

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

МАТУШЕВИЧ ЛЮБОВ МИКОЛАЇВНА

УДК 630*83:674.031.5/.9(477.41/.42)

**ПЕРВИННА ПРОДУКЦІЯ ДЕРЕВОСТАНІВ
ГОЛОВНИХ ЛІСОТВІРНИХ ПОРІД СХІДНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ
(МЕТОДОЛОГІЯ, ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ,
ДИНАМІКА)**

06.03.02 «Лісовпорядкування та лісова таксація»

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

Київ – 2021

Дисертацією є кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису
Роботу виконано у Національному університеті біоресурсів і природо-
користування України Міністерства освіти і науки України

Науковий консультант доктор сільськогосподарських наук,
професор, член-кореспондент НААН
Лакида Петро Іванович,
Національний університет біоресурсів
і природокористування України,
директор Навчально-наукового інституту
лісового і садово-паркового господарства

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор
Пастернак Володимир Петрович,
Український ордена «Знак пошани»
науково-дослідний інститут лісового господарства
та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького,
провідний науковий співробітник
лабораторії моніторингу і сертифікації лісів

доктор сільськогосподарських наук, професор
Гриник Георгій Георгійович,
Державний вищий навчальний заклад
«Національний лісотехнічний
університет України»,
професор кафедри лісової таксації
та лісовпорядкування

доктор біологічних наук
Черневий Юрій Іванович,
Прикарпатський фаховий коледж
лісового господарства та туризму,
директор

Захист відбудеться «24» вересня 2021 року о 10⁰⁰ годині на засіданні
спеціалізованої вченої ради Д 26.004.09 у Національному університеті
біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ,
вул. Героїв Оборони, 15, навчальний корпус № 3, кімната 301

З дисертацією можна ознайомитися у науковій бібліотеці Національного
університету біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041,
м. Київ, вул. Героїв Оборони, 13, навчальний корпус № 4, кімната 41а

Автореферат розіслано «21» серпня 2021 року

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

А. Г. Лашенко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Первинна продукція лісів, зокрема й основних лісотвірних порід Східного Полісся України, є виключно важливим показником для пізнання сучасного стану й функціонування лісових екосистем, глобальної оцінки їх екологічної ролі та стабілізуючого елемента стійкості кліматичних систем як усієї планети, так і окремих регіонів.

Необхідною умовою сталого ведення лісового господарства в умовах євроінтеграційних процесів, екологізації лісотаксаційної науки та дотримання Україною задекларованих міжнародних домовленостей, пов'язаних із природоохоронною тематикою, визнано дослідження основних параметрів фітомаси, мортмаси та чистої первинної продукції, які відображають продукційні та екологічні можливості лісу.

В Україні наявний значний досвід досліджень біотичної продуктивності (Лакида П. І., 2002; Колосок О. М., 2002; Петренко М. М., 2002; Матушевич Л. М., 2004; Лащенко А. Г., 2004; Васишин Р. Д., 2007; Домашовець Г. С., 2008; Блищик І. В., 2008; Білоус А. М., 2009; Миклуш С. І., 2009) та первинної продукції лісових насаджень (М'якушко В. К., 1972; Борсук Д. В., 1984; Швиденко А. З. та ін., 2014; Блищик В. І., 2014; Приліпко І. С., 2017; Лакида П. І., Приліпко І. С. та ін., 2018; Бала О. П., Лакида П. І., Матушевич Л. М. та ін., 2018), у яких апробовано різні методичні підходи до їхньої оцінки. Опубліковано систему нормативів для оцінювання компонентів надземної фітомаси дерев і деревостанів головних лісотвірних порід України (Лакида П. І., Білоус А. М. та ін., 2012; Лакида П. І., Матушевич Л. М. та ін., 2013). Водночас інформація про первинну продукцію залишається фрагментарною й досі потребує всебічного дослідження та розроблення відповідних нормативно-довідкових даних. Нині, в опублікованих матеріалах середня оцінка первинної продукції для лісових ділянок, вкритих лісовою рослинністю, може відрізнятись більше ніж у 2 рази, що вказує на доцільність її системного аналізу (Gower S. T. et al., 2001; Швиденко А. З., Щепашенко Д. Г., Ваганов Е. А. и др., 2008; Швиденко А. З. та ін., 2014; Білоус А. М. та ін., 2018).

Починаючи з минулого століття й до сьогодні, науковцями всього світу дослідженню первинної продукції лісів приділяється значна увага. Це збагатило лісівничу літературу науковими працями вказаного напрямку (Уткин А. И., 1970; М'якушко В. К., 1972; Lieth H., 1975; Clark D. A. et al., 2001; Tateno R. et al., 2004), які слугують підґрунтям для удосконалення, розширення, оновлення існуючих методик та розроблення нових методичних підходів до оцінки первинної продукції, як стабілізуючого екосистемного елемента в умовах глобальних кліматичних змін.

Розроблено значну кількість методів оцінки первинної продукції (Уткин А. И., 1982; Cramer W. et al., 1999; Швиденко А. З. и др., 2001; Уткин А. И. и др., 2003; Кнорре А. А. и др., 2005; Усольцев В. А., 2007; Ворнов М. П. и др., 2010; Ольчев А. В., 2016), проте й досі не сформовано єдиної думки стосовно принципів формування баз даних про біотичну

продуктивність лісів (Jenkins J. S. et al., 2004; Усольцев В. А., 2010), хоча вже тривалий час висловлюється стурбованість про їх якісну наповненість (Cannell M. G. R., 1989; Clark D. A. et al., 2001; Vogt K. A. et al., 1986) та недостатність інформації для екологічного моделювання (Свирежев Ю. М., 1981).

Одним із завдань національної статистичної інвентаризації лісів України стало отримання вичерпної характеристики лісових ресурсів, зокрема величини та динаміки приросту (продукції) компонентів дерев і деревостанів. Посилують та конкретизують вимоги до складу і якості наповнення інформації про ліси – ратифікація Україною низки міжнародних угод («Рамкова конвенція ООН про зміну клімату», 1992; «Паризька кліматична угода», 2015), які прямо чи опосередковано стосуються лісів та євроінтеграційна спрямованість політики держави (Швиденко А. З. та ін., 2014, 2015; Лакида П. І., Васишин Р. Д., Матушевич Л. М. та ін., 2017).

У зв'язку з викладеним, дослідження первинної продукції дерев і деревостанів головних лісотвірних порід Східного Полісся України, які розглядаються як ключове завдання у вирішенні економічних та екологічних проблем, впровадженні моніторингу довкілля з оцінкою вуглецевої та кисневої продуктивності лісової біоти території, що охоплює лівобережну частину зони Полісся України в межах поліських районів Сумської й Чернігівської областей своєчасні та актуальні. Вони забезпечують розроблення системи математичних моделей та нормативно-інформаційних матеріалів для оцінювання біотичної продуктивності й екосистемних функцій лісів, з метою впровадження механізмів реалізації принципів збалансованого ведення лісового господарства.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження за темою дисертації виконано у межах фундаментальних, прикладних та міжнародних науково-дослідних тем: «Розробити методичні основи та нормативно-інформаційне забезпечення системи комплексного обліку і використання лісових ресурсів в умовах урбанізованого середовища» (номер державної реєстрації 0110U003493, 2010–2012 рр.); «Проблеми сталого використання лісових ресурсів в умовах глобальних змін клімату» (номер державної реєстрації 0114U000651, 2014–2018 рр.); «Прикладні рішення комплексного оцінювання екосистемних функцій лісів на основі даних дистанційного зондування Землі» (номер державної реєстрації 0116U001583, 2016–2017 рр.); Міжнародного проекту ДФФД № Ф73/116 «Лісівничо-екологічний потенціал дібров Полісся в умовах зміни клімату» (номер державної реєстрації 0117U002911, 2016–2017 рр.); «Розробити нормативно-інформаційне забезпечення для оцінки енергетичного потенціалу м'яколистяних лісів Полісся України» (номер державної реєстрації 0108U001970, 2008–2010 рр.).

До виконання зазначених наукових тем здобувач залучалася як відповідальний виконавець, науковий співробітник, молодший науковий співробітник – виконавець окремих розділів.

Мета та завдання дослідження. Мета дисертаційного дослідження – теоретичне обґрунтування і практична реалізація нормативно-інформаційного

забезпечення оцінювання кількісних та якісних параметрів первинної продукції компонентів надземної фітомаси дерев і деревостанів основних лісотвірних видів (сосни звичайної, берези повислої, дуба звичайного) у насадженнях Східного Полісся України та їх екологічного потенціалу.

Для досягнення поставленої мети передбачено вирішення таких основних завдань:

- оцінити методологічні підходи та опрацювати методику оцінки первинної продукції деревостанів відповідно до досліджуваних деревних видів;
- дослідити сучасний стан вивчення первинної продукції лісів та особливості росту й розвитку соснових, березових та дубових деревостанів в умовах Східного Полісся України;
- визначити таксаційну структуру насаджень на основі повидільного банку даних «Лісовий фонд України» для Східного Полісся України;
- дослідити й оцінити якісні та кількісні параметри різних фракцій надземної фітомаси дерев і деревостанів;
- опрацювати експериментальну базу даних біопродукційних досліджень;
- розробити методику та алгоритм оцінювання первинної продукції компонентів надземної фітомаси дерев і деревостанів;
- опрацювати алгоритм оцінювання індексу площі листкової поверхні для хвойних та листяних деревостанів;
- розробити систему математичних моделей для розрахунку первинної продукції компонентів фітомаси стовбура і крони дерев сосни звичайної, берези повислої, дуба звичайного;
- розробити систему математичних моделей для розрахунку первинної продукції компонентів фітомаси стовбурів і крони соснових, березових та дубових деревостанів;
- оцінити продуктивність дерев та деревостанів сосни звичайної, берези повислої, дуба звичайного на основі математичних залежностей розрахунку первинної продукції компонентів надземної фітомаси;
- розробити нормативні таблиці оцінювання первинної продукції компонентів фітомаси надземної частини дерев і деревостанів;
- оцінити динамічний характер змін продуктивності насаджень за компонентами фітомаси та первинної продукції в лісах Східного Полісся України;
- здійснити розрахунок та оцінку індексу площі листкової поверхні для соснових, березових і дубових деревостанів.

Об'єкт дослідження – процеси росту та накопичення первинної продукції компонентами надземної фітомаси дерев і деревостанів Східного Полісся України та їхній біотичний потенціал.

Предмет дослідження – особливості формування первинної продукції компонентами надземної фітомаси дерев і деревостанів основних лісотвірних порід Східного Полісся України.

Методи дослідження. У процесі дослідження для вирішення сформульованих завдань використано сучасні загальнонаукові й спеціальні методи біометрії, лісової таксації, лісовпорядкування, деревообробки,

лісівництва, фізіології рослин та інформаційні технології. Збір дослідного матеріалу базувався на методах аналізу і синтезу даних, спостереженні, порівнянні та вимірюванні. Первинну камеральну і лабораторну обробку дослідних даних, отриманих у соснових, березових та дубових насадженнях на тимчасових пробних площах, здійснено з використанням комп'ютерного пакета Excel і прикладних програмам ПЕПТА, ZRIZ, ZRIZ-K, PLOT, GIL, PAS, FITO, RATIO, CARBON, розроблених науковцями кафедри таксації лісу та лісового менеджменту Національного університету біоресурсів і природокористування України. Пошук та узагальнення взаємозв'язків біометричних показників дерев і деревостанів, розроблення математичних моделей інтегрувало підходи статистичного, кореляційного й регресійного аналізів та методів математичного моделювання. Підбір параметрів математичних моделей у статистичній програмі IBM SPSS Statistics 22 базувався на методах описової статистики та нелінійної мінімізації суми квадратів відхилень. Точність й адекватність розроблених математичних регресійних моделей перевірено з використанням статистичних критеріїв (коефіцієнта детермінації, аналізу розподілу випадкових величин та залишків математичних рівнянь).

За інформаційну базу дисертаційного дослідження слугували дослідні дані соснових, березових і дубових деревостанів тимчасових пробних площ, закладених у Східному Поліссі України та дані повидільного банку даних «Лісовий фонд України» Українського державного проектного лісовпорядного виробничого об'єднання «Укрдержліспроект» станом на 01.01.2011 р. та на 01.01.2017 р. поліської зони Сумської і Чернігівської областей, а також монографії, наукові статті, інформаційні матеріали вітчизняних та іноземних авторів, опубліковані в періодичних виданнях.

Наукова новизна одержаних результатів. На засадах системного підходу, базуючись на репрезентативному експериментальному матеріалі, зібраному за адаптованою та розширеною в процесі досліджень лісотаксаційною методикою з використанням математико-статистичного інструментарію, досліджено первинну продукцію компонентів надземної фітомаси основних лісотвірних порід Східного Полісся України:

вперше:

- розроблено нові методи оцінки первинної продукції компонентів фітомаси стовбурів та крони дерев і деревостанів;
- запропоновано алгоритми оцінювання первинної продукції компонентів надземної фітомаси дерев і деревостанів;
- запропоновано метод обміру та оцінювання первинної продукції гілок крони дерев;
- опрацьовано методику оцінки індексу площі листкової поверхні деревостанів;
- одержано систему математичних моделей для оцінювання первинної продукції компонентів надземної фітомаси дерев і деревостанів сосни звичайної, берези повислої та дуба звичайного;
- розроблено нормативні таблиці оцінювання первинної продукції надземної частини дерев сосни звичайної, берези повислої та дуба звичайного;

– розроблено нормативні таблиці оцінювання первинної продукції деревини, кори стовбурів та гілок, листя (хвої), крони дерев у деревостанах і первинної продукції надземної частини соснових, березових та дубових деревостанів;

– отримано інформаційно-довідкові дані фракційного складу надземної фітомаси у хвойних, твердолистяних, м'яколистяних лісах лісогосподарських підприємств Східного Полісся України;

– розраховано первинну продукцію фітомаси, акумульованого вуглецю та киснепродуктивність насаджень лісогосподарських підприємств Східного Полісся України;

– визначено індекс площі листкової поверхні для соснових, березових і дубових деревостанів Східного Полісся України;

обґрунтовано:

– математичне забезпечення розрахунку обсягів первинної продукції структурних компонентів надземної фітомаси дерев сосни звичайної, берези повислої та дуба звичайного;

– математичне забезпечення розрахунку обсягів первинної продукції структурних компонентів надземної фітомаси соснових, березових та дубових деревостанів;

набули подальшого розвитку:

– методологічні засади оцінювання первинної продукції компонентів фітомаси стовбурів та крони дерев і деревостанів;

– методичні підходи до розроблення інформаційно-довідкових матеріалів оцінювання первинної продукції надземної частини дерев і деревостанів за компонентами фітомаси на основі математичних моделей;

– методичні особливості збору та обробки дослідних даних для оцінювання індексу площі листкової поверхні деревостанів.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблена система нормативно-інформаційних даних для оцінки первинної продукції компонентів надземної фітомаси дерев і деревостанів у Східному Поліссі України може бути використана в наукових дослідженнях та для вирішення лісогосподарських, ресурсознавчих й екологічних задач ведення лісового господарства у системі підприємств Державного агентства лісових ресурсів України та інших установах України.

Для практичного використання пропонуються:

– алгоритми оцінювання первинної продукції компонентів надземної фітомаси дерев і деревостанів;

– алгоритми оцінювання індексу площі листкової поверхні соснових, березових та дубових насаджень;

– математичні моделі для розрахунку абсолютного і відносного об'ємного приросту дерев сосни звичайної, берези повислої та дуба звичайного;

– математичні моделі для розрахунку абсолютного і відносного приросту за запасом соснових, березових та дубових деревостанів;

– комплекс математичних моделей оцінки компонентів надземної фітомаси та їхньої первинної продукції в абсолютно сухому стані для дерев сосни звичайної, берези повислої та дуба звичайного;

– комплекс математичних моделей оцінки компонентів надземної фітомаси та їхньої первинної продукції в абсолютно сухому стані для соснових, березових та дубових деревостанів;

– нормативні таблиці оцінювання первинної продукції стовбурової деревини і надземної частини дерев сосни звичайної, берези повислої та дуба звичайного;

– нормативні таблиці оцінювання первинної продукції стовбурової деревини, кори стовбурів, деревини й кори гілок, листя (хвої), крони дерев у деревостанах і первинної продукції надземної частини соснових, березових та дубових деревостанів;

– індекси площі листкової поверхні для соснових, березових і дубових деревостанів.

Результати дисертаційного дослідження впроваджено у виробничу діяльність лісогосподарських підприємств Сумського і Чернігівського обласного управління лісового та мисливського господарства. Окремі положення, методи, нормативно-інформаційні матеріали й висновки дисертації використовуються у навчальному процесі під час викладання дисциплін «Лісова таксація», «Спеціальні види таксації та впорядкування лісів», «Моделювання продуктивності лісів», «Інвентаризація садово-паркових об'єктів» освітньо-професійних програм підготовки фахівців освітнього ступеня «Бакалавр» і «Магістр» за спеціальностями 205 «Лісове господарство» та 206 «Садово-паркове господарство» у Національному університеті біоресурсів і природокористування України.

Особистий внесок здобувача. Дисертація є завершеною науковою працею, яку виконано на основі багаторічних наукових досліджень здобувача. Постановка проблеми, визначення мети та способи і методи її досягнення здійснено безпосередньо здобувачем. У дисертації використано власні наукові ідеї та їх практична реалізація. Особисто здійснено теоретичне узагальнення наукових положень оцінювання первинної продукції та екологічного потенціалу соснових, березових і дубових деревостанів, опрацьовано алгоритми розрахунку первинної продукції компонентів фітомаси надземної частини дерев і деревостанів основних лісотвірних порід Східного Полісся України, індексу площі листкової поверхні для соснових, березових і дубових деревостанів, оцінено первинну продукцію фітомаси, акумульованого вуглецю та киснепродуктивність насаджень лісогосподарських підприємств Східного Полісся України, виконано розрахункову частину роботи, здійснено усі узагальнення за результатами дослідження та обґрунтовано висновки.

Польові дослідження виконано за участі студентів, співробітників і здобувачів кафедри таксації лісу та лісового менеджменту Національного університету біоресурсів і природокористування України. Деякі наукові результати одержано разом зі співробітниками і здобувачами, про що свідчать спільні публікації та відповідні посилання у тексті дисертації. Крім цього, з

банку науково-дослідних даних кафедри таксації лісу та лісового менеджменту Національного університету біоресурсів і природокористування України використано експериментальні дані, зібрані за такою ж методикою під керівництвом професора П. І. Лакиди.

