
1	144	50.335249	30.482020	0.51	Дуб	18.9	20	12	0
1	145	50.335308	30.482013	0.51	Дуб	31.1	32	11	1
1	146	50.335253	30.482006	0.51	Дуб	27.1	28	9	0
1	147	50.335261	30.481999	0.51	Дуб	24.5	28	9	1
1	148	50.335261	30.481978	0.51	Клен	13.0	16	8	0
1	149	50.335302	30.481876	0.51	Дуб	33.6	36	8	0
1	150	50.335325	30.481830	0.51	Клен	13.0	16	8	0
1	151	50.335338	30.481908	0.51	Клен	10.5	12	7	0
1	152	50.335343	30.481926	0.51	Дуб	55.6	56	13	0
1	153	50.335323	30.481938	0.51	Клен	16.2	20	9	0
1	154	50.335298	30.481991	0.51	Дуб	21.7	24	11	1
1	155	50.335340	30.481958	0.51	Клен	13.6	16	8	0
1	156	50.335352	30.481938	0.51	Дуб	21.1	24	11	0
1	157	50.335351	30.481939	0.51	Клен	17.6	20	9	0
1	158	50.335403	30.481856	0.51	Клен	13.2	16	8	0
1	159	50.335384	30.481828	0.51	Клен	15.8	16	8	0
1	160	50.335401	30.481785	0.51	Дуб	56.0	56	13	0
1	161	50.335409	30.481750	0.51	Клен	15.5	16	8	0
1	162	50.335399	30.481721	0.51	Клен	31.0	32	11	0
1	163	50.335393	30.481725	0.51	Клен	9.6	12	7	0
1	164	50.335396	30.481739	0.51	Клен	17.3	20	9	0
1	165	50.335403	30.481736	0.51	Дуб	30.1	32	11	1
1	166	50.335432	30.481736	0.51	Клен	23.5	24	10	0
1	167	50.335434	30.481702	0.51	Дуб	47.7	48	10	0
1	168	50.335442	30.481705	0.51	Клен	20.3	24	10	0
1	169	50.335444	30.481704	0.51	Клен	22.2	24	10	0
1	170	50.335428	30.481675	0.51	Дуб	59.1	60	13	0
1	171	50.335495	30.481669	0.51	Дуб	29.6	32	11	1
1	172	50.335538	30.481670	0.51	Дуб	51.3	52	10	0
1	173	50.335584	30.481689	0.51	Клен	18.1	20	9	0
1	174	50.335590	30.481719	0.51	Липа	20.2	24	8	0

<i>Продовження табл.</i>									
1	175	50.335593	30.481721	0.51	Клен	16.8	20	9	0
1	176	50.335548	30.481763	0.51	Клен	12.3	16	8	0
1	177	50.335553	30.481798	0.51	Клен	22.3	24	10	0
1	178	50.335594	30.481868	0.51	Дуб	74.3	76	9	0
1	179	50.335546	30.481880	0.51	Дуб	33.0	36	8	0
1	180	50.335525	30.481834	0.51	Клен	13.9	16	8	0
1	181	50.335514	30.481834	0.51	Клен	16.7	20	9	0
1	182	50.335459	30.481798	0.51	Клен	14.6	16	8	0
1	183	50.335471	30.481774	0.51	Клен	11.6	12	7	0
1	184	50.335473	30.481886	0.51	Дуб	22.9	24	11	1
1	185	50.335480	30.481900	0.51	Клен	17.2	20	9	0
1	186	50.335444	30.481917	0.51	Клен	15.0	16	8	0
1	187	50.335492	30.482099	0.51	Дуб	50.0	52	10	0
1	188	50.335448	30.482026	0.51	Клен	26.7	28	7	0
1	189	50.335457	30.481975	0.51	Клен	12.8	16	8	0
1	190	50.335443	30.482021	0.51	Клен	14.4	16	8	0
1	191	50.335465	30.481952	0.51	Дуб	27.0	28	9	1
1	192	50.335486	30.481923	0.51	Дуб	23.7	24	11	0
1	193	50.335385	30.482010	0.51	Клен	16.3	20	9	0
1	194	50.335359	30.482075	0.51	Клен	13.1	16	8	0
1	195	50.335389	30.482099	0.51	Дуб	22.2	24	11	1
1	196	50.335388	30.482098	0.51	Дуб	32.6	36	8	0
1	197	50.335444	30.482116	0.51	Клен	15.0	16	8	0
1	198	50.335446	30.482128	0.51	Дуб	48.1	52	10	0
1	199	50.335436	30.482175	0.51	В'яз	13.7	16	8	0
1	200	50.335422	30.482197	0.51	Клен	16.6	20	9	0
1	201	50.335435	30.482158	0.51	В'яз	18.7	20	8	0
1	202	50.335394	30.482124	0.51	Дуб	37.8	40	8	0
1	203	50.335386	30.482117	0.51	Клен	10.9	12	7	0
1	204	50.335324	30.482210	0.51	Клен	15.2	16	8	0
1	205	50.335302	30.482236	0.51	Клен	8.4	12	7	0
1	206	50.335313	30.482275	0.51	Клен	17.6	20	9	0
1	207	50.335304	30.482307	0.51	Клен	10.7	12	7	0
1	208	50.335308	30.482351	0.51	Клен	19.1	20	9	0
1	209	50.335332	30.482334	0.51	Клен	13.3	16	8	0
1	210	50.335341	30.482308	0.51	Акація	47.3	48	11	0
1	211	50.335347	30.482315	0.51	Акація	59.0	60	9	0
1	212	50.335345	30.482234	0.51	Клен	10.7	12	7	0
1	213	50.335373	30.482197	0.51	Дуб	27.2	28	9	0
1	214	50.335407	30.482176	0.51	Акація	66.4	68	7	0
1	215	50.335432	30.482217	0.51	Клен	17.6	20	9	0
1	216	50.335432	30.482217	0.51	Дуб	20.4	24	11	1
1	217	50.335448	30.482298	0.51	Клен	16.7	20	9	0
1	218	50.335413	30.482337	0.51	Дуб	34.9	36	8	0
1	219	50.335409	30.482351	0.51	Дуб	22.6	24	11	0
1	220	50.335435	30.482412	0.51	Дуб	27.1	28	9	1

<i>Продовження табл.</i>									
1	221	50.335445	30.482427	0.51	Клен	15.8	16	8	0
1	222	50.335411	30.482466	0.51	Дуб	33.2	36	8	0
1	223	50.335467	30.482461	0.51	Дуб	31.8	32	11	1
1	224	50.335476	30.482452	0.51	Дуб	38.9	40	8	1
1	225	50.335518	30.482379	0.51	Дуб	44.4	48	10	0
1	226	50.335521	30.482373	0.51	Дуб	22.6	24	11	1
1	227	50.335521	30.482295	0.51	Дуб	46.8	48	10	0
1	228	50.335520	30.482286	0.51	Клен	17.9	20	9	0
1	229	50.335542	30.482261	0.51	Дуб	37.5	40	8	1
1	230	50.335547	30.482237	0.51	Дуб	43.8	44	9	1
1	231	50.335558	30.482208	0.51	Дуб	48.7	52	10	0
1	232	50.335579	30.482204	0.51	Клен	20.0	24	10	0
1	233	50.335591	30.482152	0.51	Дуб	55.3	56	13	0
1	234	50.335544	30.482193	0.51	Клен	25.0	28	7	0
1	235	50.335538	30.482056	0.51	Клен	19.6	20	9	0
1	236	50.335540	30.482005	0.51	Дуб	51.8	52	10	0
1	237	50.335602	30.482101	0.51	Клен	19.2	20	9	0
1	238	50.335626	30.482124	0.51	Клен	13.8	16	8	0
1	239	50.335619	30.482101	0.51	Дуб	26.6	28	9	1
1	240	50.335627	30.482114	0.51	Дуб	41.2	44	9	0
1	241	50.335627	30.482114	0.51	Дуб	33.4	36	8	1
1	242	50.335604	30.481971	0.51	Клен	24.8	28	7	0
1	243	50.335621	30.481948	0.51	Дуб	31.0	32	11	1
1	244	50.335627	30.481931	0.51	Дуб	37.9	40	8	0
1	245	50.335652	30.481948	0.51	Дуб	40.8	44	9	0
1	246	50.335686	30.482010	0.51	Клен	24.3	28	7	0
1	247	50.335725	30.481979	0.51	Дуб	28.4	32	11	1
1	248	50.335765	30.481947	0.51	Клен	8.6	12	7	0
1	249	50.335761	30.481965	0.51	Клен	22.7	24	10	0
1	250	50.335714	30.481867	0.51	Дуб	40.8	44	9	0
1	251	50.335686	30.481845	0.51	Клен	18.2	20	9	0
1	252	50.335703	30.481798	0.51	Дуб	30.2	32	11	0
1	253	50.335684	30.481751	0.51	Клен	17.1	20	9	0
1	254	50.335693	30.481741	0.51	Клен	13.4	16	8	0
1	255	50.335691	30.481750	0.51	Клен	19.3	20	9	0
1	256	50.335697	30.481748	0.51	Дуб	41.0	44	9	1
1	257	50.335706	30.481795	0.51	Клен	17.4	20	9	0
1	258	50.335723	30.481870	0.51	Клен	23.0	24	10	0
1	259	50.335723	30.481926	0.51	Клен	10.8	12	7	1
1	260	50.335719	30.481938	0.51	Дуб	26.4	28	9	1
2	1	50.344130	30.483456	0.88	Граб	21.2	24	8	0
2	2	50.344160	30.483458	0.88	Дуб	61.7	64	13	0
2	3	50.344131	30.483452	0.88	Граб	18.2	20	8	0
2	4	50.344126	30.483459	0.88	Граб	28.7	32	7	0
2	5	50.344186	30.483428	0.88	Граб	30.1	32	7	0
2	6	50.344199	30.483408	0.88	Граб	17.9	20	8	0