Апробація результатів дисертації. Основні теоретичні положення дисертації обговорено на: науково-практичних конференціях професорсько-викладацького складу Навчально-наукового інституту лісового і садово-паркового господарства Національного університету біоресурсів і природокористування України (м. Київ, 2006–2021 рр.); Міжнародній науково-практичній конференції «Лісова типологія в Україні: сучасний стан, перспективи розвитку: XI Погребняківські читання» (м. Харків, 2007 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Теоретические и прикладные аспекты рационального использования и воспроизводства недревесной продукции леса» (м. Гомель, Республіка Білорусь, 2008 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Наука о лесе XXI века» (м. Гомель, Республіка Білорусь, 2010 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Ліс, довкілля, технології: наука та інновації» (м. Київ, 2012 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Ліси, парки, технології: сьогодні та майбутнє» (м. Київ, 2013 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Біоресурси лісових та урбанізованих екосистем: відтворення, збереження і раціональне використання» (м. Київ, 2015 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Виклики XXI століття та їхнє вирішення у лісовому комплексі й довкіллі» (м. Київ, 2015 р.); Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 85-річчю Інституту лісу Національної академії наук Білорусі (м. Гомель, Республіка Білорусь, 2015 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми лісового сектору та садово-паркового господарства» (м. Київ, 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Нові технології в геодезії, землевпорядкуванні, лісовпорядкуванні та природокористуванні» (м. Ужгород-Синевир, 2016 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції, приуроченій до 50-річчя Українського науково-дослідного інституту гірського лісівництва імені П. С. Пастернака та 10-річчя кафедри лісознавства Прикарпатського національного університету «XIV Погребняківські читання» (м. Івано-Франківськ, 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Здоров'я лісів, екосистемні послуги та лісові продукти для суспільства» (м. Київ, 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Ліси Східної Європи у світі, що змінюється» (м. Київ, 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Стале управління лісовим комплексом та збалансований розвиток урболандшафтів» (м. Київ, 2018 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Addressing Ecological and Social Challenges for Forests and Forest Management» (м. Київ, 2018 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми розвитку лісової таксації, лісовпорядкування та інвентаризації лісів» (м. Київ, 2018 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Перспективи розвитку екосистемного менеджменту у лісовому комплексі та садово-парковому господарстві» (м. Київ, 2019 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Відновлення,

охорона й збереження рослинного світу лісів України в умовах техногенного навантаження та змін клімату» (м. Київ, 2019 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Лісівнича освіта і наука: стан, проблеми та перспективи розвитку України» (м. Малин, 2019 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Теперішнє та майбутнє лісів екотону середніх широт» (м. Київ, 2021 р.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 75 наукових праць, з яких 5 монографій, 26 статей у наукових фахових виданнях України, у тому числі включених до міжнародних наукометричних баз даних, стаття у науковому виданні іншої держави, 2 статті в інших наукових виданнях України, 2 авторських свідоцтва, довідник, 2 наукові рекомендації, 36 тез наукових доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація містить анотації, вступ, шість розділів, висновки, пропозицій виробництву, список використаних джерел (615 найменувань) та додатки окремим томом. Загальний обсяг дисертації становить 692 сторінки. Основна частина дисертації містить 89 таблиць і 66 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Розділ 1 «Сучасний стан дослідження первинної продукції лісів». Біотична продуктивність лісів це досить складний, комплексний і масштабний предмет дослідження, що потребує вивчення її складових. Вона визначається кількістю деревини та інших чинників, які нагромаджуються за період життя фітоценозу (Базилевич Н. И., 1993) та змінюються залежно від природних зон, кліматичних факторів, лісорослинних умов та видового складу деревостанів (Дылис Н. В. и др., 1964; Дылис Н. В., Носова Л. М., 1977; Усольцев В. А., Кричун В. М., 1982; Усольцев В. А., 1997; Лакида П. І., 2002; Лакида П. І., Матушевич Л. М., 2006; Пастернак В. П., 2009, 2011; Лакида П. І., Білоус А. М., Василишин Р. Д., 2010; Черневий Ю. І., Третяк П. Р., 2010; Лакида П. І., Білоус А. М. та ін., 2012; Гриник Г. Г., 2013; Гриник Г. Г., Задорожний А. І., 2018).

Нині переважній більшості досліджень притаманний інвентаризаційний характер, за зосередження на оцінці сучасних запасів вуглецю наземних екосистем. Однак, такий підхід не забезпечує глибини деталізації біопродукційного процесу: накопичення фітомаси в лісах лише частково відображає продукційний процес, не розкриваючи повністю механізм формування біотичної продуктивності та відповідно – динаміки вуглецю (Букша І. Ф., Пастернак В. П., 2005).

Тому оцінка чистої первинної продукції основних лісотвірних порід України стає необхідною частиною для побудови глобальних і регіональних бюджетів вуглецю з метою подальшого моделювання динаміки атмосферно-біосферних зв'язків при різних кліматичних сценаріях (Уткин А. И., 1995; Замолодчиков Д. Г., Уткин А. И., 2000).

Первинна продукція виступає індикатором, який відображає особливості стану та функціонування лісових екосистем. Вона, поряд із гетеротрофним диханням, відіграє важливу роль у кругообізі вуглецю між екосистемами й атмосферою, визначаючи ступінь впливу рослинності на глобальний вуглецевий бюджет, та, будучи кліматично зумовленою, є об'єктивним кількісним показником реакції екосистем на кліматичні зміни (Хржановский В. Г. и др., 1986; Кучерявий В. П., 2001; Швиденко А. З. и др., 2007).

Сучасна біосферна роль лісів у підтриманні екологічного середовища з погляду безпеки для людини оцінюється на основі математичного моделювання. Накопичено значну кількість методичних підходів із моделювання, проте для оцінки точності отриманих результатів ще й досі існує необхідність створення бази вихідних фактичних даних про запаси фітомаси й первинної продукції для кожного лісотвірного деревного виду, який зростає в різних лісорослинних умовах і кліматичних зонах, від чого залежить результат модельних і прогнозованих оцінок біосферних функцій лісів (Усольцев В. А., 2010).

У сучасному світі становлять цікавість не лише дослідження стовбурової деревини, а й оцінка фітомаси та первинної продукції за фракціями, роль яких в екологічній оцінці лісів надзвичайно важлива, особливо для розрахунку їх впливу на глобальний вуглецевий цикл.

Запас і поточний приріст слугують основними таксаційними показниками, які в більшості випадків відносяться до стовбурової деревини (Лиєпа И. Я., 1967; Тауринь Я. К., 1969; Анучин Н. П., 1982; Усольцев В. А., Нагимов З. Я., 1988; Строчинский А. А. и др., 1992; Цурик Є. І., 2008; Усольцев В. А., 2007, 2020; Гірс О. А. та ін., 2013; Sopushynskyy I. et al., 2017; Миронюк В. В. та ін., 2019). У процесі фотосинтезу змінюється поточний приріст запасу деревостану (головний показник продуктивності) та запас компонентів фітомаси (Лиєпа И. Я., 1967, 1980; Ващук Л. Н., Швиденко А. З., 2006).

Як виявилось, на території України нині відсутні значні дослідження первинної продукції окремих деревних видів дерев і деревостанів, а також загальної первинної продукції лісів. Так, серед науковців оцінювання первинної продукції в лісах України проводили В. К. М'якушко (1972, 1978); Д. Ф. Танцюра (1969, 1973, 1985); Д. В. Борсук (1984); А. З. Швиденко та ін. (2008, 2014); П. І. Лакида, Л. М. Матушевич, В. І. Блищик та ін. (2011, 2012, 2013, 2018); Р. Д. Василишин та ін. (2011); А. М. Білоус, В. В. Миронюк та ін. (2018); у березових лісах Чернігівського Полісся І. С. Приліпко (2017).

Дослідження первинної продукції основних лісотвірних видів Східного Полісся України надають нову інформацію про стан біопродукційного процесу лісів досліджуваного регіону, розширюють методичні підходи до оцінки первинної продукції й забезпечують нормативними таблицями оцінювання первинної продукції компонентів надземної фітомаси дерев і деревостанів сосни звичайної, берези повислої та дуба звичайного.

Розділ 2 «Умови та особливості росту лісів у Східному Поліссі України». За фізико-географічним районуванням до Східного Полісся України відносяться дві фізико-географічні області: Чернігівське Полісся та Новгород-Сіверське Полісся (Гнатів П. С. та ін., 2012; Дідух Я. П., Шеляг-Сосонко Ю. Р., 2003).

Природно-кліматичні й лісорослинні умови Полісся, зокрема Східного Полісся України, сприятливі для зростання високопродуктивних хвойних, твердолистяних і м'яколистяних порід. У лісах Українського Полісся, крім сосни звичайної, поширені дуб звичайний, береза повисла і пухнаста, вільха клейка (чорна), осика та граб, трапляються й інші деревні види (Генсірук С. А., 2002).

У досліджуваному регіоні під сосновими лісами знаходяться здебільшого порівняно бідні дерново-слабопідзолисті різного ступеня зволоження піщані, а також торф'янисто-глейові та торфові ґрунти. Соснові ліси, які зростають у свіжих, свіжуватих, сирих і вологих умовах, утворюють високопродуктивні фітоценози, а там, де переважають дуже сухі, сухі і мокрі умови, – низькопродуктивні насадження (Поварніцин В. О., 1959; Пастернак П. С. та ін., 1976; Мякушко В. К., 1978).

Інтенсивність росту сосни залежить від лісорослинних умов, складу насаджень, густоти, господарських заходів тощо (Мулярчук С. О., 1970; Воробьев Г. И., 1986; Щепотьев Ф. Л., 1990; Генсірук С. А., 2007). Сосна маловимоглива до температурних умов, інтенсивно росте за умов теплого літа й холодної зими, тобто в умовах континентального клімату (Погребняк П. С., 1968).

Кліматичні та ґрунтово-типологічні лісорослинні умови Східного Полісся України оптимальні або наближені до таких умов для зростання сосни звичайної (Лавриненко Д. Д., 1960; Мякушко В. К., 1978). Тут вона найбільшою мірою представлена деревним видом, який поширений майже в усіх типах лісорослинних умов (Лакида П. І., Матушевич Л. М., 2013).

Сучасне поширення дубових лісів на території України, в тому числі Східного Полісся України, є результатом їх довговічного розвитку під дією значної кількості факторів, які по-різному вплинули на формування дібров на різних етапах філогенезу (Жуков А. Б., 1949; Білоус В. І., 2009; Гвоздяк Р. И., 1993). У кожному окремому регіоні місцеві діброви вважаються найпродуктивнішими та найстійкішими.

Дубові ліси на Поліссі, де переважають бідні та середні за вмістом поживних речовин ґрунти, охоплюють найродючіші серед соснових насаджень та утворюють переважно мішані та складні лісостани. У досліджуваному регіоні дубові ліси поширені на дерново-слабопідзолистих піщаних, супіщаних і суглинистих ґрунтах. Зустрічаються спорадично, у вигляді невеликих за площею насаджень (Поварніцин В. О., 1959; Лавриненко Д. Д., 1965; Гвоздяк Р. И. и др., 1993; Білоус В. І., 1999, 2009; Гордієнко М. І. та ін., 1999).

Варто зауважити, що дубові насадження надзвичайно важливі як у народногосподарському, так й екологічному аспекті не лише для досліджуваного регіону, а й для всіх регіонів України, де вони зростають,

оскільки для них притаманні високі водоохоронні, водорегулюючі, ґрунтозахисні та протиерозійні властивості (Вороб'єв Г. І. і др., 1985; Білоус В. І., 1999; Генсірук С. А., 1999; Ходаш А. М., 2010; Лакида П. І., Бала О. П., Матушевич Л. М. та ін., 2018).

У Східному Поліссі серед основних лісотвірних видів береза повисла знаходиться на другому місці, зважаючи на її беззаперечне значення у формуванні лісових фітоценозів. Так, береза заселяє вирубки, пустирі, згарища, антропогенні вирубки першою, де формуються чисті насадження, до яких із часом домішуються інші супутні породи (Литвак П. В., Ткачук В. І., 1988; Пархоменко Л. І., 2011; Матушевич Л. М., 2013).

Серед різноманіття деревних видів, які утворюють насадження Східного Полісся України, до домінуючих відносяться сосна звичайна, береза повисла та дуб звичайний. Тому звідси в регіональній оцінці первинної продукції лісів цього регіону вони потребують особливої уваги.

Розділ 3 «Методологічні підходи і методи дослідження приросту та первинної продукції лісів Східного Полісся». Методологія дисертаційного дослідження первинної продукції деревостанів головних лісотвірних порід Східного Полісся України за компонентами надземної фітомаси ґрунтується на комплексному системному підході, поєднанні таксаційних і біометричних засад, теоретичному узагальненні та методах математичної статистики й моделювання.

Наукові дослідження поєднують у собі використання різноманітних методів і форм наукового пізнання – аналіз, синтез, спостереження, експеримент, математичне моделювання та спеціалізовані методи лісової таксації, лісовпорядкування, лісівництва, фізіології рослин та біометрії.

За основу збору дослідних даних використано методику П. І. Лакиди (2002), яка вирізняється оригінальним та новітнім підходом до практичного використання, баченням проведення польових і камерально-лабораторних робіт. Вона розроблена з дотриманням усіх вимог загальноприйнятої лісотаксаційної методики.

Пошук та узагальнення взаємозв'язків між біометричними показниками дерев і деревостанів, розроблення математичних моделей інтегрувало підходи статистичного, кореляційного й регресійного аналізів та методів математичного моделювання. Точність і адекватність розроблених моделей перевірено з використанням статистичних критеріїв та оцінки залишків рівнянь.

Дослідження первинної продукції лісотвірних порід Східного Полісся України базуються на основі вивчення біотичної продуктивності лісів за компонентами фітомаси. Експериментальні дослідження ґрунтуються як на суто таксаційних розробках (Никитин К. Е., 1966; Савич Ю. Н., 1962; Строчинский А. А., 1992; Швиденко А. З., 1981), так і на спеціальних біометричних прийомах (Лакида П. І., 1990, 1993).

Методи визначення первинної продукції дерев і деревостанів, засновані на вимірюваннях їхньої фітомаси у часі, поділяють на дві групи, які відрізняються тим, що в одних їхня продукція визначається у реальному часі росту насаджень, в інших оцінюється ретроспективно (за річними

кільцями). В обох групах залишається не врахованою різниця між первинною продукцією (яка частково може відпадати) і поточним приростом компонентів фітомаси. Оскільки величина цього відпаду впродовж року достатньо мала, то нею нехтують і віддають перевагу наявній продукції (поточному приросту фітомаси) (Усольцев В. А., Залесов С. В., 2005; Лакида П. І., Матушевич Л. М., Блищик В. І., 2012).

Методика обробки модельних дерев на пробній площі для визначення первинної продукції дерев і деревостанів значно складніша, порівняно з методикою оцінки тільки наявної в ньому фітомаси (Лакида П. І., 2002; Усольцев В. А., Залесов С. В., 2005; Лакида П. І., Матушевич Л. М., 2006). Тому, поряд із цим, постає необхідність розроблення нових методичних підходів до оцінювання біотичної продуктивності лісів, які зможуть забезпечити збір експериментальних даних необхідної точності та детальності для оцінки первинної продукції не тільки компонентів фітомаси стовбурів, а й компонентів фітомаси крони дерев.

У запропонованому алгоритмі оцінювання первинної продукції компонентів надземної фітомаси дерев закладено специфіку її розрахунку (рис. 1). Згідно з такою визначаються показники об'єму стовбура у корі та без кори, а також абсолютного та відносного поточного приросту деревини стовбура за об'ємом. Переведення об'ємних показників у масу здійснюється через значення середньої базисної щільності деревини та кори стовбурів і гілок дерев досліджуваних деревних видів. Первинна продукція стовбурової деревини розраховується як добуток поточного приросту деревини на її середню базисну щільність.

Річний приріст кори стовбура та деревини і кори гілок дерев обчислюється за відсотком поточного об'ємного приросту, визначеного для деревини стовбура, умовно прийнявши, що приріст рівномірно відбувається в усіх компонентах фітомаси (крім листя або хвої) дерева. Первинна продукція кори стовбурів та деревини і кори гілок дерев розраховується аналогічно, як і деревина стовбура. Продукція (маса) листя (хвої) зі свіжозрубаного стану в абсолютно сухий переводиться через вміст у них абсолютно сухої речовини. Для хвойних порід первинну продукцію становить хвоя 1-го року, її масу в свіжозрубаному стані отримано із фракції деревної зелені через встановлений відсоток.

Розроблений алгоритм оцінювання первинної продукції компонентів фітомаси деревостанів майже аналогічний як і для окремих дерев (рис. 2). Він відрізняється лише тим, що для компонентів фітомаси окремих дерев первинна продукція визначається через поточний приріст стовбурової деревини за об'ємом, а для компонентів фітомаси деревостанів через поточний приріст за запасом з урахуванням відповідних показників базисної щільності деревини та кори стовбурів і гілок дерев.

Дослідження первинної продукції деревини та кори стовбурів і гілок крони дерев деревостану здійснювалося через оцінку їх абсолютного поточного приросту за запасом з урахуванням середньої базисної щільності відповідних компонентів.