<i>Продовження табл.</i>									
2	7	50.344159	30.483472	0.88	Граб	21.9	24	8	0
2	8	50.344139	30.483464	0.88	Граб	37.0	40	10	0
2	9	50.344252	30.483515	0.88	Граб	16.1	20	8	1
2	10	50.344303	30.483493	0.88	Клен	34.5	36	7	0
2	11	50.344314	30.483482	0.88	Клен	34.0	36	7	0
2	12	50.344343	30.483495	0.88	Клен	46.3	48	8	0
2	13	50.344287	30.483404	0.88	Дуб	76.4	80	9	0
2	14	50.344283	30.483375	0.88	Граб	19.3	20	8	0
2	15	50.344297	30.483356	0.88	Граб	15.8	16	8	0
2	16	50.344301	30.483327	0.88	Граб	19.6	20	8	0
2	17	50.344348	30.483338	0.88	Граб	28.2	32	7	0
2	18	50.344367	30.483310	0.88	Граб	26.8	28	8	0
2	19	50.344433	30.483365	0.88	Граб	11.5	12	8	1
2	20	50.344433	30.483350	0.88	Граб	17.2	20	8	0
2	21	50.344455	30.483343	0.88	Граб	32.6	36	8	0
2	22	50.344461	30.483354	0.88	Клен	63.1	64	7	1
2	23	50.344380	30.483638	0.88	Граб	17.7	20	8	0
2	24	50.344400	30.483623	0.88	Клен	36.5	40	11	0
2	25	50.344412	30.483563	0.88	Граб	24.6	28	8	0
2	26	50.344487	30.483483	0.88	Граб	16.0	20	8	0
2	27	50.344506	30.483555	0.88	Граб	10.4	12	8	0
2	28	50.344503	30.483527	0.88	Клен	46.8	48	8	0
2	29	50.344515	30.483490	0.88	Липа	50.5	52	10	0
2	30	50.344502	30.483451	0.88	Граб	11.8	12	8	0
2	31	50.344564	30.483392	0.88	Клен	43.2	44	14	0
2	32	50.344576	30.483362	0.88	Клен	53.8	56	9	0
2	33	50.344593	30.483393	0.88	Граб	8.5	12	8	0
2	34	50.344602	30.483536	0.88	Граб	23.6	24	8	0
2	35	50.344667	30.483522	0.88	Клен	31.1	32	11	0
2	36	50.344671	30.483522	0.88	Клен	87.6	88	5	0
2	37	50.344653	30.483484	0.88	Граб	14.0	16	8	0
2	38	50.344643	30.483477	0.88	Граб	12.2	16	8	0
2	39	50.344644	30.483492	0.88	Граб	18.3	20	8	0
2	40	50.344702	30.483621	0.88	Клен	78.7	80	5	0
2	41	50.344719	30.483591	0.88	Граб	8.0	12	8	0
2	42	50.344699	30.483477	0.88	Клен	32.3	36	7	0
2	43	50.344698	30.483479	0.88	Граб	29.1	32	7	0
2	44	50.344723	30.483413	0.88	Граб	26.2	28	8	0
2	45	50.344688	30.483449	0.88	Дуб	61.1	64	13	0
2	46	50.344654	30.483435	0.88	Граб	32.2	36	8	0
2	47	50.344720	30.483367	0.88	Граб	12.2	16	8	2
2	48	50.344719	30.483344	0.88	Граб	14.9	16	8	0
2	49	50.344711	30.483300	0.88	Клен	50.1	52	10	0
2	50	50.344622	30.483317	0.88	Граб	48.5	52	10	0
2	51	50.344594	30.483252	0.88	Граб	21.3	24	8	0
2	52	50.344642	30.483385	0.88	Граб	5.4	8	7	0

<i>Продовження табл.</i>									
2	53	50.344557	30.483263	0.88	Граб	11.5	12	8	0
2	54	50.344499	30.483247	0.88	Клен	56.0	56	9	0
2	55	50.344477	30.483214	0.88	Граб	22.1	24	8	0
2	56	50.344468	30.483178	0.88	Граб	13.3	16	8	0
2	57	50.344453	30.483196	0.88	Граб	18.0	20	8	1
2	58	50.344468	30.483208	0.88	Граб	25.5	28	8	0
2	59	50.344451	30.483280	0.88	Граб	24.0	28	8	0
2	60	50.344433	30.483221	0.88	Граб	22.3	24	8	0
2	61	50.344409	30.483197	0.88	Дуб	165.6	168	2	0
2	62	50.344408	30.483196	0.88	Дуб	63.2	64	13	0
2	63	50.344368	30.483160	0.88	Дуб	16.2	20	12	1
2	64	50.344331	30.483275	0.88	Граб	15.7	16	8	0
2	65	50.344305	30.483269	0.88	Граб	15.8	16	8	0
2	66	50.344295	30.483226	0.88	Граб	20.0	24	8	0
2	67	50.344244	30.483187	0.88	Граб	23.5	24	8	0
2	68	50.344327	30.483247	0.88	Граб	15.6	16	8	1
2	69	50.344319	30.483246	0.88	Граб	9.2	12	8	1
2	70	50.344328	30.483236	0.88	Граб	26.4	28	8	0
2	71	50.344341	30.483224	0.88	Граб	9.8	12	8	0
2	72	50.344333	30.483164	0.88	Граб	12.5	16	8	0
2	73	50.344316	30.483088	0.88	Дуб	43.0	44	9	1
2	74	50.344341	30.483045	0.88	Дуб	114.0	116	4	0
2	75	50.344309	30.483039	0.88	Граб	22.4	24	8	0
2	76	50.344227	30.483103	0.88	Граб	29.0	32	7	0
2	77	50.344214	30.483105	0.88	Дуб	65.3	68	14	0
2	78	50.344235	30.483092	0.88	Дуб	51.8	52	10	0
2	79	50.344204	30.483059	0.88	Граб	36.2	40	10	0
2	80	50.344183	30.483188	0.88	Дуб	79.3	80	9	0
2	81	50.344172	30.483193	0.88	Граб	16.6	20	8	0
2	82	50.344162	30.483185	0.88	Граб	23.4	24	8	0
2	83	50.344163	30.483039	0.88	Клен	45.4	48	8	0
2	84	50.344245	30.482890	0.88	Дуб	82.8	84	9	1
2	85	50.344265	30.482845	0.88	Граб	19.1	20	8	0
2	86	50.344287	30.482899	0.88	Граб	8.8	12	8	0
2	87	50.344307	30.482921	0.88	Граб	12.9	16	8	0
2	88	50.344307	30.482926	0.88	Граб	18.2	20	8	0
2	89	50.344303	30.482952	0.88	Граб	24.9	28	8	0
2	90	50.344292	30.482994	0.88	Граб	19.6	20	8	0
2	91	50.344287	30.483011	0.88	Граб	25.5	28	8	0
2	92	50.344291	30.483013	0.88	Дуб	55.0	56	13	0
2	93	50.344304	30.482984	0.88	Граб	13.7	16	8	0
2	94	50.344322	30.482967	0.88	Граб	23.2	24	8	0
2	95	50.344321	30.482964	0.88	Граб	16.5	20	8	0
2	96	50.344336	30.482923	0.88	Граб	23.0	24	8	0
2	97	50.344331	30.482879	0.88	Клен	38.2	40	11	0
2	98	50.344357	30.482920	0.88	Граб	20.7	24	8	0

<i>Продовження табл.</i>									
2	99	50.344372	30.482915	0.88	Граб	17.0	20	8	0
2	100	50.344448	30.482978	0.88	Граб	17.4	20	8	0
2	101	50.344442	30.482985	0.88	Граб	17.4	20	8	0
2	102	50.344431	30.483118	0.88	Граб	34.1	36	8	0
2	103	50.344551	30.483158	0.88	Граб	48.8	52	10	0
2	104	50.344477	30.482936	0.88	Граб	24.9	28	8	0
2	105	50.344508	30.482914	0.88	Граб	20.1	24	8	0
2	106	50.344517	30.482904	0.88	Граб	14.6	16	8	0
2	107	50.344523	30.482932	0.88	Граб	14.1	16	8	0
2	108	50.344533	30.482969	0.88	Граб	18.0	20	8	0
2	109	50.344555	30.482957	0.88	Граб	16.0	20	8	0
2	110	50.344574	30.482965	0.88	Граб	18.6	20	8	0
2	111	50.344588	30.483025	0.88	Граб	14.9	16	8	1
2	112	50.344571	30.483060	0.88	Граб	26.4	28	8	0
2	113	50.344570	30.483066	0.88	Граб	20.6	24	8	0
2	114	50.344590	30.483148	0.88	Граб	15.7	16	8	0
2	115	50.344647	30.483142	0.88	Липа	79.9	80	6	0
2	116	50.344673	30.483182	0.88	Граб	14.0	16	8	1
2	117	50.344694	30.483197	0.88	Граб	19.1	20	8	0
2	118	50.344704	30.483283	0.88	Граб	17.9	20	8	0
2	119	50.344744	30.483253	0.88	Клен	44.2	48	8	0
2	120	50.344716	30.483205	0.88	Граб	13.1	16	8	0
2	121	50.344719	30.483204	0.88	Граб	16.2	20	8	0
2	122	50.344717	30.483170	0.88	Липа	46.4	48	11	0
2	123	50.344720	30.483132	0.88	Граб	12.3	16	8	0
2	124	50.344717	30.483086	0.88	Граб	25.7	28	8	0
2	125	50.344691	30.483064	0.88	Граб	20.9	24	8	0
2	126	50.344689	30.483049	0.88	Граб	7.5	8	7	0
2	127	50.344691	30.483029	0.88	Граб	23.4	24	8	0
2	128	50.344670	30.483058	0.88	Клен	39.7	40	11	0
2	129	50.344633	30.483040	0.88	Граб	16.8	20	8	0
2	130	50.344631	30.483024	0.88	Граб	17.3	20	8	0
2	131	50.344659	30.483053	0.88	Дуб	44.9	48	10	1
2	132	50.344647	30.483012	0.88	Граб	24.1	28	8	0
2	133	50.344633	30.482990	0.88	Граб	9.2	12	8	0
2	134	50.344563	30.482913	0.88	Дуб	58.4	60	13	0
2	135	50.344553	30.482856	0.88	Граб	11.9	12	8	1
2	136	50.344490	30.482831	0.88	Граб	27.8	28	8	0
2	137	50.344479	30.482828	0.88	Липа	11.5	12	8	0
2	138	50.344482	30.482829	0.88	Граб	22.2	24	8	0
2	139	50.344417	30.482798	0.88	Дуб	88.2	92	9	0
2	140	50.344395	30.482767	0.88	Граб	16.3	20	8	0
2	141	50.344372	30.482776	0.88	Дуб	86.0	88	9	0
2	142	50.344333	30.482743	0.88	Липа	41.2	44	10	0
2	143	50.344260	30.482792	0.88	Липа	21.3	24	8	0
2	144	50.344259	30.482758	0.88	Граб	10.1	12	8	0

<i>Продовження табл.</i>									
2	145	50.344249	30.482735	0.88	Липа	15.1	16	8	0
2	146	50.344205	30.482696	0.88	Граб	8.8	12	8	0
2	147	50.344209	30.482689	0.88	Граб	25.6	28	8	0
2	148	50.344192	30.482690	0.88	Граб	29.6	32	7	0
2	149	50.344221	30.482678	0.88	Граб	41.5	44	11	0
2	150	50.344236	30.482742	0.88	Граб	24.1	28	8	0
2	151	50.344259	30.482773	0.88	Граб	32.4	36	8	0
2	152	50.344291	30.482774	0.88	Граб	22.3	24	8	0
2	153	50.344301	30.482666	0.88	Граб	14.7	16	8	0
2	154	50.344319	30.482642	0.88	Граб	20.1	24	8	0
2	155	50.344330	30.482695	0.88	Граб	17.7	20	8	0
2	156	50.344321	30.482691	0.88	Граб	18.6	20	8	0
2	157	50.344341	30.482665	0.88	Граб	30.8	32	7	0
2	158	50.344444	30.482676	0.88	Клен	44.9	48	8	0
2	159	50.344470	30.482691	0.88	Граб	33.1	36	8	0
2	160	50.344513	30.482756	0.88	Граб	22.9	24	8	1
2	161	50.344511	30.482738	0.88	Граб	18.4	20	8	0
2	162	50.344547	30.482719	0.88	Клен	50.3	52	10	0
2	163	50.344525	30.482727	0.88	Липа	36.5	40	10	0
2	164	50.344517	30.482699	0.88	Дуб	87.9	88	9	0
2	165	50.344670	30.482927	0.88	Граб	19.5	20	8	0
2	166	50.344674	30.482937	0.88	Граб	11.7	12	8	0
2	167	50.344671	30.482932	0.88	Граб	14.2	16	8	0
2	168	50.344680	30.482844	0.88	Дуб	85.0	88	9	0
2	169	50.344731	30.482765	0.88	Граб	30.4	32	7	0
2	170	50.344743	30.482808	0.88	Граб	21.9	24	8	0
2	171	50.344720	30.482854	0.88	Граб	17.2	20	8	0
2	172	50.344784	30.482939	0.88	Граб	26.1	28	8	1
2	173	50.344765	30.482977	0.88	Граб	16.0	20	8	0
2	174	50.344739	30.482937	0.88	Граб	31.9	32	7	0
2	175	50.344759	30.482942	0.88	Граб	17.4	20	8	0
2	176	50.344817	30.482775	0.88	Граб	21.1	24	8	0
2	177	50.344750	30.482808	0.88	Дуб	75.2	76	9	0
2	178	50.344768	30.482835	0.88	Граб	13.0	16	8	0
2	179	50.344778	30.482711	0.88	Граб	34.3	36	8	0
2	180	50.344778	30.482687	0.88	Граб	15.0	16	8	0
2	181	50.344730	30.482683	0.88	Граб	23.2	24	8	0
2	182	50.344714	30.482673	0.88	Граб	24.8	28	8	0
2	183	50.344711	30.482680	0.88	Граб	20.8	24	8	0
2	184	50.344692	30.482635	0.88	Липа	37.1	40	10	0
2	185	50.344615	30.482691	0.88	Граб	16.3	20	8	0
2	186	50.344587	30.482714	0.88	Граб	23.3	24	8	0
2	187	50.344567	30.482677	0.88	Граб	24.0	28	8	0
2	188	50.344509	30.482615	0.88	Дуб	45.6	48	10	1
2	189	50.344456	30.482624	0.88	Дуб	90.8	92	9	0
2	190	50.344484	30.482521	0.88	Клен	42.5	44	14	0