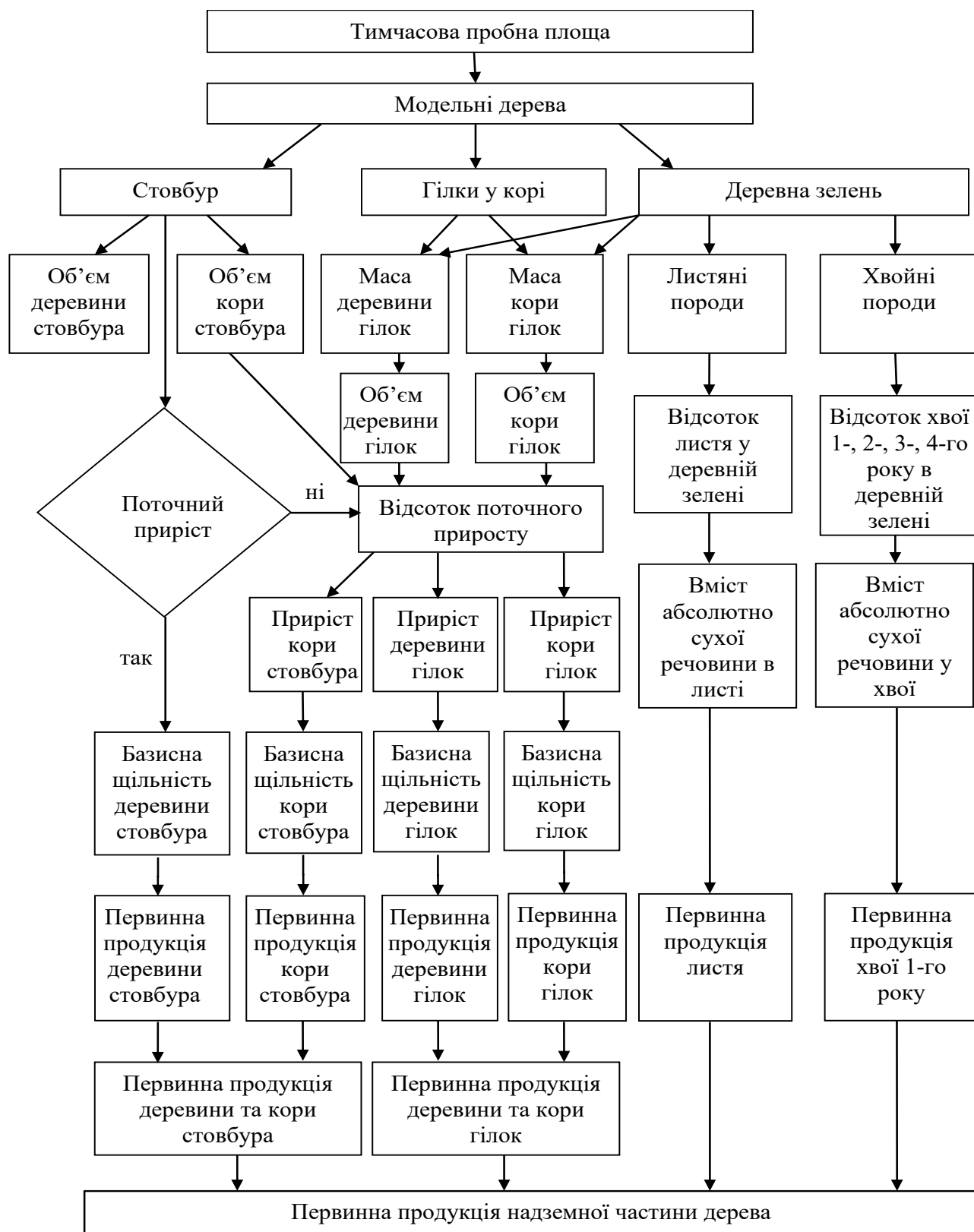


Рис. 1. Алгоритм оцінювання первинної продукції компонентів надземної фітомаси дерев

Запропоновано методику послідовного збору та обробки дослідних даних із визначення індексу площі листової поверхні (рис. 3).

Для оцінки площі листової поверхні дуба звичайного та берези повислої використано метод висічок встановленої площі. Відповідно до цього

з відібраних модельних гілок модельних дерев відділялося листя, з якого за допомогою ручного пробника (металева трубка певного діаметра із загостреним краєм) бралися висічки з листків. Використовували пробники діаметром 14 мм або 9 мм, які дозволяють отримати висічку з листя площею відповідно 153,9 або 63,6 мм².

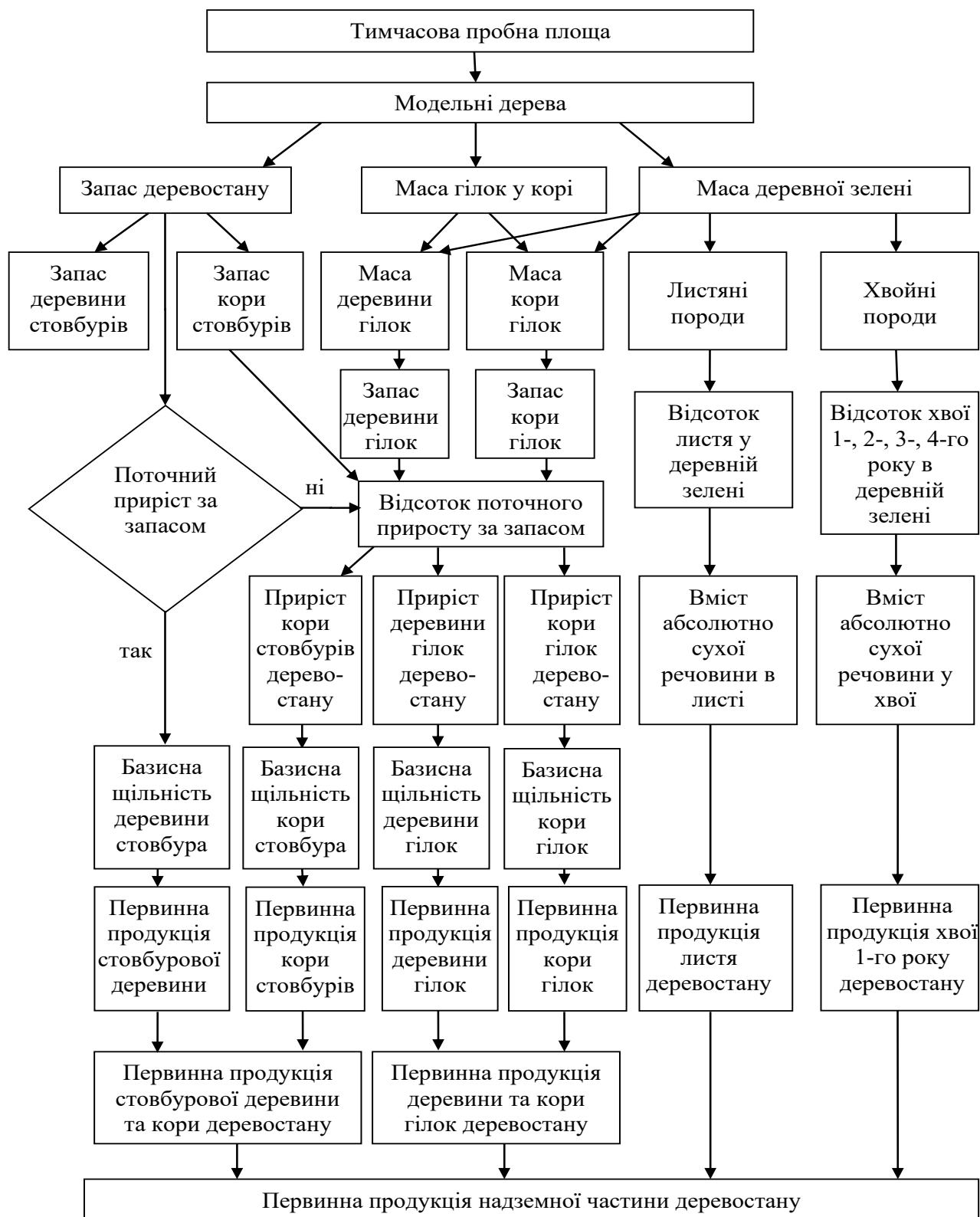


Рис. 2. Алгоритм оцінювання первинної продукції компонентів надземної фітомаси деревостанів

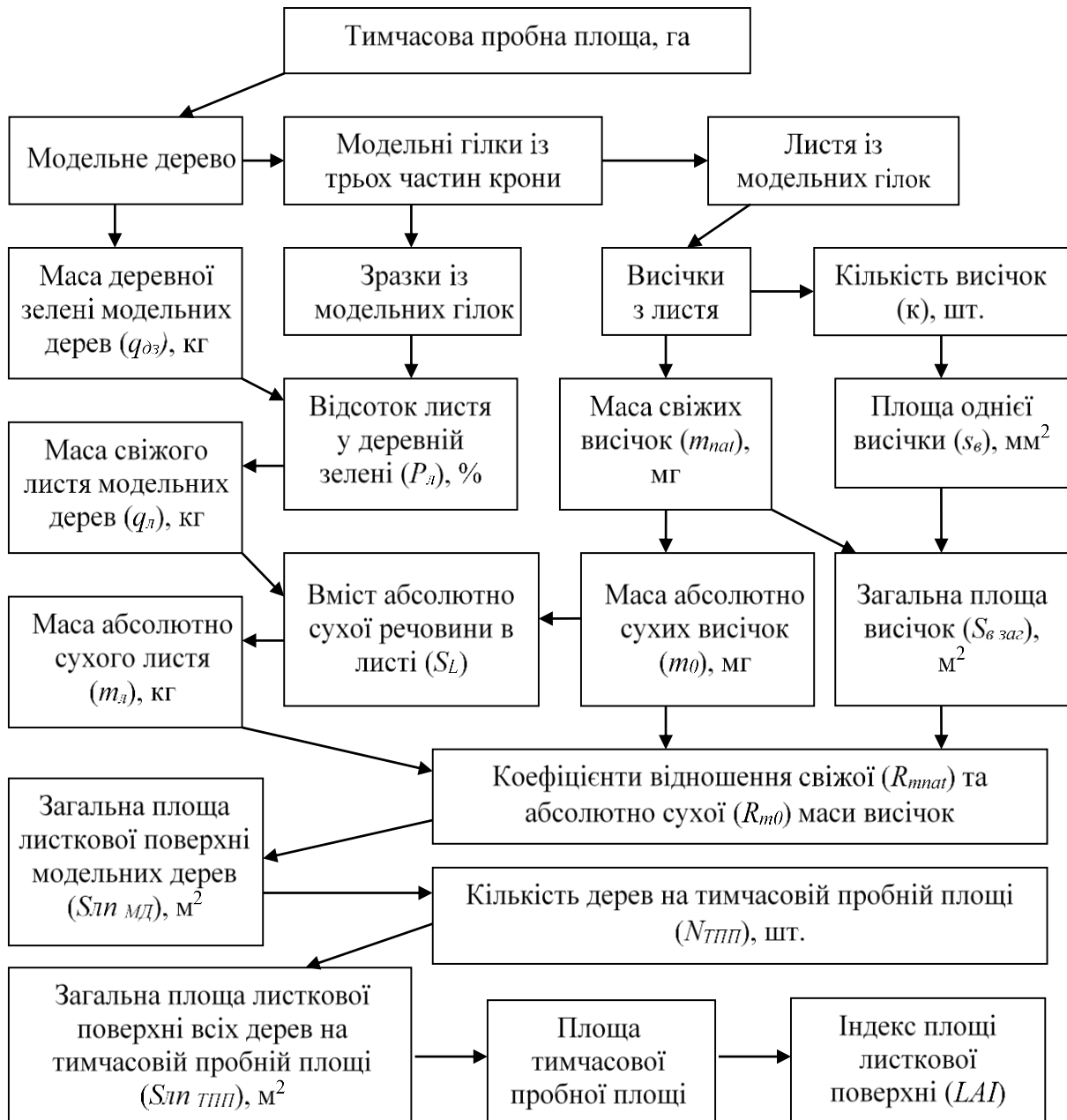


Рис. 3. Схема послідовного збору та обробки дослідного матеріалу для оцінки індексу листкової поверхні дубових та березових насаджень

Загальну площу листкової поверхні розраховано з використанням загальної маси листя в абсолютно сухому і свіжозрубаному стані та коефіцієнта відношення абсолютно сухої та свіжої маси висічок листкової поверхні до площі листкової поверхні.

Розрахунок індексу площі листкової поверхні потребує значної кількості трудомісткої й копіткої праці, яка вимагає чіткого й послідовного дотримання методики збору та обробки інформації. Аналогічну схему застосовано й для оцінки індексу площі листкової поверхні соснових насаджень. Їх відмінність полягає в тому, що для сосни звичайної оцінювалася площа бічної поверхні для хвої кожного року життя на дереві.

Якщо у листяних деревних видів (дуб звичайний, береза повисла) прийнято оцінювати площу односторонньої поверхні листових пластинок і всі наземні методи не викликають, як правило, непорозумінь, то для шпилькових деревних видів (сосна звичайна), зазвичай, оцінюють повну листову поверхню, методичні підходи до оцінки якої значно різняться між собою. У дослідженні площу бічної поверхні хвої сосни звичайної визначено за формулою Дж. Д. Джонсона (Johnson J. D., 1984), яка адаптована до методики оцінки компонентів надземної фітомаси дерев і деревостанів хвойних порід України та передбачає використання ксилметричного методу.

Запропоновану методику оцінки індексу площі листової поверхні використано під час досліджень первинної продукції дубових і березових насаджень Східного Полісся України (Матушевич Л. М., Лакида П. І., 2014, 2018; Лакида П. І., Матушевич Л. М., 2015).

Розділ 4 «Інформаційне та експериментальне забезпечення досліджень біотичної продуктивності лісів Східного Полісся України». За лісівничо-таксаційною характеристикою повидільного банку даних «Лісовий фонд України» для Східного Полісся України проаналізовано розподіл площі й кількість виділів усіх державних підприємств лісового господарства, віднесених до поліської зони, зокрема: у Сумській області три підприємства (ДП «Свеське ЛГ», ДП «Середино-Будське ЛГ», ДП «Шосткинське ЛГ»), у Чернігівській області одинадцять підприємств (ДП «Борзнянське ЛГ», ДП «Городнянське ЛГ», ДП «Добрянське ЛГ», ДП «Корюківське ЛГ», ДП «Ніжинське ЛГ», «Новгород-Сіверська ЛНДС», ДП «Новгород-Сіверське ЛГ», ДП «Остерське ЛГ», ДП «Семенівське ЛГ», ДП «Холминське ЛГ», ДП «Чернігівське ЛГ»).

У лісовому фонді Східного Полісся України головними деревними видами визнані сосна звичайна, яка становить 70,4 % загальної площі, береза повисла – 11,0 %, дуб звичайний – 8,7 %, на інші деревні види в сукупності припадає 9,9 % (табл. 1).

Таблиця 1

Розподіл площі та кількості виділів лісового фонду Східного Полісся України за головними деревними видами

Видова назва головних деревних видів	Кількість виділів, шт.	Площа, га	Від загальної площі, %
Сосна звичайна	63921	237557,0	70,4
Береза повисла	15123	37143,9	11,0
Дуб звичайний	8633	29212,9	8,7
Інші деревні види	12600	33471,0	9,9
Разом	100277	337384,8	100

Вказані деревні види в регіоні досліджень формують високопродуктивні насадження (рис. 4): соснові, в основному, I (51 %), I^a (29 %), рідше вищих (4,8 %) класів бонітету; березові – II (33,0 %), I (31,2 %), часто I^a (17,4 %) та I^b (10,5 %) класів бонітету; дубові – II (56,9 %) та I (24,1 %), рідше низькопродуктивні III (15,4 %) класів бонітету. Характеризуються досліджувані насадження наявністю площ в усіх класах віку до віку стиглості та більше.

Вікова структура насаджень нерівномірна. Стосовно соснових насаджень найбільшу площу спостерігають у VIII (26,8 %), березових – у V (20,6 %), дубових – у VII–VIII класах віку.

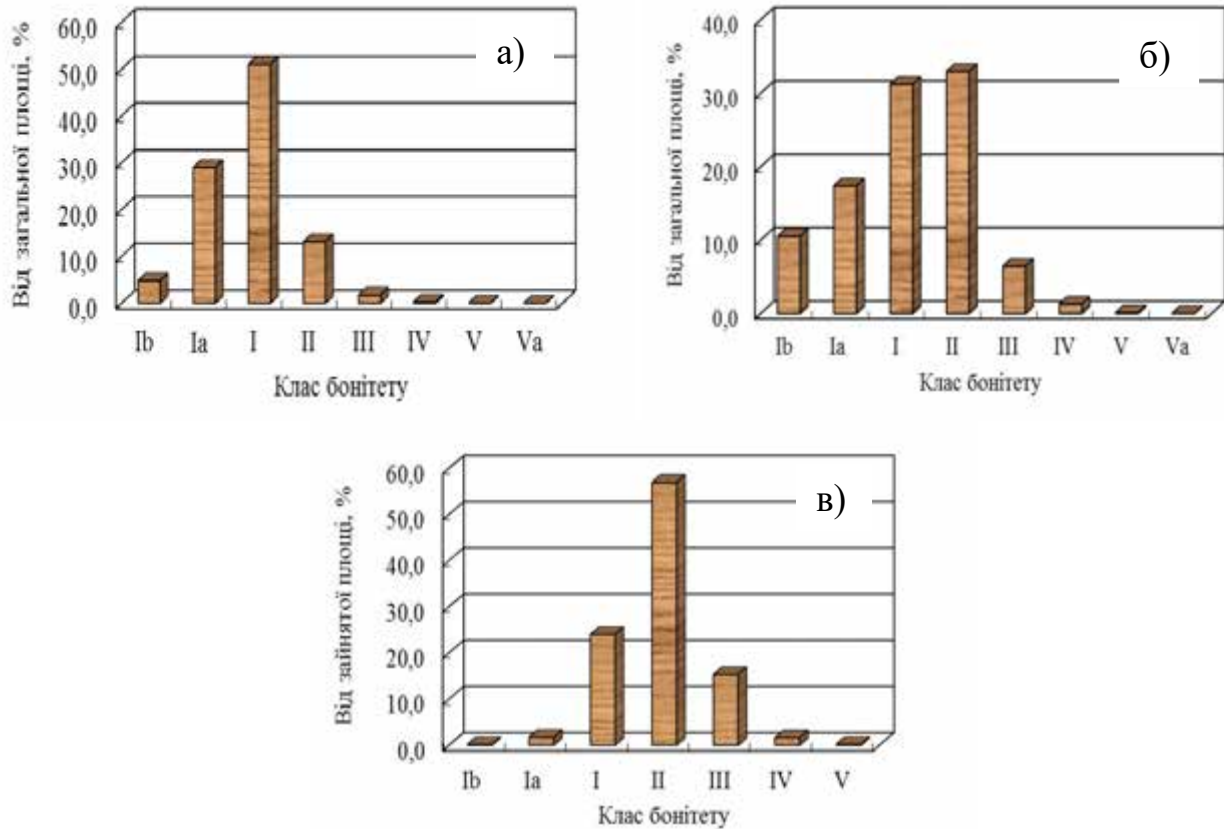


Рис. 4. Розподіл площі насаджень Східного Полісся України за класами бонітету, %: а) соснові; б) березові; в) дубові

Для дослідження первинної продукції основних лісотвірних видів Східного Полісся України використано експериментальний матеріал, зібраний під час польових робіт численними науковцями, зокрема й особисто здобувачем. Всі тимчасові пробні площі знаходяться на території Сумської та Чернігівської областей, які відносяться до зони Східного Полісся. У соснових насадженнях закладено 80 тимчасових пробних площ; березових – 52 тимчасові пробні площі, серед них 2 тимчасові пробні площі із суцільною рубкою й обмірюванням усіх модельних дерев на ділянці та одна постійна пробна площа; дубових – 5 тимчасових пробних площ (табл. 2).

Таблиця 2

Кількість тимчасових пробних площ за областями поліської зони

Область	Деревостани			Разом
	соснові	березові	дубові	
Чернігівська	44	44	5	93
Сумська	36	8	–	44
Усього	80	52	5	137

На тимчасових пробних площах зрубано й обміряно: у соснових насадженнях 900 модельних дерев, з яких 226 модельних дерев

із пофракційною оцінкою компонентів надземної фітомаси та 674 модельних дерева без оцінки фітомаси крони; у березових насадженнях 403 модельних дерев, усі дерева з пофракційною оцінкою компонентів надземної фітомаси; у дубових насадженнях 69 модельних дерев, з яких 63 модельних дерева із пофракційною оцінкою компонентів надземної фітомаси та 6 модельних дерев без оцінки фітомаси крони (табл. 3).

Таблиця 3

**Кількість модельних дерев,
зрубаних на тимчасових пробних площах за деревними видами**

Деревний вид	Кількість модельних дерев		Разом
	з оцінкою фітомаси	без оцінки фітомаси	
Сосна звичайна	226	674	900
Береза повисла	403	–	403
Дуб звичайний	63	6	69
Усього	692	680	1372

Зібрані дослідні дані пробних площ у соснових, березових і дубових насадженнях забезпечують їх наявність для всіх класів віку від молодняків до стиглих насаджень. Для всіх досліджуваних деревних видів це переважно молодняки та середньовікові насадження. Зазвичай, вони є чистими сосновими, березовими й дубовими насадження, або з незначною домішкою у складі (від 1-го до 3-х одиниць) інших порід. Насадження тимчасових пробних площ характеризуються як високо-, середньо- та низькопродуктивні. У соснових і березових насадженнях найбільшу кількість тимчасових пробних площ закладено у свіжих суборах, у дубових – у свіжих сугрудах (рис. 5). Саме в цих типах лісорослинних умов вони найпоширеніші в регіоні досліджень.

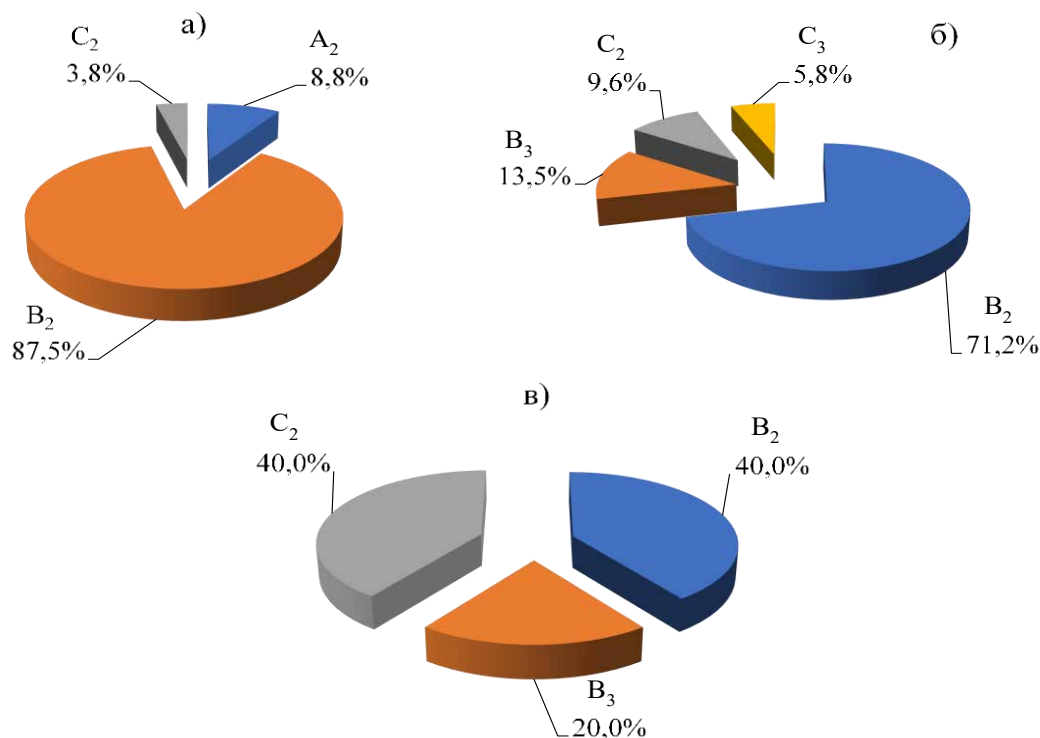


Рис. 5. Розподіл тимчасових пробних площ за типами лісорослинних умов у насадженнях, %: а) соснових; б) березових; в) дубових

Проаналізована нормативно-довідкова база для оцінки росту й продуктивності соснових, березових і дубових насаджень не дає можливості отримати повну інформацію для оцінки первинної продукції дерев та деревостанів досліджуваного регіону.

Розділ 5 «**Моделювання первинної продукції основних лісотвірних порід у Східному Поліссі України**». Моделювання таксаційних показників дерев і деревостанів основних лісотвірних видів (сосни звичайної, берези повислої, дуба звичайного) Східного Полісся України вимагає чіткого розподілу дослідних даних на статистично обґрунтовані структурні елементи, що в подальшому дасть змогу побудувати більш достовірні моделі для оцінки та прогнозування динаміки їх первинної продукції. Для з'ясування однорідності зібраного дослідного матеріалу, виявлення закономірностей розподілу досліджуваних показників, забезпечення адекватності й коректності математичних моделей зв'язку проводився статистичний та кореляційний аналіз даних.

Встановлення тісноти зв'язку між величинами таксаційних показників модельних дерев сосни звичайної, берези повислої і дуба звичайного шляхом обчислення коефіцієнтів кореляції, показало наявність переважно значної, високої та дуже високої тісноти зв'язку між усіма досліджуваними показниками модельних дерев досліджуваних деревних видів й дещо слабшу тісноту зв'язку цих показників із повнотою насаджень.

Для пошуку найбільш інформативних і логічних факторів впливу на результативну ознаку детально вивчався абсолютний та відносний поточний об'ємний приріст, як основа оцінювання первинної продукції для усіх надземних компонентів фітомаси дерев. З цією метою для показників об'ємного приросту, крім статистичного та кореляційного, здійснено ще й графоаналітичний аналіз їхньої залежності від морфометричних ознак дерева з розробленням математичних моделей (рис. 6).

У цілому, абсолютний поточний об'ємний приріст сосни звичайної зі збільшенням віку та діаметра, а також висоти дерев та відносної повноти насаджень зростає. Стосовно значення поточного об'ємного приросту відзначають мінливість у межах фіксованих залежних змінних. Особливо значне варіювання поточного об'ємного приросту спостерігається у дерев одного віку та при однаковій повноті насаджень. Відносний поточний об'ємний приріст сосни звичайної зі збільшенням віку, діаметра, висоти дерев та відносної повноти насаджень, навпаки, спадає. При фіксованих значеннях цих показників суттєво знижується мінливість відносного об'ємного приросту для віку, несуттєво для висоти модельних дерев та повноти насаджень, дещо підвищується для діаметра модельних дерев. Аналогічна залежність від віку, діаметра та висоти дерев, порівняно до сосни звичайної, встановлена щодо абсолютного та відносного поточного об'ємного приростів модельних дерев берези повислої та дуба звичайного.

Багатоваріантний пошук регресійних рівнянь показав, що найбільш інформативними і практично доступними для оцінки абсолютного (z_v) та відносного (p_v) поточного приросту деревини стовбурів сосни звичайної,

берези повислої та дуба звичайного виявилися моделі із включенням до їхнього складу віку (a), діаметра (d) та експоненти від віку дерев, за коефіцієнтів детермінації (R^2) 0,82–0,99 (табл. 4).

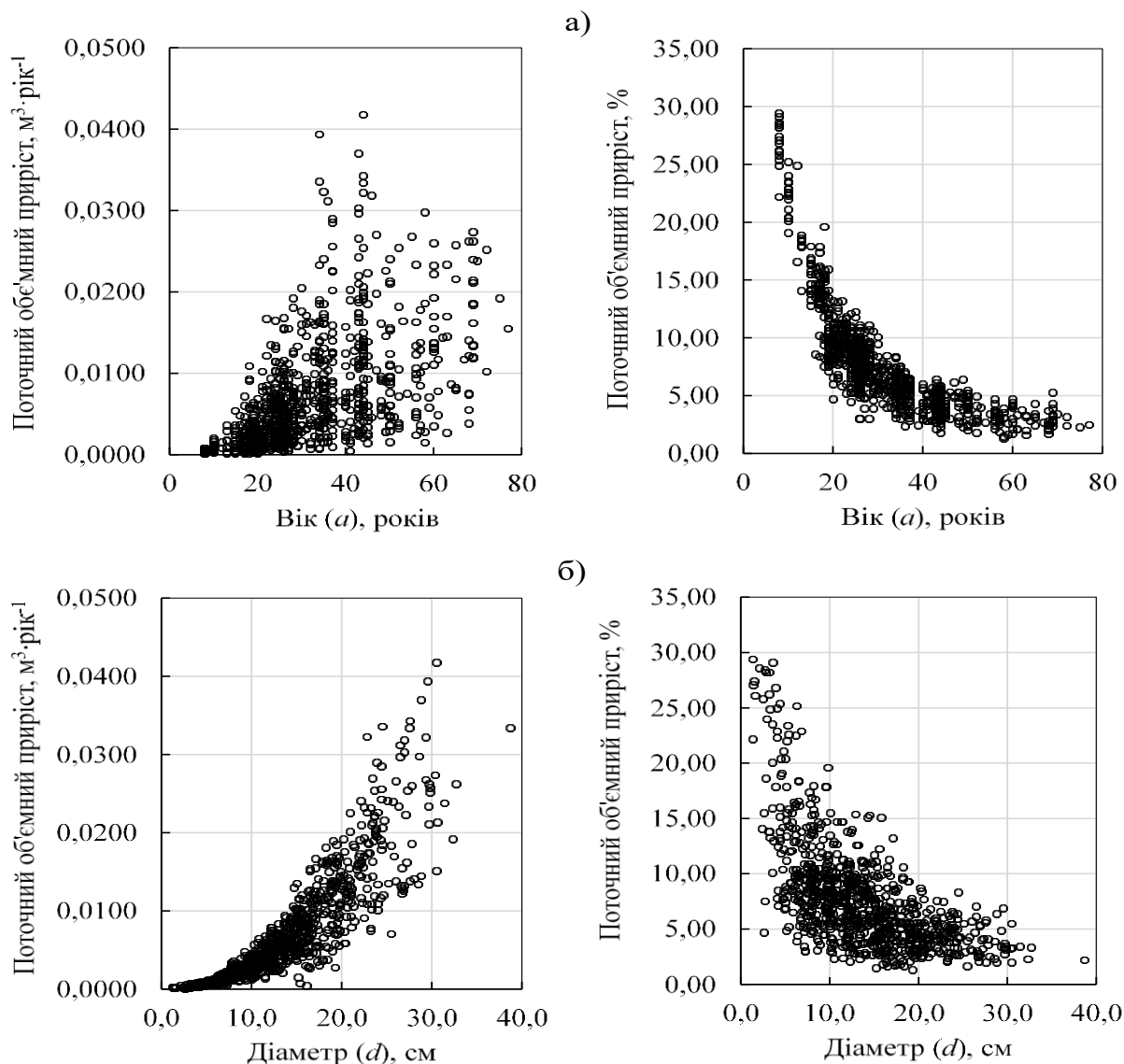


Рис. 6. Залежність абсолютного (м³·рік⁻¹) та відносного (%) поточного об'ємного приросту модельних дерев сосни звичайної від: а) віку; б) діаметра

Обчислені за рівняннями абсолютний і відносний поточні прирости деревини стовбурів дерев досліджуваних видів порівнювалися з фактичними, шляхом накладання таких на графік та оцінюванням їхніх залишків, що підтвердило адекватність залежної змінної.

Ілюстрація зміни абсолютного поточного об'ємного приросту деревини стовбурів підтверджує коректність вибраних моделей: абсолютний поточний об'ємний приріст з віком зростає і, досягнувши свого максимуму, спадає (рис. 7). Вік дерев, у якому спостерігається максимальний абсолютний поточний об'ємний приріст деревини стовбура істотно залежить від деревного виду, походження, продуктивності деревостану, типу лісорослинних умов та лісорослинної зони, в якій вони зростають.

Моделі для оцінки абсолютного і відносного поточного об'ємного приросту деревини стовбурів дерев

Номер моделі	Вид моделі	Коефіцієнт детермінації (R^2)
Сосна звичайна		
1	$z_v = a^{-1,593} \cdot d^{2,667} \cdot \exp(-5,775 - 25,619/a)$	0,89
2	$p_v = a^{-1,368} \cdot d^{0,115} \cdot \exp(6,332 - 2,372/a)$	0,89
Береза повисла		
3	$z_v = a^{-1,285} \cdot d^{1,521} \cdot \exp(-3,468 - 36,949/a)$	0,82
4	$p_v = a^{-1,250} \cdot d^{-0,326} \cdot \exp(7,398 - 15,260/a)$	0,84
Дуб звичайний		
5	$z_v = d^{2,027} \cdot \exp(-10,617 - 6,493/a)$	0,99
6	$p_v = a^{-0,979} \cdot d^{-0,122} \cdot \exp(6,027 - 7,550/a)$	0,95

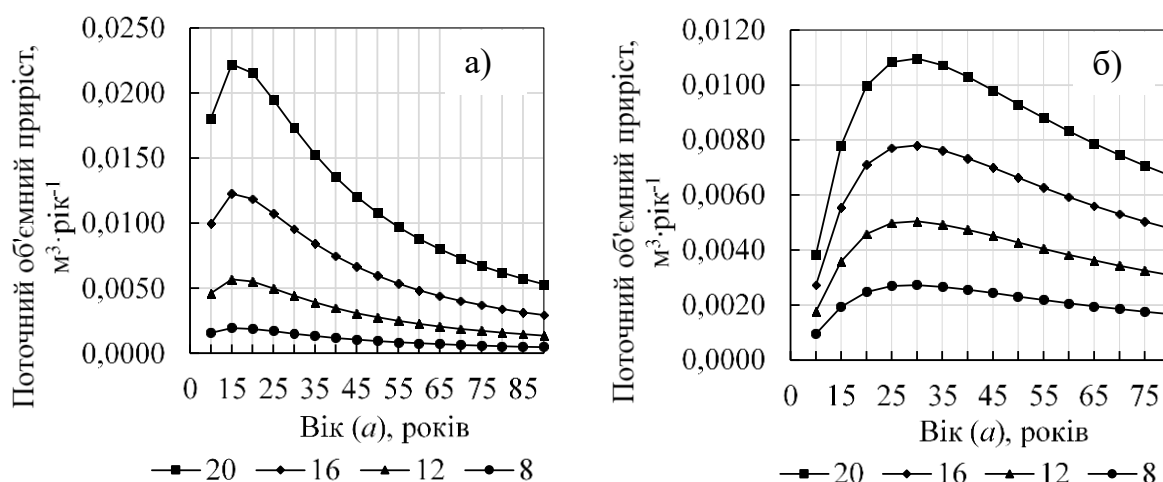


Рис. 7. Характер зміни абсолютного поточного приросту деревини стовбурів дерев залежно від віку та діаметра (20, 16, 12, 8 см): а) сосни звичайної; б) берези повислої

Первинна продукція деревини стовбура визначалась як добуток показника поточного об'ємного приросту деревини на її середню базисну щільність. При цьому показники поточного об'ємного приросту деревини стовбурів оцінювалися залежно від віку та діаметра дерев за раніше наведеними моделями: сосни звичайної (1); берези повислої (3); дуба звичайного (5). Переведення показників абсолютного поточного об'ємного приросту деревини стовбурів у первинну продукцію здійснювалося через нормативне значення середньої базисної щільності деревини стовбура. Показники первинної продукції стовбурової деревини сосни звичайної характерно змінюються від двох аналізованих аргументів (віку та діаметра), що відповідає закономірностям зміни абсолютного поточного приросту за об'ємом (табл. 5).

Аналогічний характер змін притаманний і первинній продукції стовбурової деревини берези повислої та дуба звичайного.

Таблиця 5

Первинна продукція стовбурової деревини дерев сосни звичайної, кг·рік⁻¹

Вік, років	Діаметр стовбура дерева на висоті 1,3 м, см											
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
10	0,11	0,31	0,67	1,21	–	–	–	–	–	–	–	–
15	0,13	0,38	0,82	1,49	2,43	–	–	–	–	–	–	–
20	–	0,37	0,80	1,45	2,35	3,55	–	–	–	–	–	–
25	–	0,34	0,72	1,31	2,13	3,21	–	–	–	–	–	–
30	–	–	0,64	1,16	1,89	2,85	4,07	–	–	–	–	–
35	–	–	–	1,03	1,67	2,52	3,60	4,93	–	–	–	–
40	–	–	–	–	1,48	2,23	3,19	4,36	5,78	7,45	–	–
45	–	–	–	–	1,32	1,99	2,84	3,88	5,15	6,63	8,37	–
50	–	–	–	–	–	1,78	2,54	3,48	4,61	5,94	7,49	9,27
55	–	–	–	–	–	–	2,29	3,13	4,15	5,34	6,74	8,34
60	–	–	–	–	–	–	2,07	2,83	3,75	4,84	6,10	7,55
65	–	–	–	–	–	–	–	2,58	3,41	4,40	5,55	6,87
70	–	–	–	–	–	–	–	2,36	3,12	4,02	5,07	6,28
75	–	–	–	–	–	–	–	–	2,86	3,69	4,66	5,76
80	–	–	–	–	–	–	–	–	2,64	3,40	4,29	5,31
85	–	–	–	–	–	–	–	–	2,44	3,15	3,97	4,92
90	–	–	–	–	–	–	–	–	2,27	2,92	3,69	4,56

Встановлено, що у досліджуваному діапазоні віку та діаметра дерев первинна продукція стовбурової деревини сосни звичайної змінюється від 0,1 до 14,5 кг·рік⁻¹, берези повислої від 0,16 до 7,92 кг·рік⁻¹, дуба звичайного від 0,03 до 40,3 кг·рік⁻¹.

Первинна продукція кори стовбурів дерев визначалася як добуток об'єму кори на відсоток поточного об'ємного приросту деревини стовбура, умовно прийнявши, що приріст рівномірно генерується в усіх компонентах фітомаси дерева.

Об'єм кори стовбура (v_k) модельних дерев розраховувався за різницею об'єму стовбура у корі та без кори, а потім здійснювався пошук математичної залежності об'єму кори стовбура від основних таксаційних показників дерев – віку, діаметра на висоті 1,3 м та висоти (табл. 6).