<i>Продовження табл.</i>									
2	191	50.344443	30.482604	0.88	Клен	45.0	48	8	0
2	192	50.344421	30.482607	0.88	Граб	17.5	20	8	0
2	193	50.344394	30.482602	0.88	Клен	53.1	56	9	0
2	194	50.344341	30.482531	0.88	Граб	19.4	20	8	0
2	195	50.344306	30.482424	0.88	Дуб	77.1	80	9	0
2	196	50.344291	30.482369	0.88	Граб	24.7	28	8	0
2	197	50.344292	30.482535	0.88	Граб	22.7	24	8	0
2	198	50.344302	30.482502	0.88	Граб	24.2	28	8	0
2	199	50.344214	30.482453	0.88	Граб	19.3	20	8	0
2	200	50.344283	30.482445	0.88	Липа	59.2	60	9	0
2	201	50.344322	30.482419	0.88	Дуб	83.4	84	9	0
2	202	50.344317	30.482423	0.88	Граб	13.6	16	8	0
2	203	50.344292	30.482387	0.88	Дуб	74.2	76	9	0
2	204	50.344335	30.482369	0.88	Граб	55.7	56	10	0
2	205	50.344338	30.482403	0.88	Граб	10.9	12	8	0
2	206	50.344399	30.482465	0.88	Граб	13.7	16	8	0
2	207	50.344428	30.482467	0.88	Граб	19.9	20	8	0
2	208	50.344440	30.482426	0.88	Граб	19.6	20	8	0
2	209	50.344382	30.482387	0.88	Дуб	75.3	76	9	1
2	210	50.344420	30.482344	0.88	Граб	22.2	24	8	0
2	211	50.344452	30.482321	0.88	Граб	12.4	16	8	0
2	212	50.344475	30.482300	0.88	Граб	26.0	28	8	0
2	213	50.344464	30.482300	0.88	Граб	19.8	20	8	0
2	214	50.344475	30.482332	0.88	Граб	26.9	28	8	0
2	215	50.344509	30.482441	0.88	Граб	12.1	16	8	0
2	216	50.344527	30.482512	0.88	Граб	13.4	16	8	0
2	217	50.344602	30.482526	0.88	Граб	20.4	24	8	0
2	218	50.344621	30.482523	0.88	Дуб	80.9	84	9	1
2	219	50.344670	30.482535	0.88	Граб	28.5	32	7	0
2	220	50.344752	30.482564	0.88	Граб	20.7	24	8	0
2	221	50.344764	30.482595	0.88	Граб	20.2	24	8	0
2	222	50.344780	30.482605	0.88	Граб	15.8	16	8	0
2	223	50.344762	30.482597	0.88	Граб	18.8	20	8	0
2	224	50.344793	30.482658	0.88	Граб	10.5	12	8	0
2	225	50.344807	30.482641	0.88	Граб	25.4	28	8	0
2	226	50.344823	30.482522	0.88	Граб	29.3	32	7	0
2	227	50.344815	30.482493	0.88	Граб	32.0	36	8	0
2	228	50.344799	30.482518	0.88	Дуб	81.2	84	9	0
2	229	50.344845	30.482477	0.88	Граб	15.1	16	8	0
2	230	50.344841	30.482479	0.88	Граб	23.0	24	8	0
2	231	50.344830	30.482404	0.88	Граб	29.7	32	7	0
2	232	50.344830	30.482324	0.88	Граб	9.6	12	8	0
2	233	50.344830	30.482325	0.88	Граб	27.9	28	8	0
2	234	50.344812	30.482328	0.88	Клен	26.9	28	7	0
2	235	50.344891	30.482206	0.88	Клен	19.4	20	9	0
2	236	50.344869	30.482142	0.88	Дуб	82.8	84	9	0

<i>Продовження табл.</i>									
2	237	50.344859	30.482127	0.88	Липа	16.9	20	8	0
2	238	50.344828	30.482046	0.88	Липа	29.5	32	7	0
2	239	50.344816	30.482136	0.88	Дуб	79.6	80	9	0
2	240	50.344796	30.482164	0.88	Клен	18.8	20	9	0
2	241	50.344790	30.482170	0.88	Граб	16.1	20	8	0
2	242	50.344792	30.482210	0.88	Граб	14.8	16	8	0
2	243	50.344797	30.482209	0.88	Липа	19.7	20	8	0
2	244	50.344797	30.482217	0.88	Липа	24.0	28	8	0
2	245	50.344788	30.482200	0.88	Граб	18.4	20	8	0
2	246	50.344777	30.482285	0.88	Клен	20.7	24	10	0
2	247	50.344760	30.482258	0.88	Липа	57.8	60	9	0
2	248	50.344758	30.482272	0.88	Граб	22.4	24	8	0
2	249	50.344751	30.482320	0.88	Граб	27.1	28	8	0
2	250	50.344716	30.482495	0.88	Граб	10.5	12	8	0
2	251	50.344697	30.482541	0.88	Липа	48.3	52	10	0
2	252	50.344681	30.482560	0.88	Дуб	85.7	88	9	0
2	253	50.344673	30.482512	0.88	Липа	25.8	28	8	0
2	254	50.344649	30.482487	0.88	Граб	20.7	24	8	0
2	255	50.344638	30.482460	0.88	Граб	15.2	16	8	0
2	256	50.344700	30.482326	0.88	Дуб	57.7	60	13	0
2	257	50.344734	30.482276	0.88	Клен	11.9	12	7	0
2	258	50.344751	30.482249	0.88	Клен	30.6	32	11	0
2	259	50.344732	30.482241	0.88	Клен	12.8	16	8	0
2	260	50.344720	30.482277	0.88	Клен	9.7	12	7	0
2	261	50.344691	30.482247	0.88	Граб	21.4	24	8	0
2	262	50.344713	30.482259	0.88	Граб	16.5	20	8	0
2	263	50.344722	30.482159	0.88	Граб	25.4	28	8	0
2	264	50.344723	30.482009	0.88	Граб	24.0	24	8	0
2	265	50.344713	30.482016	0.88	Липа	30.1	32	7	0
2	266	50.344686	30.482054	0.88	Клен	55.1	56	9	0
2	267	50.344686	30.482122	0.88	Дуб	105.7	108	9	0
2	268	50.344617	30.482049	0.88	Липа	57.8	60	9	0
2	269	50.344595	30.482065	0.88	Граб	32.8	36	8	0
2	270	50.344611	30.482135	0.88	Граб	40.9	44	11	0
2	271	50.344635	30.482139	0.88	Дуб	43.4	44	9	0
2	272	50.344605	30.482232	0.88	Клен	32.4	36	7	0
2	273	50.344623	30.482234	0.88	Дуб	90.4	92	9	0
2	274	50.344652	30.482284	0.88	Граб	25.6	28	8	0
2	275	50.344652	30.482282	0.88	Клен	13.1	16	8	0
2	276	50.344649	30.482280	0.88	Липа	59.7	60	9	0
2	277	50.344627	30.482279	0.88	Граб	12.6	16	8	0
2	278	50.344584	30.482482	0.88	Граб	27.1	28	8	0
2	279	50.344553	30.482475	0.88	Липа	16.1	20	8	0
2	280	50.344570	30.482468	0.88	Граб	22.4	24	8	0
2	281	50.344569	30.482440	0.88	Дуб	73.9	76	9	0
2	282	50.344560	30.482425	0.88	Граб	18.6	20	8	0

<i>Продовження табл.</i>									
2	283	50.344586	30.482355	0.88	Дуб	62.1	64	13	0
2	284	50.344576	30.482296	0.88	Граб	27.0	28	8	0
2	285	50.344552	30.482289	0.88	Дуб	92.4	96	9	0
2	286	50.344578	30.482255	0.88	Клен	9.9	12	7	0
2	287	50.344531	30.482214	0.88	Липа	24.2	28	8	0
2	288	50.344522	30.482214	0.88	Граб	16.3	20	8	0
2	289	50.344550	30.482141	0.88	Граб	35.8	36	8	0
2	290	50.344564	30.482092	0.88	Граб	21.0	24	8	0
2	291	50.344560	30.482042	0.88	Клен	50.4	52	10	0
2	292	50.344467	30.482218	0.88	Граб	33.0	36	8	0
2	293	50.344455	30.482164	0.88	Граб	42.7	44	11	0
2	294	50.344455	30.482212	0.88	Граб	21.5	24	8	0
2	295	50.344445	30.482242	0.88	Граб	22.8	24	8	0
2	296	50.344441	30.482245	0.88	Граб	16.6	20	8	0
2	297	50.344437	30.482240	0.88	Граб	44.9	48	11	0
2	298	50.344405	30.482179	0.88	Граб	39.1	40	10	0
2	299	50.344387	30.482143	0.88	Граб	27.6	28	8	0
2	300	50.344327	30.482237	0.88	Граб	15.2	16	8	0
2	301	50.344323	30.482222	0.88	Граб	35.0	36	8	0
2	302	50.344275	30.482174	0.88	Граб	13.2	16	8	1
2	303	50.344264	30.482193	0.88	Граб	5.9	8	7	0
2	304	50.344272	30.482186	0.88	Граб	39.5	40	10	0
2	305	50.344295	30.482163	0.88	Граб	22.1	24	8	0
2	306	50.344319	30.482016	0.88	Липа	38.0	40	10	0
2	307	50.344337	30.481977	0.88	Граб	38.2	40	10	0
2	308	50.344335	30.482005	0.88	Граб	21.6	24	8	0
2	309	50.344364	30.482025	0.88	Граб	21.9	24	8	0
2	310	50.344379	30.482088	0.88	Граб	23.0	24	8	0
2	311	50.344392	30.482077	0.88	Граб	36.6	40	10	0
2	312	50.344392	30.482079	0.88	Граб	17.5	20	8	1
2	313	50.344393	30.482062	0.88	Граб	29.2	32	7	0
2	314	50.344388	30.482032	0.88	Граб	26.9	28	8	0
3	1	50.343824	30.493000	0.44	Граб	12.0	16	8	0
3	2	50.343818	30.492988	0.44	Граб	18.8	20	8	0
3	3	50.343849	30.492862	0.44	Дуб	125.2	128	4	0
3	4	50.343853	30.492821	0.44	Клен	18.7	20	9	0
3	5	50.343830	30.492816	0.44	В'яз	33.6	36	8	0
3	6	50.343878	30.492609	0.44	Граб	66.9	68	6	0
3	7	50.343907	30.492598	0.44	Граб	32.1	36	8	0
3	8	50.343922	30.492517	0.44	Граб	11.8	12	8	1
3	9	50.343962	30.492554	0.44	Граб	12.1	16	8	0
3	10	50.343954	30.492563	0.44	Граб	23.3	24	8	0
3	11	50.343970	30.492530	0.44	Граб	12.6	16	8	1
3	12	50.343982	30.492498	0.44	Дуб	88.2	92	9	0
3	13	50.343989	30.492484	0.44	Граб	18.4	20	8	0
3	14	50.343993	30.492436	0.44	Клен	5.8	8	4	1