Таблиця 6

Моделі для визначення об'єму кори стовбурів дерев

Номер моделі	Вид моделі	Коефіцієнт детермінації (R^2)
Сосна звичайна		
7	$v_k = 78,198 \cdot 10^{-5} \cdot d^{2,001}$	0,92
Береза повисла		
8	$v_k = 5,184 \cdot 10^{-5} \cdot a^{0,429} \cdot d^{1,788}$	0,93
Дуб звичайний		
9	$v_k = 1,330 \cdot 10^{-4} \cdot a^{0,156} \cdot d^{1,842}$	0,96

Ступінь варіювання величини фітомаси й первинної продукції окремих компонентів дерев різна: менше всього мінлива продукція стовбурів, тоді як значною мінливістю характеризується фітомаса і продукція гілок та листя (хвої). Показники фітомаси й первинної продукції крони важко піддаються обліку та прогнозуванню їхньої динаміки (Лакида П. І., Матушевич Л. М., 2006; Лакида П. І., Матушевич Л. М., Блищик В. І., 2012).

Для оцінювання первинної продукції компонентів крони, якими є деревина, кора гілок та листя (хвоя) дерев, відповідно до методики, використовувалися визначені в процесі досліджень показники їхньої маси, об'єму, природної й базисної щільності деревини та кори гілок, а також відносний поточний приріст деревини стовбура за об'ємом. Як результат, отримано моделі для оцінки маси деревини гілок (m_d^{zin}), кори гілок (m_k^{zin}), маси листя (m_l), хвої ($m_{xв}$) в абсолютно сухому стані (табл. 7).

Таблиця 7

**Моделі оцінки маси деревини, кори гілок та листя (хвої)
в абсолютно сухому стані**

Номер моделі	Вид моделі	Коефіцієнт детермінації (R^2)
Сосна звичайна		
10	$m_d^{zin} = a^{1,375} \cdot d^{2,271} \cdot \exp(-11,343 + 46,189/a)$	0,86
11	$m_k^{zin} = 0,017 \cdot a^{-0,754} \cdot d^{2,538}$	0,84
12	$m_{xв} = 0,081 \cdot a^{-0,986} \cdot d^{2,699}$	0,72
Береза повисла		
13	$m_d^{zin} = 0,006 \cdot d^{2,659}$	0,80
14	$m_k^{zin} = 0,001 \cdot a^{0,439} \cdot d^{2,359}$	0,80
15	$m_l = 0,020 \cdot d^{1,708}$	0,58
Дуб звичайний		
16	$m_d^{zin} = d^{3,216} \cdot \exp(-7,318 + 14,418/d)$	0,88
17	$m_k^{zin} = d^{4,292} \cdot \exp(-12,425 + 22,144/d)$	0,96
18	$m_l = 0,002 \cdot a^{0,353} \cdot d^{2,104}$	0,65

Первинну продукцію кори стовбурів, кори та деревини гілок дерев у процесі досліджень визначали через відсоток поточного об'ємного приросту деревини стовбура. Значення останнього, які використовувалися в оцінюванні первинної продукції цих компонентів фітомаси, обчислювалися також залежно від віку та діаметра за раніше наведеними моделями: сосни звичайної (2); берези повислої (4); дуба звичайного (6). Послідовність розрахунку первинної продукції цих компонентів надземної фітомаси здійснювалася відповідно до запропонованої методики за визначеним алгоритмом.

Для листяних порід первинну продукцію листя становить їх маса в абсолютно сухому стані, яка визначається шляхом множення маси листя у свіжозрубаному стані на вміст абсолютно сухої речовини в листі. Тут

показники маси листя (хвої) в абсолютно сухому стані розраховано за знайденими в процесі досліджень математичними моделями: хвої сосни звичайної (12); берези повислої (15); дуба звичайного (18). Вхідними параметрами в моделях оцінки маси листя (хвої) сосни звичайної і дуба звичайного є вік та діаметр, у берези повислої – діаметр дерева. Масу хвої першого року у свіжозрубаному стані знайдено за моделлю її відсотка (P_{x61}) у фракції деревної зелені (19):

$$P_{x61} = 100,889 \cdot a^{-0,197}.$$

Розроблено нормативні таблиці первинної продукції надземної частини дерев сосни звичайної, берези повислої та дуба звичайного (фрагмент для берези повислої наведено в табл. 8).

Таблиця 8

Первинна продукція надземної частини дерев берези повислої, кг·рік⁻¹

Вік, років	Діаметр стовбура дерева на висоті 1,3 м, см											
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
10	0,52	1,00	1,61	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15	0,72	1,38	2,18	3,13	4,22	5,42	–	–	–	–	–	–
20	–	1,56	2,47	3,52	4,72	6,06	7,52	–	–	–	–	–
25	–	–	2,55	3,65	4,89	6,26	7,76	9,39	11,13	–	–	–
30	–	–	2,55	3,64	4,86	6,22	7,71	9,32	11,05	12,90	14,85	–
35	–	–	2,49	3,55	4,75	6,07	7,53	9,10	10,79	12,58	14,49	16,50
40	–	–	–	–	4,60	5,89	7,29	8,81	10,44	12,19	14,03	15,98
45	–	–	–	–	4,44	5,68	7,03	8,50	10,08	11,76	13,53	15,41
50	–	–	–	–	–	5,47	6,78	8,20	9,71	11,33	13,05	14,86
55	–	–	–	–	–	–	6,53	7,90	9,36	10,93	12,57	14,32
60	–	–	–	–	–	–	–	7,63	9,03	10,54	12,14	13,82
65	–	–	–	–	–	–	–	–	8,73	10,18	11,73	13,36
70	–	–	–	–	–	–	–	–	8,45	9,86	11,36	12,93
75	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9,56	11,00	12,54
80	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	12,18

Первинна продукція надземної частини дерев сосни звичайної, берези повислої та дуба звичайного розраховувалася як сума первинної продукції деревини стовбура, кори стовбура, деревини і кори гілок та продукції листя (хвої) відповідно до алгоритму її оцінювання. На обсяги накопичення первинної продукції окремими компонентами надземної фітомаси впливають біологічні відмінності досліджуваних деревних видів, кожному з яких притаманні свої особливості росту й розвитку та формування складових компонентів фітомаси стовбура і крони дерев, що відображається у їх первинній продукції.

Встановлено, що у типових лісорослинних умовах Східного Полісся України середньовікове дерево сосни звичайної (50 років) у надземній частині може накопичувати первинної продукції 15,22 кг·рік⁻¹, берези повислої (35 років) – 16,50 кг·рік⁻¹, дуба звичайного (55 років) – 21,26 кг·рік⁻¹.

Порівняння первинної продукції стовбурової деревини сосни звичайної, берези повислої та дуба звичайного свідчить, що продукція, визначена через поточний об'ємний приріст стовбурів культур соснилісів України і Молдови («Нормативно-справочные материалы...», 1987), для різних значень діаметра при сталому поточному прирості за діаметром 0,32 см, досить близька до аналогічних значень первинної продукції стовбурової деревини, отриманої за даними досліджень у Східному Поліссі України (рис. 8).

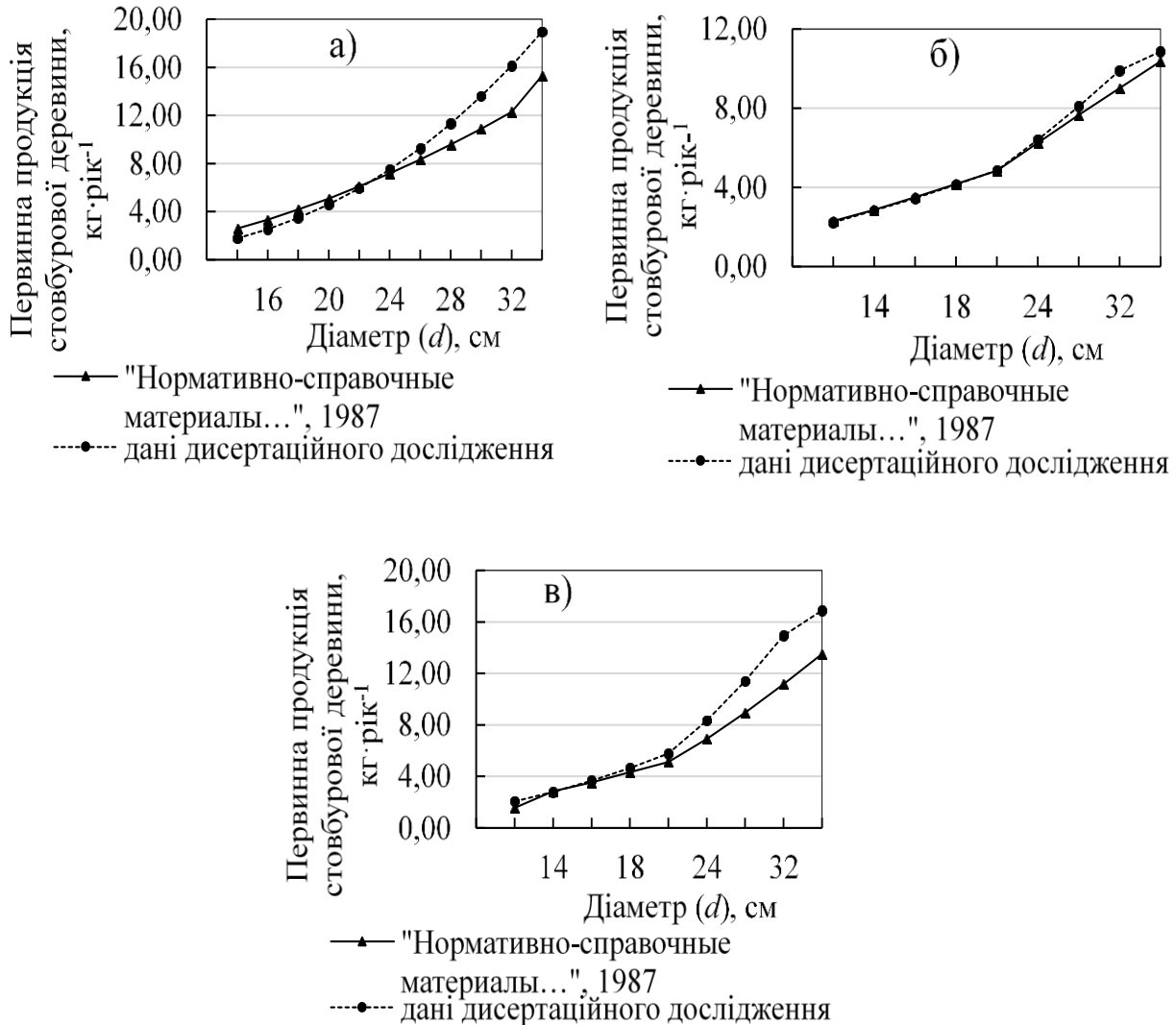


Рис. 8 Порівняння первинної продукції стовбурової деревини, визначеної за «Нормативно-справочные материалы...» (1987) з даними дисертаційного дослідження: а) сосна звичайна; б) береза повисла; в) дуб звичайний

Близькі результати досліджень первинної продукції стовбурової деревини берези повислої для березових деревостанів Чернігівського Полісся, яке входить до складу Східного Полісся України, отримані І. С. Приліпко (2017), порівняння на рис. 9. Відмінність значень порівнюваних показників можна пояснити ширшим діапазоном досліджень та більшою кількістю дослідних даних, а також іншим видом моделі, використаної в даній роботі. Загальний же характер зміни порівнюваних даних первинної продукції стовбурової деревини берези повислої однаковий – спадний.

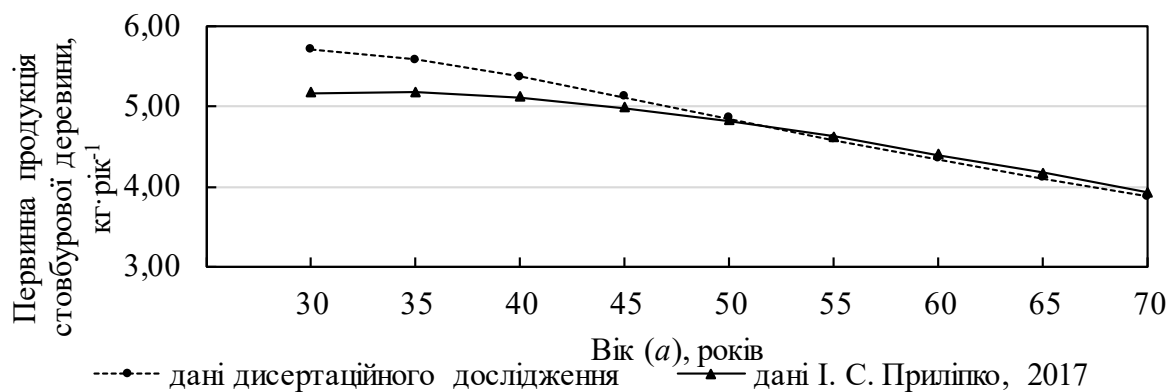


Рис. 9. Первинна продукція стовбурової деревини берези повислої за даними дисертаційного дослідження та даними І. С. Приліпко (2017)

У лісах Східного Полісся України серед досліджуваних деревних видів у надземній частині найбільше накопичують первинної продукції дерева дуба звичайного, найменше сосни звичайної, середній показник між ними припадає на березу повислу. Слід зауважити, що первинна надземна продукція порівнюваних деревних видів у молодому віці досить близька, різниця зростає зі збільшенням віку дерев.

Розділ 6 «**Первинна продукція та прогноз її динаміки основних лісотвірних порід Східного Полісся України**». Статистики досліджуваних таксаційних показників соснових, дубових та березових деревостанів, як і статистики для модельних дерев, різні з неоднаковим їх розподілом за окремими ознаками. Нормальний розподіл значень у натуральних величинах забезпечений для показників віку, діаметра, висоти дерев та відносної повноти насаджень. Інші досліджувані показники наближаються до нормального розподілу значень лише у логарифмічних величинах.

Кореляційна матриця таксаційних показників соснових, дубових та березових деревостанів показала наявність високого ($r > 0,70$) та дуже високого ($r > 0,91$) прямого зв'язку майже з усіма досліджуваними показниками. Переважно високий, але обернений, кореляційний зв'язок усіх показників виявлено з відсотком поточного приросту за запасом.

Моделювання абсолютного (Z_M^{nm}) та відносного (P_M^{nm}) поточних приростів за запасом соснових, березових та дубових деревостанів здійснювалося за алгоритмом подібним як і для окремих дерев (табл. 9). Найбільш адекватними для оцінювання абсолютного і відносного поточного приросту за запасом відібрано регресійні моделі, до складу яких входить вік (A), запас у корі (M) та експонента від віку деревостану.

Для побудови нормативних таблиць оцінки первинної продукції стовбурової деревини дубових деревостанів використано модель (24), яка найбільш коректно описує залежну змінну. Встановлено, що абсолютний поточний приріст за запасом, обчислений за отриманим рівнянням (24) для дубових деревостанів Східного Полісся України має тенденцію змін, наближену до нормативних даних поточної зміни запасу (Кашпор С. М., Строчинський А. А., 2013).

**Моделі для оцінки абсолютного
та відносного поточного приросту за запасом**

Номер моделі	Вид моделі	Коефіцієнт детермінації (R^2)
Соснові деревостани		
20	$Z_M^{nm} = A^{-2,167} \cdot M^{0,856} \cdot \exp(6,567 - 36,437 / A)$	0,75
21	$P_M^{nm} = 329,660 \cdot A^{-1,201} \cdot M^{0,036}$	0,87
Березові деревостани		
22	$Z_M^{nm} = A^{-1,160} \cdot M^{0,699} \cdot \exp(2,729 - 9,963 / A)$	0,58
23	$P_M^{nm} = A^{-0,859} \cdot \exp(4,658 + 2,316 / M)$	0,87
Дубові деревостани		
24	$Z_M^{nm} = 0,740 \cdot A^{-0,539} \cdot M^{0,830}$	0,97
25	$P_M^{nm} = 110,157 \cdot A^{-0,874} \cdot M^{0,098}$	0,94

Зміни абсолютного поточного приросту за запасом соснових, березових і дубових деревостанів залежно від віку та сталого запасу в корі представлено в графічній інтерпретації (рис. 10).

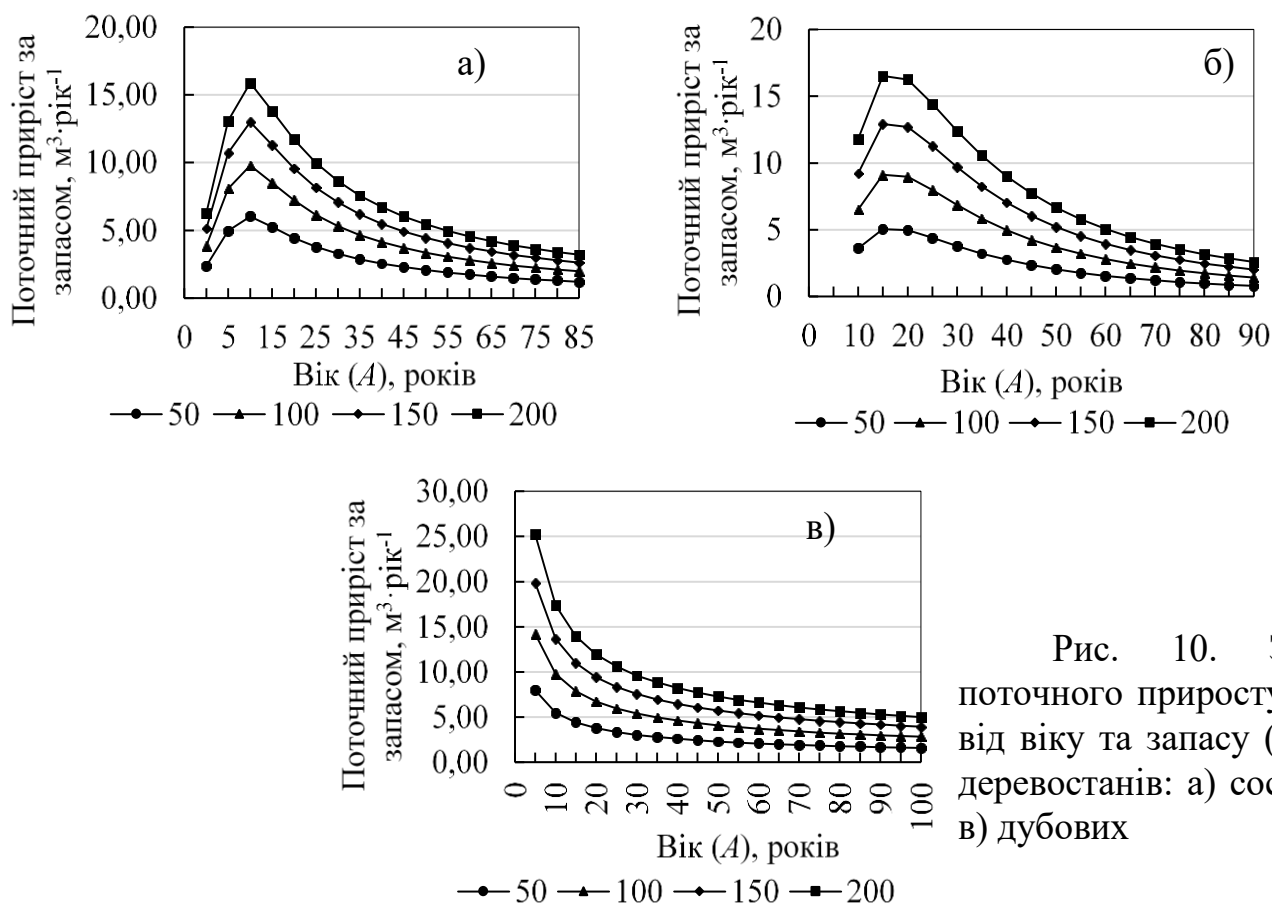


Рис. 10. Зміна абсолютного поточного приросту за запасом залежно від віку та запасу (50, 100, 150, 200 м³) деревостанів: а) соснових; б) березових; в) дубових

Рис. 10. Зміна абсолютного поточного приросту за запасом залежно від віку та запасу (50 м³, 100, 150, 200 м³) деревостанів: а) соснових; б) березових; в) дубових

Нормативні таблиці первинної продукції стовбурової деревини побудовано шляхом розрахунку за розробленими моделями абсолютного поточного приросту за запасом соснових (20), березових (22) та дубових (24) деревостанів і використанням нормативного значення середньої щільності деревини стовбурів досліджуваних видів в абсолютно сухому стані. Первинна продукція стовбурової деревини соснових, березових та дубових деревостанів, змінюється залежно від їх віку та запасу в корі, як і абсолютний поточний приріст за запасом (табл. 10).

Таблиця 10

**Первинна продукція стовбурової деревини
березових деревостанів, т·га⁻¹·рік⁻¹**

Вік, років	Запас деревостану, м ³						
	10	30	50	100	150	200	250
5	0,84	–	–	–	–	–	–
10	1,02	2,20	–	–	–	–	–
15	0,89	1,91	2,73	–	–	–	–
20	–	1,62	2,31	3,75	–	–	–
25	–	1,38	1,97	3,20	–	–	–
30	–	–	1,71	2,77	3,68	–	–
35	–	–	1,50	2,43	3,22	3,94	–
40	–	–	–	2,16	2,86	3,50	4,09
45	–	–	–	1,93	2,57	3,14	3,67
50	–	–	–	1,75	2,32	2,84	3,32
55	–	–	–	–	2,12	2,59	3,02
60	–	–	–	–	1,94	2,38	2,78
65	–	–	–	–	–	2,19	2,56
70	–	–	–	–	–	2,03	2,38
75	–	–	–	–	–	–	2,22
80	–	–	–	–	–	–	2,07

Встановлено, що у досліджуваному діапазоні віку та запасу первинна продукція стовбурової деревини соснових деревостанів Східного Полісся України змінюється від 0,16 до 3,31 т·га⁻¹·рік⁻¹, березових деревостанів – від 1,09 до 2,59 т·га⁻¹·рік⁻¹, дубових – від 0,57 до 7,14 т·га⁻¹·рік⁻¹.

Порівняння запасу обчисленого абсолютного поточного приросту для соснових і березових деревостанів до визначеного за таблицями ходу росту для повних штучних соснових деревостанів та повних насінневих березових деревостанів (Кашпор С. М., Строчинський А. А., 2013) засвідчило, що їх абсолютні значення і динаміка досить близькі й підтверджують коректність отриманих результатів.

Приріст компонентів фітомаси кори стовбурів, кори та деревини гілок крони визначався через змодельований у процесі досліджень відсоток поточного приросту за запасом для соснових (21), березових (23) та дубових (25) моделей відповідно до опрацьованого алгоритму. При цьому використовувалися регресійні моделі запасу кори для соснових (26), березових (27) та дубових (28) моделей деревостанів (табл. 11).

Регресійні моделі для визначення запасу кори стовбурів деревостанів

Номер моделі	Вид моделі	Коефіцієнт детермінації (R^2)
Соснові деревостани		
26	$M_k = 1,050 \cdot A^{-0,425} \cdot M^{0,886}$	0,88
Березові деревостани		
27	$M_k = 0,149 \cdot A^{-0,0197} \cdot M^{1,146}$	0,79
Дубові деревостани		
28	$M_k = 1,571 \cdot A^{-0,441} \cdot M^{0,945}$	0,98

Запас деревини та кори гілок визначався через змодельовані значення їхньої маси в абсолютно сухому стані та використанням коефіцієнтів середньої природної щільності цих компонентів фітомаси. При цьому для оцінки маси деревини гілок взято знайдені в процесі досліджень моделі для соснових (29), березових (32) та дубових (34) деревостанів. Для оцінювання маси кори гілок використано моделі для соснових (30), березових (33) і дубових (35) деревостанів (табл. 12).

Таблиця 12

Моделі для визначення маси деревини, кори гілок та листя (хвої) деревостанів в абсолютно сухому стані

Номер моделі	Вид моделі	Коефіцієнт детермінації (R^2)
Соснові деревостани		
29	$Ph_{д}^{гил} = 1,605 \cdot A^{-0,203} \cdot M^{0,482}$	0,52
30	$Ph_{к}^{гил} = 0,319 \cdot A^{-0,114} \cdot M^{0,383}$	0,64
31	$Ph_{хв} = 1,649 \cdot A^{-0,597} \cdot M^{0,641}$	0,71
Березові деревостани		
32	$Ph_{д}^{гил} = 1,087 \cdot A^{0,297} \cdot M^{0,214}$	0,38
33	$Ph_{к}^{гил} = 0,189 \cdot A^{0,686} \cdot M^{-0,013}$	0,50
–	$Ph_{л}$ – залежність не встановлено	–
Дубові деревостани		
34	$Ph_{д}^{гил} = 0,111 \cdot A^{0,945} \cdot M^{0,243}$	0,83
35	$Ph_{к}^{гил} = 0,004 \cdot A^{1,075} \cdot M^{0,497}$	0,90
36	$Ph_{л} = 0,043 \cdot A^{1,756} \cdot M^{-0,564}$	0,89

Для ознайомлення показано фрагмент нормативної таблиці оцінки первинної продукції надземної частини сосни звичайної у деревостанах, яка складається із суми первинної продукції деревини і кори стовбурів, деревини та кори гілок крони й фотосинтезуючої фракції – листя (хвоя) деревостану (табл. 13).

Первинна продукція надземної частини березових деревостанів найінтенсивніше генерується у молодняках, незначною мірою у середньовіковий та пристиглий вікові періоди, тоді як у стиглому віці (після 70 років) відбувається спад, що відповідає зміні абсолютного поточного приросту за запасом.

Первинна продукція надземної частини соснових деревостанів, т·га⁻¹·рік⁻¹

Вік, роки	Запас деревостану, м ³								
	10	30	50	100	150	200	250	300	350
10	2,07	4,43	–	–	–	–	–	–	–
15	1,67	3,68	5,36	–	–	–	–	–	–
20	1,38	3,11	4,56	7,69	–	–	–	–	–
25	–	2,62	3,86	6,53	8,90	–	–	–	–
30	–	–	3,28	5,55	7,57	9,44	–	–	–
35	–	–	2,83	4,76	6,49	8,10	9,63	–	–
40	–	–	–	4,14	5,64	7,02	8,34	–	–
45	–	–	–	3,64	4,94	6,16	7,29	8,40	–
50	–	–	–	–	4,38	5,43	6,45	7,41	8,34
55	–	–	–	–	–	4,86	5,75	6,60	7,43
60	–	–	–	–	–	4,36	5,18	5,94	6,67
65	–	–	–	–	–	–	4,69	5,38	6,04
70	–	–	–	–	–	–	4,26	4,89	5,51
75	–	–	–	–	–	–	–	4,48	5,04
80	–	–	–	–	–	–	–	4,15	4,64
85	–	–	–	–	–	–	–	–	4,30
90	–	–	–	–	–	–	–	–	4,01

Частка первинної продукції окремих компонентів надземної фітомаси соснових деревостанів закономірно фрагментована й у віці 50 років найбільше її значення припадає на стовбурову деревину та хвою першого року. Значно меншу кількість первинної продукції накопичує кора стовбурів, деревина та кора гілок крони (рис. 11).

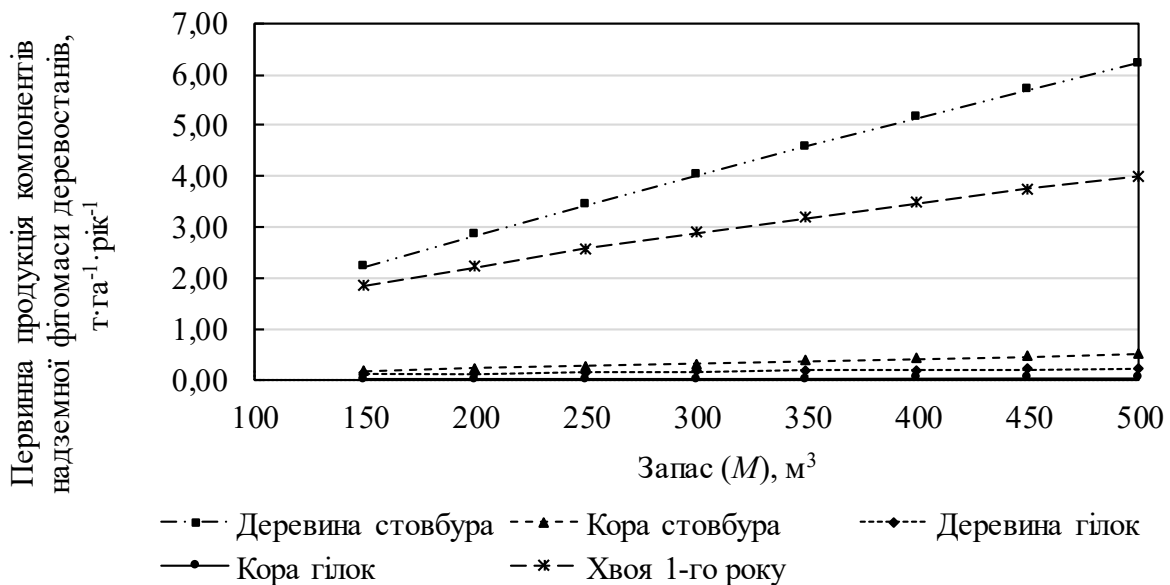


Рис. 11. Зміна первинної продукції компонентів надземної фітомаси соснових деревостанів залежно від запасу деревостану у віці 50 років

У березових і дубових деревостанах розподіл кількості первинної продукції за компонентами надземної фітомаси аналогічний сосновим

деревостанам: стовбурова деревина → листя → стовбурова кора → деревина гілок → кора гілок. Маса листя березових деревостанів за середнім значенням у межах класів віку становить $2,30 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$. Для дубових деревостанів у віці 50 років зі збільшенням запасу первинна продукція листя зменшується і коливається від 3,08 до $1,52 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$.

Динаміку зміни продуктивності насаджень проаналізовано відповідно до зведених даних, які характеризують лісовий фонд Східного Полісся України за окремими параметрами станом на 01.01.2011 р. та 01.01.2017 р. Одержано загальні обсяги фітомаси та депонованого вуглецю в лісових насадженнях Східного Полісся України з використанням програми CARBON (Лакида П. І., 2002).

Існуюча структура загальної фітомаси та депонованого в ній вуглецю, їх щільність дозволили констатувати позитивні тенденції у змінах загальної біотичної продуктивності лісів досліджуваного регіону. Динаміка щільності фітомаси та вуглецю дають можливість стверджувати, що протягом досліджуваного періоду (6 років) у насадженнях Східного Полісся України, незалежно від коливань площі й запасу, ці показники зростали в усіх групах порід. В основному, це відбувалося за рахунок збільшення середнього запасу на 1 га та перерозподілу вікової структури лісових насаджень. Крім цього, на щільність фітомаси й вуглецю істотно впливають якісні параметри компонентів фітомаси.

Найвищу щільність фітомаси та вуглецю станом на 2017 р. відзначено у хвойних лісах Східного Полісся України – відповідно $21,4$ та $10,6 \text{ кг} \cdot (\text{м}^2)^{-1}$, найменшу – м'яколистяних – $13,9$ та $6,9 \text{ кг} \cdot (\text{м}^2)^{-1}$. Для твердолистяних лісів щільність фітомаси та вуглецю дуже близька до показників у хвойних лісах і становить відповідно $21,1$ та $10,5 \text{ кг} \cdot (\text{м}^2)^{-1}$.

Найбільша частка (станом на 2017 р.) у структурі фітомаси насаджень регіону досліджень припадає на деревину і кору стовбурів (71,4 %), приріст загальної фітомаси яких (за період 2011–2017 рр.) збільшився на 0,4 %. Частка інших компонентів фітомаси така: пні та корені – 16,6 %; деревина та кора гілок – 6,6; піднаметова рослинність – 3,9; листя (хвоя) – 1,5 %.

Середня щільність вуглецю для вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок Східного Полісся України сягає $9,9 \text{ кг} \cdot (\text{м}^2)^{-1}$, що вище за середню щільність вуглецю у лісах України, яка знаходиться на рівні $6,5 \text{ кг} \cdot (\text{м}^2)^{-1}$ (Лакида П. І., 2001). Наведена загальна і первинна продукція фітомаси, акумульованого вуглецю та киснепродуктивність лісів досліджуваного регіону в межах груп порід засвідчують, що кожен гектар лісу досліджуваного регіону за період з 2011 по 2017 р. у середньому виділяв $2,14 \text{ т} \cdot (\text{га}^{-1}) \cdot \text{рік}^{-1}$ кисню. Маса кисню, що виділялася в рік на 1 га лісу хвойних порід становила $1,78 \text{ т} \cdot (\text{га}^{-1}) \cdot \text{рік}^{-1}$, твердолистяних – $3,60 \text{ т} \cdot (\text{га}^{-1}) \cdot \text{рік}^{-1}$, м'яколистяних – $1,69 \text{ т} \cdot (\text{га}^{-1}) \cdot \text{рік}^{-1}$ (табл. 14).

У проведених розрахунках враховувалася лише наявна фітомаса на рік її оцінювання, без приросту фітомаси дерев, які вибиралися за цей період із насаджень у результаті проведення господарських заходів.

**Первинна продукція фітомаси, вуглецю та киснепродуктивність лісів
Східного Полісся України в межах групи порід**

Група порід	Продукція				Киснепродуктивність	
	фітомаса		вуглець		загальна, т·рік ⁻¹	на 1 га, т·(га ⁻¹)·рік ⁻¹
	загальна, т·рік ⁻¹	на 1 га, т·(га ⁻¹)·рік ⁻¹	загальна, т·рік ⁻¹	на 1 га, т·(га ⁻¹)·рік ⁻¹		
Сумська область						
Хвойні	65,0	1,32	33,3	0,68	91,0	1,85
Твердолистяні	11,7	2,33	6,7	1,33	16,4	3,26
М'яколистяні	35,0	3,65	18,3	1,91	49,0	5,11
Чернігівська область						
Хвойні	253,3	1,26	126,7	0,63	354,6	1,76
Твердолистяні	63,9	2,56	31,4	1,26	89,5	3,58
М'яколистяні	43,3	1,79	21,7	0,39	60,6	1,11
Східне Полісся України						
Хвойні	316,7	1,27	158,3	0,63	443,4	1,78
Твердолистяні	76,9	2,57	38,2	1,28	107,7	3,60
М'яколистяні	78,3	1,21	40,0	0,62	109,6	1,69
Разом	65,6	1,53	32,1	0,76	91,84	2,14

У лісах Східного Полісся України найвищою продуктивністю вирізняються твердолистяні насадження, що продукують $2,53 \text{ т} \cdot (\text{га}^{-1}) \cdot \text{рік}^{-1}$, найменша притаманна хвойним, де показник становить $1,27 \text{ т} \cdot (\text{га}^{-1}) \cdot \text{рік}^{-1}$, м'яколистяні займають проміжне місце – $2,07 \text{ т} \cdot (\text{га}^{-1}) \cdot \text{рік}^{-1}$. Також найвищу продуктивність виявляють м'яколистяні насадження Сумської області, що накопичують $3,65 \text{ т} \cdot (\text{га}^{-1}) \cdot \text{рік}^{-1}$ первинної продукції (рис. 12).

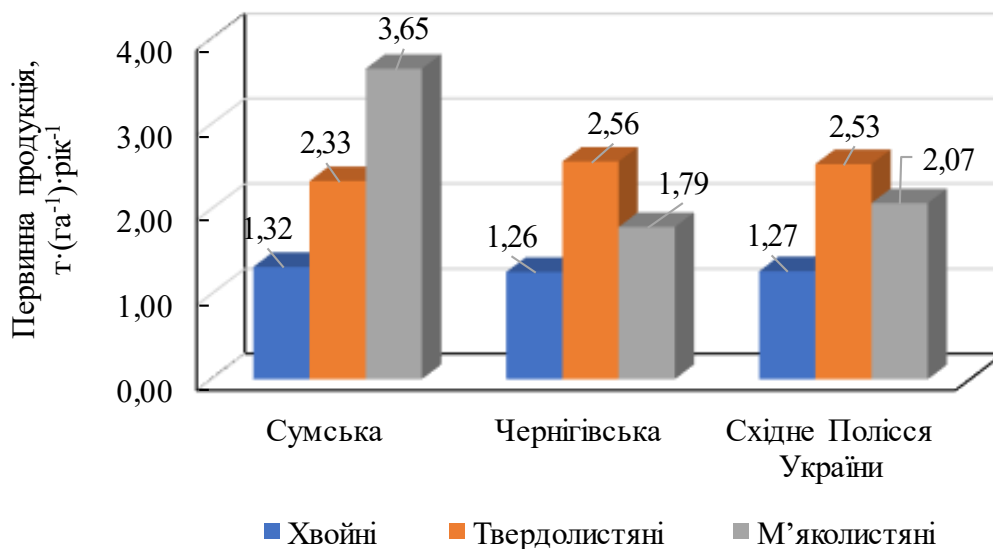


Рис. 12. Первинна продукція фітомаси лісів Східного Полісся у межах груп порід

Дослідження первинної продукції компонентів фітомаси дерев і деревостанів передбачали визначення площі їхньої листової поверхні, з метою розрахунку індексу останньої. З урахуванням кількості листя рослин індекс

площі листкової поверхні показує структурні зміни в життєздатності рослинного угруповання та характеризує його вплив на навколишнє середовище. Від розміру і площі, яку охоплює асимілююча частина деревостанів у лісових екосистемах, залежить формування первинної продукції компонентами фітомаси.