<i>Продовження табл.</i>									
3	15	50.343991	30.492427	0.44	Граб	20.9	24	8	0
3	16	50.343958	30.492474	0.44	Граб	10.0	12	8	1
3	17	50.343920	30.492485	0.44	Граб	11.4	12	8	0
3	18	50.343887	30.492491	0.44	Граб	12.7	16	8	0
3	19	50.343845	30.492571	0.44	Граб	48.2	52	10	0
3	20	50.343814	30.492424	0.44	В'яз	11.8	12	8	0
3	20	50.343818	30.492410	0.44	В'яз	7.0	8	7	0
3	20	50.343817	30.492407	0.44	В'яз	6.1	8	7	0
3	21	50.343820	30.492424	0.44	Граб	29.3	32	7	0
3	22	50.343835	30.492528	0.44	Граб	71.0	72	6	0
3	23	50.343810	30.492760	0.44	Граб	23.9	24	8	0
3	24	50.343816	30.492801	0.44	Граб	23.9	24	8	0
3	25	50.343813	30.492819	0.44	Дуб	101.0	104	9	0
3	26	50.343773	30.492934	0.44	Граб	14.9	16	8	0
3	27	50.343729	30.493004	0.44	Акація	36.5	40	10	0
3	28	50.343708	30.492977	0.44	Граб	21.7	24	8	0
3	29	50.343705	30.492975	0.44	Граб	29.0	32	7	0
3	30	50.343719	30.492945	0.44	Граб	20.0	24	8	0
3	31	50.343690	30.492998	0.44	Граб	13.1	16	8	1
3	32	50.343640	30.492955	0.44	Клен	31.1	32	11	0
3	33	50.343599	30.492970	0.44	Граб	26.3	28	8	0
3	34	50.343633	30.492969	0.44	Граб	17.4	20	8	0
3	35	50.343662	30.492923	0.44	Граб	26.1	28	8	0
3	36	50.343677	30.492877	0.44	Граб	21.9	24	8	0
3	37	50.343826	30.492787	0.44	Граб	14.3	16	8	0
3	38	50.343846	30.492768	0.44	Граб	20.3	24	8	0
3	39	50.343824	30.492820	0.44	Граб	73.2	76	6	0
3	40	50.343784	30.492317	0.44	Граб	52.8	56	10	0
3	41	50.343774	30.492346	0.44	Граб	37.7	40	10	0
3	42	50.343757	30.492320	0.44	В'яз	8.0	12	8	0
3	43	50.343744	30.492344	0.44	Граб	39.8	40	10	0
3	44	50.343765	30.492423	0.44	Граб	30.6	32	7	1
3	45	50.343779	30.492449	0.44	В'яз	7.6	8	7	0
3	46	50.343769	30.492464	0.44	Граб	27.9	28	8	0
3	47	50.343772	30.492517	0.44	Граб	18.6	20	8	0
3	48	50.343781	30.492547	0.44	Граб	22.7	24	8	0
3	49	50.343769	30.492564	0.44	Граб	25.0	28	8	0
3	50	50.343742	30.492616	0.44	В'яз	7.3	8	7	0
3	51	50.343723	30.492660	0.44	В'яз	5.7	8	7	0
3	52	50.343717	30.492747	0.44	В'яз	39.8	40	10	0
3	53	50.343721	30.492798	0.44	Граб	34.9	36	8	0
3	54	50.343697	30.492827	0.44	Граб	14.6	16	8	0
3	55	50.343657	30.492851	0.44	Граб	26.3	28	8	0
3	56	50.343691	30.492865	0.44	Граб	23.9	24	8	0
3	57	50.343668	30.492835	0.44	Граб	26.7	28	8	0
3	58	50.343682	30.492799	0.44	Граб	25.6	28	8	0

<i>Продовження табл.</i>									
3	59	50.343679	30.492838	0.44	Граб	14.1	16	8	1
3	60	50.343612	30.492835	0.44	Граб	21.6	24	8	0
3	61	50.343580	30.492826	0.44	Граб	18.5	20	8	1
3	62	50.343575	30.492824	0.44	Граб	14.8	16	8	1
3	63	50.343635	30.492801	0.44	Граб	25.9	28	8	0
3	64	50.343631	30.492845	0.44	Граб	44.5	48	11	0
3	65	50.343612	30.492861	0.44	Граб	21.4	24	8	0
3	66	50.343598	30.492812	0.44	Граб	19.4	20	8	0
3	67	50.343607	30.492770	0.44	Граб	17.0	20	8	0
3	68	50.343649	30.492747	0.44	Граб	17.9	20	8	0
3	69	50.343664	30.492757	0.44	Граб	14.6	16	8	0
3	70	50.343648	30.492749	0.44	Граб	17.6	20	8	0
3	71	50.343689	30.492720	0.44	Граб	23.0	24	8	0
3	72	50.343721	30.492638	0.44	Граб	23.2	24	8	0
3	73	50.343710	30.492553	0.44	Граб	19.0	20	8	0
3	74	50.343713	30.492539	0.44	Граб	16.9	20	8	0
3	75	50.343714	30.492518	0.44	Граб	22.4	24	8	0
3	76	50.343692	30.492350	0.44	Граб	35.0	36	8	0
3	77	50.343624	30.492351	0.44	Граб	25.2	28	8	0
3	78	50.343636	30.492322	0.44	Граб	10.0	12	8	1
3	79	50.343628	30.492342	0.44	Граб	15.7	16	8	0
3	80	50.343624	30.492330	0.44	Граб	24.1	28	8	0
3	81	50.343623	30.492349	0.44	Граб	28.6	32	7	0
3	82	50.343610	30.492350	0.44	Граб	32.8	36	8	0
3	83	50.343587	30.492434	0.44	Граб	45.9	48	11	0
3	84	50.343675	30.492472	0.44	Граб	14.5	16	8	0
3	85	50.343656	30.492483	0.44	Граб	34.2	36	8	0
3	86	50.343653	30.492495	0.44	Граб	27.8	28	8	0
3	87	50.343643	30.492486	0.44	Граб	22.5	24	8	0
3	88	50.343634	30.492523	0.44	Граб	17.3	20	8	0
3	89	50.343632	30.492594	0.44	Граб	20.0	24	8	0
3	90	50.343631	30.492575	0.44	Граб	30.5	32	7	0
3	91	50.343627	30.492570	0.44	Граб	32.5	36	8	0
3	92	50.343621	30.492564	0.44	Граб	20.7	24	8	0
3	93	50.343617	30.492518	0.44	Граб	15.1	16	8	0
3	94	50.343566	30.492323	0.44	Граб	29.0	32	7	0
3	95	50.343559	30.492331	0.44	Граб	16.9	20	8	0
3	96	50.343565	30.492310	0.44	Граб	16.7	20	8	1
3	97	50.343559	30.492296	0.44	Граб	13.4	16	8	0
3	98	50.343570	30.492270	0.44	Клен	4.2	8	4	0
3	99	50.343590	30.492260	0.44	Граб	13.4	16	8	1
3	100	50.343609	30.492224	0.44	Граб	23.6	24	8	0
3	101	50.343618	30.492207	0.44	Граб	13.3	16	8	1
3	102	50.343580	30.492209	0.44	Граб	15.3	16	8	1
3	103	50.343587	30.492184	0.44	Граб	21.4	24	8	0
3	104	50.343564	30.492249	0.44	Граб	15.2	16	8	0

<i>Продовження табл.</i>									
3	105	50.343562	30.492304	0.44	Граб	19.2	20	8	0
3	106	50.343533	30.492333	0.44	Граб	29.2	32	7	0
3	107	50.343516	30.492340	0.44	Граб	13.3	16	8	0
3	108	50.343509	30.492334	0.44	Граб	18.3	20	8	0
3	109	50.343531	30.492369	0.44	Граб	39.9	40	10	0
3	110	50.343532	30.492357	0.44	Граб	14.9	16	8	1
3	111	50.343540	30.492380	0.44	Граб	19.9	20	8	0
3	112	50.343551	30.492413	0.44	Граб	24.5	28	8	0
3	113	50.343549	30.492463	0.44	Граб	18.8	20	8	0
3	114	50.343529	30.492471	0.44	Граб	14.1	16	8	0
3	115	50.343520	30.492520	0.44	Дуб	90.1	92	9	0
3	116	50.343485	30.492470	0.44	Дуб	90.4	92	9	0
3	117	50.343484	30.492467	0.44	Липа	5.2	8	7	0
3	118	50.343516	30.492545	0.44	Граб	55.2	56	10	0
3	119	50.343506	30.492557	0.44	Граб	35.3	36	8	0
3	120	50.343547	30.492674	0.44	Граб	40.4	44	11	0
3	121	50.343516	30.492732	0.44	Граб	32.8	36	8	0
3	122	50.343519	30.492749	0.44	Граб	12.2	16	8	1
3	123	50.343491	30.492745	0.44	Клен	8.1	12	7	0
3	124	50.343480	30.492785	0.44	Клен	6.1	8	4	0
3	125	50.343491	30.492781	0.44	Липа	5.8	8	7	0
3	126	50.343494	30.492779	0.44	Липа	9.5	12	8	0
3	127	50.343460	30.492756	0.44	Липа	5.6	8	7	1
3	128	50.343438	30.492739	0.44	Граб	47.4	48	11	0
3	129	50.343436	30.492721	0.44	Клен	5.9	8	4	0
3	130	50.343465	30.492652	0.44	Граб	6.1	8	7	0
3	131	50.343461	30.492585	0.44	Граб	17.5	20	8	0
3	132	50.343461	30.492549	0.44	Граб	14.4	16	8	0
3	133	50.343442	30.492410	0.44	Граб	14.1	16	8	0
3	134	50.343426	30.492397	0.44	Граб	12.8	16	8	0
3	135	50.343415	30.492377	0.44	Граб	16.8	20	8	0
3	136	50.343455	30.492394	0.44	Граб	9.1	12	8	1
3	137	50.343486	30.492358	0.44	Граб	15.5	16	8	0
3	138	50.343504	30.492335	0.44	Граб	14.1	16	8	1
3	139	50.343507	30.492328	0.44	Граб	17.4	20	8	0
3	140	50.343505	30.492318	0.44	Граб	20.3	24	8	0
3	141	50.343474	30.492312	0.44	Граб	15.7	16	8	0
3	142	50.343461	30.492276	0.44	Граб	29.2	32	7	0
3	143	50.343490	30.492210	0.44	Граб	24.0	28	8	0
3	144	50.343507	30.492187	0.44	Граб	19.0	20	8	0
3	144	50.343507	30.492187	0.44	Граб	22.1	24	8	0
3	145	50.343553	30.492195	0.44	Граб	25.5	28	8	0
3	146	50.343565	30.492185	0.44	Граб	14.6	16	8	0
3	147	50.343563	30.492201	0.44	Граб	16.2	20	8	0
3	148	50.343572	30.492206	0.44	Граб	31.3	32	7	0
3	149	50.343575	30.492137	0.44	Клен	7.5	8	4	0

<i>Продовження табл.</i>									
3	150	50.343569	30.492116	0.44	Граб	25.5	28	8	0
3	151	50.343559	30.492144	0.44	Граб	27.1	28	8	0
3	152	50.343544	30.492201	0.44	Граб	22.1	24	8	0
3	153	50.343511	30.492224	0.44	Граб	28.5	32	7	0
3	154	50.343495	30.492147	0.44	Граб	23.2	24	8	0
3	155	50.343492	30.492137	0.44	Граб	25.0	28	8	0
3	156	50.343493	30.492124	0.44	Граб	29.7	32	7	0
3	157	50.343449	30.492097	0.44	Граб	32.7	36	8	0
3	158	50.343448	30.492112	0.44	Граб	19.7	20	8	0
3	159	50.343450	30.492117	0.44	Граб	16.2	20	8	0
3	160	50.343442	30.492157	0.44	Граб	12.3	16	8	1
3	161	50.343418	30.492215	0.44	Граб	13.2	16	8	0
3	162	50.343418	30.492215	0.44	Граб	18.3	20	8	0
3	163	50.343426	30.492243	0.44	Граб	16.6	20	8	0
3	164	50.343452	30.492262	0.44	Граб	16.2	20	8	0
3	165	50.343449	30.492297	0.44	Граб	24.4	28	8	0
3	166	50.343428	30.492281	0.44	Граб	21.2	24	8	0
3	167	50.343438	30.492281	0.44	Граб	21.9	24	8	0
3	168	50.343450	30.492290	0.44	Граб	13.7	16	8	0
3	169	50.343452	30.492311	0.44	Граб	25.5	28	8	0
3	170	50.343448	30.492362	0.44	Граб	15.3	16	8	0
3	171	50.343420	30.492423	0.44	Граб	20.1	24	8	0
3	172	50.343431	30.492458	0.44	Граб	28.6	32	7	0
3	173	50.343437	30.492504	0.44	Граб	40.5	44	11	0
3	174	50.343413	30.492590	0.44	Граб	48.5	52	10	0
3	175	50.343323	30.492682	0.44	Граб	39.8	40	10	0
3	176	50.343300	30.492647	0.44	Дуб	89.2	92	9	0
3	177	50.343236	30.492647	0.44	Граб	36.5	40	10	0
3	178	50.343202	30.492628	0.44	Граб	60.2	64	6	0
3	179	50.343178	30.492510	0.44	Граб	24.3	28	8	0
3	180	50.343242	30.492523	0.44	Граб	29.4	32	7	0
3	181	50.343231	30.492539	0.44	Граб	11.8	12	8	0
3	182	50.343298	30.492416	0.44	Граб	32.1	36	8	0
3	183	50.343408	30.492315	0.44	Граб	47.8	48	11	0
3	184	50.343380	30.492260	0.44	Граб	12.2	16	8	1
3	185	50.343362	30.492240	0.44	Граб	26.5	28	8	0
3	186	50.343364	30.492199	0.44	Граб	15.5	16	8	0
3	187	50.343348	30.492215	0.44	Граб	31.4	32	7	0
3	188	50.343354	30.492229	0.44	Граб	16.0	16	8	0
3	189	50.343357	30.492224	0.44	Граб	21.3	24	8	0
3	190	50.343366	30.492230	0.44	Граб	13.2	16	8	0
3	191	50.343359	30.492174	0.44	Граб	16.2	20	8	0
3	192	50.343370	30.492117	0.44	Граб	33.1	36	8	0
3	193	50.343368	30.492101	0.44	Липа	26.8	28	8	0
3	194	50.343327	30.492035	0.44	Граб	7.0	8	7	0
3	195	50.343346	30.492084	0.44	Граб	14.4	16	8	0

<i>Продовження табл.</i>									
3	196	50.343352	30.492092	0.44	Граб	13.9	16	8	0
3	197	50.343343	30.492088	0.44	Граб	15.1	16	8	0
3	198	50.343325	30.492109	0.44	Граб	7.3	8	7	1
3	199	50.343331	30.492091	0.44	Граб	18.3	20	8	0
3	200	50.343350	30.492113	0.44	Граб	12.7	16	8	0
3	201	50.343390	30.492135	0.44	Граб	19.9	20	8	0
3	202	50.343388	30.492195	0.44	Граб	17.8	20	8	0
3	203	50.343372	30.492224	0.44	Граб	6.5	8	7	0
3	204	50.343360	30.492219	0.44	Дуб	92.4	96	9	0
3	205	50.343329	30.492224	0.44	Граб	16.2	20	8	0
3	206	50.343320	30.492252	0.44	Граб	6.1	8	7	0
3	207	50.343301	30.492408	0.44	В'яз	67.8	68	7	0
3	208	50.343277	30.492403	0.44	Липа	54.7	56	11	0
3	209	50.343292	30.492327	0.44	Граб	35.1	36	8	0
3	210	50.343321	30.492304	0.44	Граб	35.8	36	8	0
3	211	50.343321	30.492304	0.44	Граб	26.5	28	8	0
4	1	50.341022	30.495010	0.29	Дуб	24.5	28	9	0
4	2	50.341030	30.494996	0.29	Клен	14.3	16	8	0
4	3	50.341039	30.495032	0.29	Дуб	45.9	48	10	0
4	4	50.341011	30.495113	0.29	Граб	10.2	12	8	0
4	5	50.341030	30.495123	0.29	Дуб	22.9	24	11	0
4	6	50.341019	30.495173	0.29	Клен	15.1	16	8	0
4	7	50.341063	30.495175	0.29	Граб	7.7	8	7	1
4	8	50.341077	30.495203	0.29	Дуб	39.7	40	8	0
4	9	50.341031	30.495265	0.29	Граб	8.3	12	8	0
4	10	50.341034	30.495270	0.29	Клен	8.8	12	7	0
4	11	50.341039	30.495302	0.29	Дуб	37.7	40	8	0
4	12	50.341119	30.495339	0.29	Дуб	23.3	24	11	0
4	13	50.341038	30.495258	0.29	Клен	9.5	12	7	0
4	14	50.341028	30.495373	0.29	Граб	6.2	8	7	2
4	15	50.341130	30.495359	0.29	Дуб	23.4	24	11	1
4	16	50.341146	30.495334	0.29	Клен	19.3	20	9	0
4	17	50.341102	30.495400	0.29	Клен	6.7	8	4	0
4	18	50.341022	30.495376	0.29	Клен	15.1	16	8	0
4	19	50.341050	30.495417	0.29	Дуб	25.1	28	9	1
4	20	50.341053	30.495424	0.29	Граб	11.1	12	8	0
4	21	50.341086	30.495457	0.29	Граб	12.7	16	8	0
4	22	50.341087	30.495456	0.29	Дуб	26.1	28	9	0
4	23	50.341217	30.495487	0.29	Дуб	31.8	32	11	0
4	24	50.341121	30.495309	0.29	Граб	6.1	8	7	2
4	25	50.341098	30.495488	0.29	Граб	12.2	16	8	0
4	26	50.341200	30.495431	0.29	Граб	10.7	12	8	1
4	27	50.341095	30.495497	0.29	Ясен	50.9	52	10	0
4	28	50.341165	30.495504	0.29	Граб	7.7	8	7	0
4	29	50.341161	30.495507	0.29	Липа	6.7	8	7	1
4	30	50.341151	30.495416	0.29	Дуб	35.9	36	8	0