Встановлено, що індекс площі листкової поверхні на досліджуваних тимчасових пробних площах у деревостанах змінюється у досить широких межах. Мінімальне значення індексу площі листкової поверхні для соснових деревостанів становить $0,08 \text{ м}^2 \cdot (\text{м}^2)^{-1}$, максимальне – $2,84 \text{ м}^2 \cdot (\text{м}^2)^{-1}$, середнє значення – $0,82 \text{ м}^2 \cdot (\text{м}^2)^{-1}$. Індекс площі листкової поверхні на тимчасових пробних площах березових деревостанів змінюється від $0,03$ до $2,57 \text{ м}^2 \cdot (\text{м}^2)^{-1}$, за середнього значення $1,34 \text{ м}^2 \cdot (\text{м}^2)^{-1}$, на тимчасових пробних площах дубових насаджень – від $0,37$ до $8,84 \text{ м}^2 \cdot (\text{м}^2)^{-1}$, за середнього значення $4,30 \text{ м}^2 \cdot (\text{м}^2)^{-1}$.

На значну дисперсію показників індексу площі листкової поверхні деревостанів впливають їх відмінності у складі деревних порід, повноті насаджень, належності до вікових груп, продуктивності, типів лісорослинних умов, у яких вони зростають, просторового розміщення дерев, параметрів їхньої крони.

Індекс листкової поверхні відіграє важливу роль у статистичній інвентаризації та дистанційному зондуванні лісів. Його показники дають можливість дистанційно відстежувати загальну оперативну інформацію щодо стану лісів під час вегетаційного періоду, здійснювати моніторинг у контрольних точках найбільш важливих фаз розвитку рослин.

ВИСНОВКИ

У дисертації викладено результати комплексних досліджень первинної продукції дерев і деревостанів та екосистемні функції соснових, березових та дубових деревостанів лісогосподарських підприємств Східного Полісся України. Опрацьовано теоретичні та прикладні підходи до оцінювання біотичної продуктивності лісів, що дало змогу розробити інформаційно-довідкові критерії та нормативи для оцінки первинної продукції компонентів надземної фітомаси дерев та деревостанів і розрахувати індекс листкової поверхні насаджень. Узагальнення одержаних результатів дослідження, проведених у дисертації, дає підстави сформулювати такі основні висновки:

1. В Україні існує значний досвід досліджень біотичної продуктивності та первинної продукції лісових насаджень, у яких апробовано різні методичні підходи до їхньої оцінки. Опубліковано систему нормативів для оцінювання компонентів надземної фітомаси дерев і деревостанів головних лісотвірних порід України. Водночас інформація про первинну продукцію залишається фрагментарною й потребує продовження досліджень та розроблення відповідних нормативно-довідкових матеріалів.

2. Природно-кліматичні, ґрунтові, гідрологічні та лісорослинні умови Східного Полісся України сприятливі для вирощування високопродуктивних хвойних, твердолистяних та м'яколистяних порід. Вони позитивно впливають

на ріст і біотичну продуктивність сосни звичайної, дуба звичайного, берези повислої, які в цьому регіоні слугують основними лісотвірними видами.

3. На основі опрацювання даних масового лісовпорядкувального матеріалу з банку даних «Лісовий фонд» ВО «Укрдержліспроект» в ідзначено, що в лісах Східного Полісся України найпоширеніші сосна звичайна (70,4 %), береза повисла (11 %) та дуб звичайний (8,7 %).

4. Встановлено, що в регіоні досліджень переважно зростають чисті або з незначною домішкою (від 1 до 3 одиниць) соснові та березові ліси, дубові ліси частіше мішані. Насадження цих порід в основному високопродуктивні, з повнотою 0,7 та 0,8, їхня вікова структура нерівномірна.

5. Моделювання показників первинної продукції дерев і деревостанів досліджуваних деревних видів базувалося на використанні експериментального матеріалу 80 тимчасових пробних площ у соснових, 52 – у березових та 5 – у дубових деревостанах. При цьому зрубано та проаналізовано 900 модельних дерев у соснових, 403 у березових та 69 у дубових насадженнях.

6. Встановлено, що у досліджуваному діапазоні віку та діаметра дерев первинна продукція стовбурової деревини сосни звичайної змінюється від 0,1 до 14,5 кг·рік⁻¹, берези повислої – від 0,16 до 7,92 кг·рік⁻¹, дуба звичайного – від 0,03 до 40,3 кг·рік⁻¹.

7. У типових лісорослинних умовах Східного Полісся України, середньовікове дерево в надземній частині може накопичувати: у сосни звичайної (50 років) – 15,22 кг·рік⁻¹, у берези повислої (35 років) – 16,50 кг·рік⁻¹, у дуба звичайного (55 років) – 21,26 кг·рік⁻¹ первинної продукції.

8. Встановлено, що у досліджуваному діапазоні віку та запасу первинна продукція стовбурової деревини соснових деревостанів Східного Полісся України змінюється від 0,16 до 3,31 т·га⁻¹·рік⁻¹, березових – від 1,09 до 2,59 т·га⁻¹·рік⁻¹, дубових – від 0,57 до 7,14 т·га⁻¹·рік⁻¹.

9. В умовах Східного Полісся України найбільше первинної продукції у надземній частині накопичують дубові деревостани, найменше – соснові, березові займають між ними проміжне місце. Для високопродуктивних середньовікових деревостанів у віці 50 років із визначеним запасом 350 м³·га⁻¹ можливість накопичувати: сосновими – 8,34 т·га⁻¹·рік⁻¹, березовими – 8,98 т·га⁻¹·рік⁻¹, дубовими – 11,56 т·га⁻¹·рік⁻¹ надземної первинної продукції.

10. За матеріалами бази даних «Лісовий фонд України» встановлено, що в досліджуваному регіоні насадження у середньому продукують первинної продукції: хвойні – 1,27 т·(га⁻¹)·рік⁻¹, твердолистяні – 2,57 т·(га⁻¹)·рік⁻¹, м'яколистяні – 2,07 т·(га⁻¹)·рік⁻¹. Найбільшою продуктивністю у Східному Поліссі характеризуються м'яколистяні насадження Сумської області, які накопичують 3,65 т·(га⁻¹)·рік⁻¹ первинної продукції.

11. Встановлено, що на 2017 р. щільність фітомаси та вуглецю у вкритих лісовою рослинністю ділянках Східного Полісся України становила відповідно: хвойні – 21,4 та 10,6 кг·(м²)⁻¹, твердолистяні – 21,1 та 10,5 кг·(м²)⁻¹, м'яколистяні – 13,9 та 6,9 кг·(м²)⁻¹. Середня щільність вуглецю для вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок Східного Полісся України знаходиться на рівні 9,9 кг·(м²)⁻¹.

12. За розрахунком киснепродуктивності насаджень встановлено, що кожен гектар лісу досліджуваного регіону за період з 2011 по 2017 р. у середньому виділяв $2,14 \text{ т} \cdot (\text{га}^{-1}) \cdot \text{рік}^{-1}$ кисню. Маса кисню, що виділялася в рік на 1 га лісу для хвойних порід становила $1,78 \text{ т} \cdot (\text{га}^{-1}) \cdot \text{рік}^{-1}$, твердолистяних – $3,60 \text{ т} \cdot (\text{га}^{-1}) \cdot \text{рік}^{-1}$, м'яколистяних – $1,69 \text{ т} \cdot (\text{га}^{-1}) \cdot \text{рік}^{-1}$.

13. Середнє арифметичне значення індексу площі листкової поверхні для дубових насаджень Східного Полісся України становить $4,30 \text{ м}^2 \cdot (\text{м}^2)^{-1}$, для березових насаджень – $1,34$, для соснових – $0,82 \text{ м}^2 \cdot (\text{м}^2)^{-1}$.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для використання у практиці ведення лісового господарства та наукових досліджень у лісах Східного Полісся України пропонуються:

- алгоритми оцінювання первинної продукції компонентів надземної фітомаси дерев і деревостанів;
- метод визначення параметрів продукції гілок крони дерев;
- модифіковану до умов досліджень методику визначення площі листкової поверхні досліджуваних деревних видів;
- систему математичних моделей для оцінювання абсолютного і відносного поточного приросту, фітомаси та первинної продукції компонентів надземної фітомаси дерев і деревостанів сосни звичайної, берези повислої та дуба звичайного;
- нормативно-інформаційне забезпечення оцінки первинної продукції компонентів надземної фітомаси дерев і деревостанів сосни звичайної, берези повислої та дуба звичайного;
- розрахований індекс площі листкової поверхні соснових, березових та дубових насаджень;
- структуру загальної фітомаси, депонованого в ній вуглецю і киснепродуктивності для хвойних, твердолистяних та м'яколистяних порід регіону досліджень.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії

1. Лакида П. І., Білоус А. М., Васишин Р. Д., Матушевич Л. М., Макачук Я. І. Біопродуктивність та енергетичний потенціал м'яколистяних деревостанів Українського Полісся. Корсунь-Шевченківський, 2012. 454 с. *(Здобувачем здійснено відбір та обробку експериментального матеріалу, здійснено аналітичний огляд, лісівничо-таксаційну характеристику березових лісостанів, досліджено їх біопродуктивність, виконано аналіз та узагальнення одержаних результатів).*

2. Лакида П. І., Васишин Р. Д., Блищик В. І., Терентьев А. Ю., Лакида І. П., Домашовець Г. С., Володимиренко В. М., Білоус А. М., Матушевич Л. М., Мельник О. М., Лакида М. О., Алексіюк І. Л., Ловинська В. М., Стратій Н. В. Хвойні деревостани України: фітомаса та експериментальні дані. Корсунь-Шевченківський, 2016. 480 с. *(Здобувачем*

здійснено відбір, обробку, верифікацію та агрегацію дослідних даних з оцінюванням компонентів надземної фітомаси дерев і деревостанів, виконано аналіз та узагальнення одержаних результатів).

3. Лакида П. І., Василюшин Р. Д., Блищик В. І., Білоус А. М., **Матушевич Л. М.**, Лащенко А. Г., Бала О. П., Матейко І. М., Морозюк О. В., Ковалевський С. С., Хань Є. Ю., Ситник С. А., Бокоч В. В., Блищик І. В., Приліпко І. С., Мельник О. М., Дубровець Б. В. Листяні деревостани України: фітомаса та експериментальні дані. Корсунь-Шевченківський, 2017. 483 с. (Здобувачем здійснено відбір та обробку експериментального матеріалу, здійснено аналітичний огляд, виконано аналіз та узагальнення одержаних результатів).

4. Lakyda P. I., Vasylyshyn R. D., Blyshchuk V. I., Terentiev A. Yu., Domashovets H. S., Volodymyrenko V. M., Vilous A. M., **Matushevych L. M.** et al. Experimental data on live biomass of Ukrainian coniferous forests. Kyiv, 2018. 453 p. (Здобувачем здійснено відбір, обробку, верифікацію та агрегацію дослідних даних, виконано аналіз та узагальнення одержаних результатів).

5. Лакида П. І., Бала О. П., **Матушевич Л. М.**, Лакида І. П., Іванюк І. Д. Лісівничо-екологічний потенціал дібров Полісся України. Корсунь-Шевченківський, 2018. 206 с. (Здобувачем здійснено постановку проблеми, аналітичний огляд, відбір та обробку експериментального матеріалу, реалізовано систему математичних моделей для оцінки прогнозу росту та біотичної продуктивності дубових деревостанів, виконано аналіз та узагальнення одержаних результатів).

Статті у наукових фахових виданнях України,

у тому числі включених до міжнародних наукометричних баз даних

6. **Матушевич Л. М.**, Лакида П. І. Біометричні моделі деяких складників фотосинтезувального апарату дерев берези повислої. Науковий вісник Національного аграрного університету. 2006. № 96. С. 146–153. (Здобувачем здійснено постановку проблеми, відбір та обробку експериментального матеріалу, розроблено біометричні моделі, виконано аналіз та узагальнення одержаних результатів).

7. Лакида П. І., **Матушевич Л. М.** Щільність компонентів фітомаси крони дерев берези повислої в Українському Поліссі. Лісівництво і агро меліорація. 2006. № 109. С. 19–23. (Здобувачем здійснено відбір та статистичну обробку даних, визначено щільність компонентів фітомаси крони дерев берези повислої, виконано узагальнення та аналіз одержаних результатів).

8. Матушевич Л. М. Структура розподілу площі м'яколистяних порід Полісся України. Науковий вісник Національного аграрного університету. 2007. № 113. С. 188–193.

9. Матушевич Л. М. Вікова структура м'яколистяних деревостанів Українського Полісся. Науковий вісник Національного аграрного університету. 2008. № 122. С. 174–180.

10. Лакида П. І., **Матушевич Л. М.**, Атаманчук Р. В., Сорока М. Г. Потенціал березових деревостанів Українського Полісся. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2008. Вип. 18.6. С. 7–12. *(Здобувачем здійснено аналітичний огляд, відбір та обробку даних, охарактеризовано природні та штучні березові насадження Українського Полісся за структурою площі та біометричними показниками, виконано узагальнення та аналіз одержаних результатів).*

11. **Матушевич Л. М.**, Лакида П. І., Василюшин Р. Д. Перспективи енергетичного використання березових лісів Полісся України. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2009. Вип. 135. С. 231–237. *(Здобувачем здійснено постановку проблеми, аналітичний огляд, обробку даних, оцінено вміст енергії у надземній фітомасі березових деревостанів, виконано аналіз одержаних результатів).*

12. Лакида П. І., Василюшин Р. Д., **Матушевич Л. М.**, Зібцев С. В. Енергетичне використання біомаси лісів України в умовах глобальних змін клімату. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2009. Вип. 19.14. С. 18–22. *(Здобувачем здійснено аналітичний огляд, обробку даних, виконано узагальнення та аналіз одержаних результатів).*

13. Лакида П. І., Білоус А. М., Василюшин Р. Д., **Матушевич Л. М.** Оцінка запасів енергії м'яких листяних деревостанів Українського Полісся. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2011. Вип. 21.6. С. 8–15. *(Здобувачем здійснено аналітичний огляд, обробку даних, оцінку запасів енергії у компонентах фітомаси березових, вільхових та осикових деревостанів, виконано узагальнення та аналіз одержаних результатів).*

14. Лакида П. І., Блищик В. І., Білоус А. М., **Матушевич Л. М.** Оцінка і прогноз динаміки стовбурної продукції деревостанів вільхи клейкої у Західному Поліссі. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво. 2011. № 164. Ч. 1. С. 60–68. *(Здобувачем здійснено аналітичний огляд, обробку даних, оцінено продукцію деревини вільхових деревостанів, виконано узагальнення та аналіз одержаних результатів).*

15. Лакида П. І., **Матушевич Л. М.**, Білоус А. М., Василюшин Р. Д., Блищик В. І., Случик І. С. Експериментальна база даних оцінки біологічної продуктивності м'яколистяних деревостанів Полісся України. Лісівництво та агролісомеліорація. 2011. Вип. 17. С. 39–45. *(Здобувачем здійснено постановку проблеми, аналітичний огляд, відбір та обробку експериментальних даних березових, вільхових, осикових деревостанів за адміністративними областями і таксаційними ознаками, виконано узагальнення та аналіз одержаних результатів).*

16. Лакида П. І., Білоус А. М., Василюшин Р. Д., **Матушевич Л. М.** Оцінка вмісту енергії у фітомасі дерев м'яколистяних порід Українського Полісся. Наукові праці Лісівничої академії наук України. 2011. Вип. 7. С. 77–80. *(Здобувачем здійснено відбір та статистичну обробку даних, оцінку вмісту*

енергії у компонентах фітомаси дерев берези, вільхи, осики, виконано узагальнення та аналіз одержаних результатів).

17. Лакида П. І., **Матушевич Л. М.**, Блищик В. І. Методологічні особливості оцінки біотичної продукції компонентів крони дерев. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво. 2012. Вип 171. Ч. 2. С. 54–60. *(Здобувачем здійснено постановку проблеми, аналітичний огляд, запропоновано методика оцінки біотичної продукції компонентів крони дерев, виконано узагальнення).*

18. Матушевич Л. М. Структура видового складу лісів Східного Полісся України. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво. 2013. Вип. 187. Ч. 1. С. 200–208

19. Матушевич Л. М. Вікова структура насаджень сосни звичайної Східного Полісся України залежно від її походження. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2013. Вип. 23.5. С. 106–112.