<i>Продовження табл.</i>									
4	31	50.341182	30.495435	0.29	Граб	9.5	12	8	0
4	32	50.341188	30.495429	0.29	Дуб	26.0	28	9	0
4	33	50.341209	30.495434	0.29	Дуб	39.7	40	8	0
4	34	50.341210	30.495391	0.29	Клен	14.9	16	8	0
4	35	50.341184	30.495285	0.29	Клен	8.8	12	7	1
4	36	50.341143	30.495340	0.29	Клен	4.6	8	4	0
4	37	50.341124	30.495291	0.29	Клен	18.4	20	9	0
4	38	50.341165	30.495308	0.29	Клен	17.2	20	9	0
4	39	50.341165	30.495308	0.29	Липа	7.3	8	7	1
4	40	50.341068	30.495188	0.29	Дуб	24.4	28	9	0
4	41	50.341061	30.495203	0.29	Клен	12.2	16	8	0
4	42	50.341049	30.495195	0.29	Граб	9.1	12	8	0
4	43	50.341049	30.495195	0.29	Клен	5.2	8	4	1
4	44	50.341145	30.495174	0.29	Дуб	40.0	44	9	0
4	45	50.341115	30.495138	0.29	Граб	8.9	12	8	0
4	46	50.341117	30.495141	0.29	Граб	8.0	8	7	0
4	47	50.341112	30.495146	0.29	Дуб	27.9	28	9	0
4	48	50.341122	30.495131	0.29	Дуб	35.4	36	8	0
4	49	50.341082	30.495059	0.29	Липа	13.4	16	8	0
4	50	50.341074	30.495046	0.29	Клен	19.3	20	9	0
4	51	50.341075	30.495027	0.29	Липа	12.0	16	8	1
4	52	50.341087	30.494935	0.29	Липа	11.4	12	8	1
4	53	50.341182	30.495027	0.29	Клен	18.5	20	9	0
4	54	50.341168	30.495043	0.29	Дуб	45.2	48	10	0
4	55	50.341163	30.495045	0.29	Клен	15.2	16	8	0
4	56	50.341156	30.495054	0.29	Граб	9.9	12	8	0
4	57	50.341122	30.495106	0.29	Клен	8.3	12	7	0
4	58	50.341143	30.495061	0.29	Граб	7.7	8	7	1
4	59	50.341139	30.495087	0.29	Дуб	25.6	28	9	0
4	60	50.341103	30.495183	0.29	Клен	19.5	20	9	0
4	61	50.341105	30.495193	0.29	Клен	16.5	20	9	0
4	62	50.341120	30.495196	0.29	Дуб	30.2	32	11	0
4	63	50.341122	30.495204	0.29	Дуб	32.0	36	8	0
4	64	50.341126	30.495206	0.29	Дуб	40.5	44	9	0
4	65	50.341188	30.495383	0.29	Клен	21.4	24	10	0
4	66	50.341200	30.495354	0.29	Дуб	12.4	16	9	0
4	67	50.341223	30.495384	0.29	Липа	9.6	12	8	1
4	68	50.341289	30.495377	0.29	Клен	39.3	40	11	0
4	69	50.341289	30.495377	0.29	Граб	9.3	12	8	2
4	70	50.341219	30.495310	0.29	Дуб	42.6	44	9	0
4	71	50.341210	30.495220	0.29	Граб	6.5	8	7	0
4	72	50.341210	30.495216	0.29	Дуб	34.4	36	8	0
4	73	50.341210	30.495212	0.29	Граб	10.9	12	8	0
4	74	50.341230	30.495183	0.29	Граб	8.4	12	8	0
4	75	50.341236	30.495165	0.29	Дуб	25.2	28	9	0
4	76	50.341241	30.495160	0.29	Дуб	34.8	36	8	0

<i>Продовження табл.</i>									
4	77	50.341263	30.495087	0.29	Дуб	28.7	32	11	0
4	78	50.341230	30.495012	0.29	Липа	15.5	16	8	0
4	79	50.341176	30.495071	0.29	Граб	6.5	8	7	1
4	80	50.341173	30.495073	0.29	Клен	11.7	12	7	0
4	81	50.341212	30.494956	0.29	Клен	17.2	20	9	0
4	82	50.341235	30.494941	0.29	Клен	9.9	12	7	0
4	83	50.341264	30.494926	0.29	Липа	17.7	20	8	0
4	84	50.341269	30.494931	0.29	Дуб	21.8	24	11	1
4	85	50.341250	30.494951	0.29	Клен	23.1	24	10	0
4	86	50.341246	30.494957	0.29	Клен	14.8	16	8	0
4	87	50.341250	30.495145	0.29	Липа	5.1	8	7	1
4	88	50.341278	30.495189	0.29	Дуб	28.4	32	11	0
4	89	50.341282	30.495189	0.29	Клен	7.0	8	4	0
4	90	50.341282	30.495190	0.29	Дуб	29.1	32	11	0
4	91	50.341282	30.495190	0.29	Липа	14.5	16	8	1
4	92	50.341299	30.495247	0.29	Дуб	45.2	48	10	0
4	93	50.341304	30.495232	0.29	Граб	9.4	12	8	1
4	94	50.341351	30.495318	0.29	Граб	10.4	12	8	0
4	95	50.341354	30.495316	0.29	Граб	7.8	8	7	0
4	96	50.341299	30.495316	0.29	Граб	7.1	8	7	0
4	97	50.341300	30.495314	0.29	Граб	6.7	8	7	0
4	98	50.341290	30.495355	0.29	Дуб	41.3	44	9	0
4	99	50.341271	30.495412	0.29	Граб	12.6	16	8	0
4	100	50.341281	30.495292	0.29	Граб	9.0	12	8	0
4	101	50.341356	30.495406	0.29	Граб	9.7	12	8	0
4	102	50.341353	30.495356	0.29	Граб	12.2	16	8	0
4	103	50.341356	30.495361	0.29	Граб	7.4	8	7	0
4	104	50.341301	30.495402	0.29	Дуб	28.7	32	11	0
4	105	50.341328	30.495336	0.29	Клен	13.5	16	8	0
4	106	50.341299	30.495336	0.29	Граб	6.7	8	7	0
4	107	50.341301	30.495307	0.29	Граб	12.9	16	8	0
4	108	50.341293	30.495206	0.29	Клен	20.0	24	10	0
4	109	50.341268	30.495201	0.29	Дуб	38.7	40	8	0
4	110	50.341279	30.495214	0.29	Граб	7.5	8	7	0
4	111	50.341297	30.495201	0.29	Дуб	24.2	28	9	1
4	112	50.341280	30.495179	0.29	Граб	8.0	12	8	0
4	113	50.341277	30.495177	0.29	Дуб	21.8	24	11	1
4	114	50.341278	30.495173	0.29	Клен	15.9	16	8	0
4	115	50.341299	30.495140	0.29	Граб	7.3	8	7	1
4	116	50.341298	30.495136	0.29	Дуб	20.2	24	11	1
4	117	50.341285	30.495037	0.29	Клен	13.7	16	8	0
4	118	50.341308	30.494995	0.29	Дуб	43.1	44	9	0
4	119	50.341308	30.495003	0.29	Клен	19.4	20	9	0
4	120	50.341312	30.494996	0.29	Граб	5.5	8	7	1
4	121	50.341391	30.494966	0.29	Дуб	26.7	28	9	1
4	122	50.341379	30.494994	0.29	Липа	5.4	8	7	0

<i>Продовження табл.</i>									
4	123	50.341375	30.495001	0.29	Дуб	38.7	40	8	0
4	124	50.341371	30.495008	0.29	Граб	6.5	8	7	1
4	125	50.341368	30.495012	0.29	Клен	15.4	16	8	0
4	126	50.341369	30.495011	0.29	Клен	15.2	16	8	0
4	127	50.341376	30.495125	0.29	Граб	15.9	16	8	0
4	128	50.341394	30.495146	0.29	Граб	7.2	8	7	0
4	129	50.341347	30.495298	0.29	Дуб	26.6	28	9	1
4	130	50.341358	30.495290	0.29	Клен	16.1	20	9	0
4	131	50.341386	30.495348	0.29	Клен	17.0	20	9	0
4	132	50.341393	30.495363	0.29	Граб	5.2	8	7	0
4	133	50.341394	30.495369	0.29	Граб	8.1	12	8	0
4	134	50.341344	30.495421	0.29	Граб	8.1	12	8	0
4	135	50.341372	30.495399	0.29	Граб	6.3	8	7	0
4	136	50.341412	30.495366	0.29	Дуб	37.6	40	8	0
4	137	50.341461	30.495283	0.29	Граб	9.9	12	8	0
4	138	50.341459	30.495284	0.29	Клен	13.3	16	8	0
4	139	50.341453	30.495217	0.29	Дуб	40.1	44	9	0
4	140	50.341457	30.495221	0.29	Граб	8.6	12	8	0
4	141	50.341461	30.495140	0.29	Граб	7.0	8	7	0
4	142	50.341494	30.495206	0.29	Липа	8.9	12	8	1
4	143	50.341406	30.495171	0.29	Дуб	21.7	24	11	1
4	144	50.341399	30.495149	0.29	Клен	17.8	20	9	0
4	145	50.341403	30.495088	0.29	Граб	7.4	8	7	1
4	146	50.341404	30.495085	0.29	Дуб	43.8	44	9	0
4	147	50.341411	30.495055	0.29	Клен	15.3	16	8	0
4	148	50.341432	30.494999	0.29	Клен	16.6	20	9	0
4	149	50.341394	30.494910	0.29	Дуб	34.3	36	8	0
4	150	50.341422	30.494938	0.29	Клен	17.5	20	9	0
4	151	50.341449	30.495009	0.29	Дуб	33.1	36	8	0
4	152	50.341434	30.495006	0.29	Граб	8.8	12	8	1
4	153	50.341395	30.495096	0.29	Граб	10.1	12	8	0
4	154	50.341395	30.495095	0.29	Клен	9.6	12	7	0
4	155	50.341396	30.495094	0.29	Дуб	32.8	36	8	1
4	156	50.341396	30.495095	0.29	Клен	7.0	8	4	1
4	157	50.341406	30.495117	0.29	Граб	6.5	8	7	0
4	158	50.341443	30.495282	0.29	Клен	15.3	16	8	0
4	159	50.341436	30.495295	0.29	Дуб	43.0	44	9	0
4	160	50.341434	30.495298	0.29	Дуб	18.8	20	12	1
4	161	50.341431	30.495297	0.29	Граб	9.0	12	8	0
4	162	50.341500	30.495389	0.29	Граб	8.7	12	8	0
4	163	50.341543	30.495386	0.29	Дуб	23.1	24	11	1
4	164	50.341541	30.495376	0.29	Дуб	26.2	28	9	1
4	165	50.341542	30.495370	0.29	Граб	6.9	8	7	0
4	166	50.341544	30.495366	0.29	Граб	6.9	8	7	0
4	167	50.341534	30.495251	0.29	Граб	11.0	12	8	0
4	168	50.341539	30.495241	0.29	Дуб	27.1	28	9	0

<i>Продовження табл.</i>									
4	169	50.341543	30.495235	0.29	Граб	12.2	16	8	0
4	170	50.341504	30.495203	0.29	Граб	6.2	8	7	1
4	171	50.341496	30.495217	0.29	Граб	7.2	8	7	0
4	172	50.341502	30.495205	0.29	Дуб	34.7	36	8	0
4	173	50.341496	30.495095	0.29	Граб	15.8	16	8	0
4	174	50.341498	30.495090	0.29	Граб	7.9	8	7	0
4	175	50.341546	30.495157	0.29	Дуб	27.4	28	9	0
4	176	50.341494	30.495054	0.29	Липа	9.0	12	8	0
4	177	50.341502	30.495087	0.29	Клен	12.6	16	8	1
4	178	50.341499	30.495084	0.29	Клен	26.4	28	7	0
4	179	50.341474	30.494917	0.29	Дуб	38.0	40	8	0
4	180	50.341493	30.494934	0.29	Клен	16.3	20	9	0
4	181	50.341497	30.494878	0.29	Граб	6.0	8	7	0
4	182	50.341529	30.494883	0.29	Дуб	51.3	52	10	0
4	183	50.341537	30.494883	0.29	Клен	8.3	12	7	0
4	184	50.341551	30.494879	0.29	Клен	10.5	12	7	0
4	185	50.341546	30.494996	0.29	Дуб	38.8	40	8	0
4	186	50.341545	30.495122	0.29	Граб	15.0	16	8	0
4	187	50.341611	30.495092	0.29	Граб	20.0	24	8	1
4	188	50.341613	30.494952	0.29	Клен	21.6	24	10	0
4	189	50.341612	30.494948	0.29	Дуб	33.9	36	8	0
4	190	50.341617	30.494895	0.29	Клен	15.7	16	8	0
4	191	50.341605	30.494863	0.29	Дуб	30.3	32	11	0
4	192	50.341631	30.494835	0.29	Клен	9.6	12	7	0
4	193	50.341614	30.494849	0.29	Клен	7.3	8	4	1
4	194	50.341625	30.494975	0.29	Клен	16.9	20	9	0
4	195	50.341623	30.494995	0.29	Клен	10.6	12	7	0
4	196	50.341618	30.495010	0.29	Клен	7.7	8	4	0
4	197	50.341615	30.495010	0.29	Клен	7.4	8	4	1
4	198	50.341622	30.495016	0.29	Клен	6.9	8	4	0
4	199	50.341599	30.495108	0.29	В'яз	6.1	8	7	0
4	200	50.341586	30.495114	0.29	Дуб	9.6	12	6	0
4	201	50.341592	30.495171	0.29	Дуб	30.9	32	11	0
4	202	50.341593	30.495175	0.29	Клен	21.6	24	10	0
4	203	50.341512	30.495255	0.29	Клен	15.5	16	8	0
4	204	50.341507	30.495268	0.29	Граб	8.6	12	8	0
4	205	50.341585	30.495249	0.29	Дуб	32.0	32	11	0
4	206	50.341555	30.495258	0.29	Дуб	39.4	40	8	0
4	207	50.341581	30.495286	0.29	Клен	27.0	28	7	0
4	208	50.341599	30.495290	0.29	Клен	9.5	12	7	0
4	209	50.341601	30.495264	0.29	Клен	8.4	12	7	0
4	210	50.341650	30.495184	0.29	Дуб	43.1	44	9	0
4	211	50.341675	30.495119	0.29	Клен	8.5	12	7	1
4	212	50.341688	30.495174	0.29	Дуб	20.7	24	11	0
4	213	50.341649	30.495167	0.29	Клен	22.7	24	10	0
4	214	50.341695	30.495176	0.29	Клен	19.3	20	9	0

<i>Продовження табл.</i>									
4	215	50.341705	30.495098	0.29	Клен	20.2	24	10	0
4	216	50.341703	30.495087	0.29	Дуб	39.9	40	8	0
4	217	50.341669	30.495066	0.29	Клен	14.9	16	8	0
4	218	50.341668	30.495069	0.29	Клен	11.1	12	7	0
4	219	50.341667	30.495064	0.29	Клен	11.8	12	7	0
4	220	50.341654	30.495054	0.29	Дуб	41.5	44	9	1
4	221	50.341680	30.494931	0.29	Клен	22.0	24	10	0
4	222	50.341686	30.494928	0.29	Клен	21.5	24	10	0
4	223	50.341693	30.494922	0.29	Дуб	51.4	52	10	0
4	224	50.341719	30.494869	0.29	Клен	10.7	12	7	0
4	225	50.341709	30.494827	0.29	Клен	20.2	24	10	0
4	226	50.341701	30.494814	0.29	Дуб	27.4	28	9	0