20. Лакида П. І., **Матушевич Л. М.** Параметрична структура соснових лісів Східного Полісся України. Наукові праці Лісівничої академії наук України. 2013. Вип. 11. С. 139–143. *(Здобувачем здійснено постановку проблеми, аналітичний огляд, відбір та обробку даних, оцінено соснові ліси Східного Полісся України за лісівничо-таксаційними показниками, здійснено аналіз результатів, узагальнено висновки).*

21. Лакида П. І., Василюшин Р. Д., Білоус А. М., Лакида І. П., **Матушевич Л. М.** Біотична продуктивність лісів України в Європейському екоресурсному вимірі. Біоресурси і природокористування. 2013. Т. 5. Вип. 5–6. С. 56–63. *(Здобувачем здійснено опрацювання дослідних даних, оцінено динаміку фітомаси та депонованого в ній вуглецю за панівними породами у лісах України, здійснено аналіз результатів).*

22. **Матушевич Л. М.**, Лакида П. І. Параметрична структура листя окремих видів м'яколистяних порід. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2014. Вип. 24.07. С. 61–67. *(Здобувачем здійснено постановку проблеми, аналітичний огляд, збір та опрацювання дослідних даних, оцінено співвідношення маси листя до її площі для берези повислої, вільхи клейкої, тополі тремтячої, верби білої, описано методика збирання та оброблення інформації, здійснено аналіз результатів та узагальнено висновки).*

23. **Матушевич Л. М.**, Лакида П. І. Індекс площі листової поверхні дубових насаджень Східного Полісся України. Наукові праці лісівничої академії наук України. 2014. Вип. 12. С. 148–153. *(Здобувачем здійснено постановку проблеми, аналітичний огляд, збір дослідних даних, опрацьовано методика збору та опрацювання дослідного матеріалу для оцінки індексу листової поверхні дубових насаджень, розраховано індекс площі листової поверхні, здійснено аналіз результатів та узагальнено висновки).*

24. Лакида П. І., **Матушевич Л. М.**, Сорока М. Г. Періодичний і поточний прирости компонентів фітомаси крони дерев дуба звичайного у Східному Поліссі України. Наукові праці Лісівничої академії наук України. 2015. Вип. 23. С. 133–138. *(Здобувачем здійснено постановку питання, аналітичний огляд, опрацювання дослідних даних, оцінку періодичного та поточного приросту компонентів фітомаси крони дерев дуба звичайного у Східному Поліссі України, здійснено аналіз результатів).*

25. Голяка М. А., Білоус А. М., **Матушевич Л. М.**, Ковбаса Я. В., Голяка Д. М. Аналіз таксаційних показників сухостійних дерев у березових насадженнях Українського Полісся. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2016. С. 68–76. *(Здобувачем здійснено опрацювання дослідних даних, аналіз результатів, узагальнено висновки).*

26. Лакида П. І., Бала О. П., **Матушевич Л. М.**, Іванюк І. Д. Сучасний стан і продуктивність дібров Українського Полісся. Лісівництво і агролісомеліорація. 2016. Вип. 129. С. 32–40. *(Здобувачем здійснено опрацювання дослідних даних, оцінено діброви Українського Полісся за таксаційними показниками та продуктивністю, здійснено аналіз результатів).*

27. Потапенко А. М., Усеня В. В., Лакида П. І., Бала А. П., **Матушевич Л. М.** Сравнительная характеристика дубрав белорусского и украинского Полесья в условиях изменяющегося климата. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво. 2017. Вип. 266. С. 64–72. *(Здобувачем здійснено опрацювання дослідних даних та аналіз результатів, узагальнено висновки).*

28. Лакида П. І., Бала О. П., Лакида І. П., **Матушевич Л. М.** Моделювання ходу росту модальних дубових деревостанів Полісся України. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво. 2018. № 288. С. 60–72. *(Здобувачем здійснено статистичне опрацювання дослідних даних, проаналізовано моделі ходу росту модальних дубових деревостанів, узагальнено висновки).*

29. Лакида П. І., **Матушевич Л. М.**, Лакида І. П. Біопродуктивність дубових деревостанів Українського Полісся. Наукові праці Лісівничої академії наук України. 2018. Вип. 16. С. 99–105. *(Здобувачем здійснено постановку проблеми, аналітичний огляд, оцінено біотичну продуктивність дубових деревостанів Українського Полісся, здійснено аналіз результатів).*

30. Бала О. П., Лакида П. І., **Матушевич Л. М.**, Лакида І. П. Продукція фітомаси дубових деревостанів Українського Полісся. Наукові праці Лісівничої академії наук України. 2018. Вип. 17. С. 85–92. *(Здобувачем здійснено опрацювання дослідних даних, оцінено продукцію фітомаси дубових деревостанів Українського Полісся, здійснено аналіз результатів).*

31. Бала О. П., Терентьев А. Ю., Лакида І. П., **Матушевич Л. М.** Використання деяких параметричних та непараметричних критеріїв для групування лісотаксаційних даних. Ukrainian journal of forest and wood

science. 2019. Т. 10. № 3. С. 4–18. *(Здобувачем здійснено аналітичний огляд, опрацювання дослідних даних, узагальнено висновки).*

Стаття у науковому виданні іншої держави

32. **Матушевич Л. Н.**, Лакида П. И. Содержание углерода в компонентах наземной фитомассы деревьев березы повислой в Украинском Полесье. Проблемы лесоведения и лесоводства. 2005. Вып. 63. С. 490–491. *(Здобувачем здійснено опрацювання дослідних даних, оцінено вміст вуглецю в компонентах наземної фітомаси дерев берези повислої, здійснено аналіз результатів).*

Статті в інших наукових виданнях

33. Лакида П. І., Білоус А. М., **Матушевич Л. М.**, Случик І. С., Сорока М. Г. Особливості формування продукції стовбурової деревини у березових деревостанах Чернігівського Полісся. Лісовий журнал. 2011. № 1. С. 36–38. *(Здобувачем здійснено аналітичний огляд, опрацювання дослідних даних, оцінено формування продукції стовбурової деревини у березових деревостанах, узагальнено висновки).*

34. Лакида П. І., Бала О. П., **Матушевич Л. М.**, Лакида І. П., Усеня В. В., Потапенко А. М. Лісівничо-екологічний потенціал дібров Полісся в умовах змін клімату. Анотований збірник проектів спільного конкурсу ДФФД–БРФФД. Державний фонд фундаментальних досліджень. Київ, 2017. С. 54–57. *(Здобувачем здійснено аналітичний огляд, опрацьовано дослідні дані, оцінено лісівничий та екологічний потенціал дібров Полісся, узагальнено висновки).*

Авторські свідоцтва

35. Лакида П. І., **Матушевич Л. М.**, Блищик В. І. Методика оцінювання продукції гілок крони дерев. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 83023 від 21.11.2018; заявник та власник Національний університет біоресурсів і природокористування України; заявлено 21.09.2018. 1 с. *(Здобувачем здійснено постановку проблеми, запропоновано та опрацьовано методику оцінювання продукції гілок крони дерев).*

36. **Матушевич Л. М.**, Лакида П. І. Методика оцінки індексу площі листової поверхні насаджень. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 82936 від 19.11.2018; заявник та власник Національний університет біоресурсів і природокористування України; заявлено 21.09.2018. 1 с. *(Здобувачем здійснено постановку проблеми, запропоновано та опрацьовано методику оцінки індексу площі листової поверхні насаджень).*

Довідник

37. Лакида П. І., Білоус А. М., Блищик В. І., Васишин Р. Д., Васишин О. М., Домашовець Г. С., Ковалевський С. С., Лакида І. П., Лашенко А. Г., Матейко І. М., **Матушевич Л. М.**, Морозюк О. В., Фомін В. І., Швець Ю. П. Нормативи оцінки компонентів наземної фітомаси деревостанів головних лісотвірних порід України. Корсунь-Шевченківський, 2013. 457 с. *(Здобувачем здійснено відбір та обробку експериментального матеріалу,*

розроблено нормативи оцінки компонентів надземної фітомаси та депонованого в них вуглецю для природних та штучних деревостанів берези повислої та вільхи клейкої (чорної) у Поліссі, опрацьовано результати досліджень штучних деревостанів дуба звичайного у Поліссі).

Наукові рекомендації

38. Лакида П. І., Білоус А. М., Василишин Р. Д., **Матушевич Л. М.**, Домашовець Г. С., Атаманчук Р. В., Лакида І. П., Оборська А. Е., Блищик В. І., Слущик І. С. Нормативно-інформаційне забезпечення для оцінки енергетичного потенціалу м'яколистяних лісів Полісся України. Рекомендації щодо таксаційної оцінки енергетичних запасів дерев та деревостанів м'яколистяних порід, які можуть бути використані для одержання теплової енергії. Київ, 2010. 35 с. *(Здобувачем здійснено опрацювання дослідних даних, нормативно-інформаційного забезпечення енергетичного потенціалу березових лісів Полісся України, узагальнено висновки).*

39. Лакида П. І., Василишин Р. Д., Домашовець Г. С., Лашенко А. Г., Терентьєв А. Ю., Бала О. П., Володимиренко В. М., Білоус А. М., **Матушевич Л. М.**, Морозюк О. В., Василишин О. М., Лакида І. П., Блищик В. І., Ковалевський С. С., Матейко І. М., Мельник О. М. Методичні рекомендації щодо розроблення нормативно-інформаційного забезпечення оцінки вуглецедепонуючих та киснепродукуючих функцій лісів головних лісотвірних порід України. Київ, 2013. 40 с. *(Схвалено проблемною вченою радою Науково-дослідного інституту лісівництва та декоративного садівництва, протокол № 13 від 5 грудня 2013 року. Здобувачем створено нормативно-довідкові матеріали для оцінювання депонованого вуглецю в фітомасі березових насаджень).*

Тези наукових доповідей

40. Лакида П. І., **Матушевич Л. М.** Щільність компонентів фітомаси крони дерев берези повислої в Українському Поліссі. Ліс, наука, суспільство: Міжнародна ювілейна наукова конференція, присвячена 75-річчю із дня заснування Українського ордена «Знак пошани» науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького, м. Харків, 30–31 березня 2005 року: тези доповіді. Харків, 2005. С. 19–20. *(Здобувачем здійснено опрацювання дослідних даних, визначено щільність компонентів фітомаси дерев берези повислої, здійснено аналіз результатів).*

41. Лакида П. І., **Матушевич Л. М.** Середня щільність компонентів фітомаси дерев берези повислої в Українському Поліссі. Конференція науково-педагогічних працівників, наукових співробітників і аспірантів та 60 ювілейна студентська науково-виробнича конференція Національного аграрного університету, м. Київ, 11–12 квітня 2006 року: тези доповіді. Київ, 2006. С. 82–83. *(Здобувачем здійснено опрацювання дослідних даних, визначено середню щільність компонентів фітомаси дерев берези повислої, здійснено аналіз результатів).*

42. Lakyda P., Kolosok O., Petrenko M., Lashchenko A., **Matushevych L.** Biomass and Carbon Dynamics of Ukrainian Forests. Climate Change and their Impact on Boreal and Temperate Forests, Ekaterinburg, Russia, June 5–7, 2006: Abstracts of International Conference. Ekaterinburg, 2006. P. 54–55. *(Здобувачем здійснено опрацювання дослідних даних, аналіз результатів, узагальнено висновки).*

43. **Матушевич Л. М.**, Лакида П. І. Киснепродукувальне та вуглецево-депонувальне значення березняків. Лісівництво України в контексті світових тенденцій розвитку лісового господарства: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 150-річчю витоків кафедри лісівництва Національного лісотехнічного університету України, м. Львів, 2006 року: тези доповіді. Львів, 2006. С. 136–138. *(Здобувачем здійснено оцінку киснепродукувального та вуглецедепонувального значення березняків, узагальнено висновки).*

44. Матушевич Л. М. Локальна щільність компонентів фітомаси стовбурів дерев берези повислої. Конференція науково-педагогічних працівників, наукових співробітників і аспірантів та 61 студентська наукова конференція Національного аграрного університету, м. Київ, 12–13 квітня 2007 року: тези доповіді. Київ, 2007. С. 81–82.

45. Лакида П. І., **Матушевич Л. М.** Лісотипологічні особливості формування фітомаси крони дерев берези. Лісова типологія в Україні: сучасний стан, перспективи розвитку: XI Погребняківські читання, м. Харків, 10–12 жовтня 2007 року: тези доповіді. Харків, 2007. С. 70–71. *(Здобувачем здійснено опрацювання дослідних даних, оцінено особливості формування фітомаси крони дерев берези в різних типах лісорослинних умов, здійснено аналіз результатів).*

46. Матушевич Л. М. Значення м'яколистяних порід в Українському Поліссі. Конференція науково-педагогічних працівників, наукових співробітників і аспірантів та 62 студентська наукова конференція Національного аграрного університету, м. Київ, 10–11 квітня 2008 року: тези доповіді. Київ, 2008. С. 102–103.

47. **Матушевич Л. Н.**, Лакида П. І., Блыщук И. В., Белоус А. М., Атаманчук Р. В. Нормативы запасов древесной зелени деревьев мягколиственных пород. Теоретические и прикладные аспекты рационального использования и воспроизводства недревесной продукции леса: Международная научно-практическая конференция, г. Гомель, Республика Беларусь, 10–12 сентября 2008 года: тезисы доклада. Гомель, 2008. С. 67–71. *(Здобувачем здійснено опрацювання дослідних даних, розроблено нормативи для оцінки запасів деревної зелени м'яколистяних порід).*

48. **Матушевич Л. М.**, Случик І. С. Експериментальна оцінка біопродукції березових насаджень Чернігівського Полісся. Конференція науково-педагогічних працівників, наукових співробітників і аспірантів та 63 студентська наукова конференція Національного університету біоресурсів і природокористування України, м. Київ, 14–16 квітня 2009 року: тези доповіді. Київ, 2009. С. 108–109. *(Здобувачем здійснено опрацювання дослідних даних,*

оцінено забезпеченість експериментальної бази для досліджень біопродукції березових насаджень Чернігівського Полісся, узагальнено висновки).

49. Лакида П. И., Белоус А. М., Василишин Р. Д., Зибцев С. В., **Матушевич Л. Н.** Биопродуктивность и энергетический потенциал лесов Украины. Наука о лесе XXI века: Международная научно-практическая конференция, посвященная 80-летию Института леса Национальной академии наук Беларуси, г. Гомель, Республика Беларусь, 17–19 ноября 2010 года: тезисы доклада. Гомель, 2010. С. 53–56. *(Здобувачем здійснено опрацювання дослідних даних, аналіз результатів, узагальнено висновки).*

50. Лакида П. І., Білоус А. М., Василишин Р. Д., **Матушевич Л. М.** Нормативи оцінки енергетичного потенціалу м'яколистяних деревостанів Полісся України. Міжнародна конференція науково-педагогічних працівників наукових співробітників та молодих вчених, м. Київ, 14–15 квітня 2011 року: тези доповіді. Київ, 2011. С. 82–83. *(Здобувачем здійснено опрацювання дослідних даних, нормативи оцінки енергетичного потенціалу та їх аналіз).*

51. Лакида П. І., **Матушевич Л. М.** До методики оцінки біотичної продукції компонентів крони дерев. Ліс, довкілля, технології: наука та інновації: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 29 березня 2012 року: тези доповіді. Київ, 2012. С. 145–146. *(Здобувачем здійснено опрацювання методики оцінки біотичної продукції крони дерев, узагальнено висновки).*

52. Лакида П. І., **Матушевич Л. М.**, Сорока М. Г., Случик І. С. Експериментальна база даних з оцінки біопродуктивності березових деревостанів Чернігівського Полісся. Ліс, довкілля, технології: наука та інновації: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 29 березня 2012 року: тези доповіді. Київ, 2012. С. 147–148. *(Здобувачем здійснено аналіз експериментальної бази даних для оцінки біопродуктивності березових деревостанів, узагальнено висновки).*

53. Матушевич Л. М. Характеристика лісів Східного Полісся України за їх походженням. Ліси, парки, технології: сьогодні та майбутнє: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 28–29 березня 2013 року: тези доповіді. Київ, 2013. С. 49–50.

54. Матушевич Л. М. Експериментальна база даних для оцінки первинної продукції соснових деревостанів Східного полісся України. Наукові основи підвищення продуктивності та біологічної стійкості лісових та урбанізованих екосистем: 63 науково-технічна конференція, м. Львів, 21–22 травня 2013 року: тези доповіді. Львів, 2013. С. 62–63.

55. Лакида П. І., **Матушевич Л. М.**, Ловинська В. М. Особливості методики оцінки бічної поверхні хвої. Біоресурси лісових та урбанізованих екосистем: відтворення, збереження і раціональне використання: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 23–24 квітня 2015 року: тези доповіді. Київ, 2015. С. 39–40. *(Здобувачем проаналізовано особливості методів оцінки бічної поверхні хвої, узагальнено висновки).*

56. Лакида П. І., **Матушевич Л. М.** До методики оцінки індексу листкової поверхні насаджень. Біоресурси лісових та урбанізованих екосистем:

відтворення, збереження і раціональне використання: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 23–24 квітня 2015 року: тези доповіді. Київ, 2015. С. 49–50. *(Здобувачем опрацьовано методику оцінки індексу листкової поверхні насаджень, узагальнено висновки).*

57. Матушевич Л. М. Біотична продукція компонентів крони дерев дуба звичайного у Східному Поліссі України. Виклики ХХІ століття та їхнє вирішення у лісовому комплексі й довкіллі: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 07–09 жовтня 2015 року: тези доповіді. Київ, 2015. С. 49–50.

58. **Матушевич Л. Н.**, Лакида П. И. Сосновые леса Восточного Полесья Украины. Международная научно-практическая конференция, посвященная 85-летию Института леса Национальной академии наук Беларуси, г. Гомель, Республика Беларусь, 11–13 ноября 2015 года: тезисы доклада. Гомель, 2015. С. 45–47. *(Здобувачем здійснено опрацювання даних, оцінено таксаційну структуру соснових лісів, здійснено аналіз результатів).*

59. **Матушевич Л. М.**, Лакида П. І. Залежність маси приросту компонентів крони дерев дуба звичайного у Східному Поліссі України від таксаційних показників гілок. Актуальні проблеми лісового сектору та садово-паркового господарства: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 14–15 квітня 2016 року: тези доповіді. Київ, 2016. С. 55–56. *(Здобувачем здійснено опрацювання дослідних даних, здійснено оцінку маси приросту компонентів крони та її залежність від таксаційних показників дерев, здійснено аналіз результатів).*

60. **Матушевич Л. М.**, Малієнко А. В. Параметри періодичного приросту компонентів фітомаси крони дерев сосни звичайної. Актуальні проблеми лісового сектору та садово-паркового господарства: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 14–15 квітня 2016 року: тези доповіді. Київ, 2016. С. 57–58. *(Здобувачем здійснено опрацювання дослідних даних, оцінено параметри періодичного приросту компонентів фітомаси крони дерев сосни звичайної, здійснено аналіз результатів).*

61. Осадчий М. В., **Матушевич Л. М.** Оцінка локальної щільності деревини стовбурів дерев сосни звичайної. Актуальні проблеми лісового сектору та садово-паркового господарства: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 14–15 квітня 2016 року: тези доповіді. Київ, 2016. С. 55–56. *(Здобувачем здійснено опрацювання дослідних даних, оцінено локальну щільність стовбурів дерев сосни звичайної, узагальнено висновки).*

62. **Матушевич Л. М.**, Лакида П. І. Типологічна структура дубових деревостанів Східного Полісся України. XIV Погребняківські читання: Всеукраїнська науково-практична конференція, приурочена до 50-річчя Українського науково-дослідного інституту гірського лісівництва імені П. С. Пастернака та 10-річчя кафедри лісознавства Прикарпатського національного університету, м. Івано-Франківськ, 12–14 травня 2016 року: тези доповіді. Івано-Франківськ, 2016. С. 106–111. *(Здобувачем здійснено опрацювання даних, оцінку дубових деревостанів Східного Полісся України за типологічною структурою, аналіз результатів).*

63. Лакида П. І., **Матушевич Л. М.**, Приліпко І. С. Роль біопродукційного процесу березових деревостанів у стабілізації екологічної рівноваги довкілля Чернігівського Полісся. Нові технології в геодезії, землевпорядкуванні, лісовпорядкуванні та природокористуванні: VIII Міжнародна науково-практична конференція, м. Ужгород-Синевир, 6–8 жовтня 2016 року: тези доповіді. Ужгород, 2016. С. 295–299. *(Здобувачем оцінено біопродукційний процес березових деревостанів та його роль у стабілізації довкілля Чернігівського Полісся, здійснено аналіз результатів).*

64. **Матушевич Л. М.**, Малієнко А. В. Особливості утворення первинної продукції гілками крони дерев сосни звичайної. Здоров'я лісів, екосистемні послуги та лісові продукти для суспільства: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 6–7 квітня 2017 року: тези доповіді. Київ, 2017. С. 47–48. *(Здобувачем здійснено аналітичний огляд, оцінку первинної продукції гілок дерев сосни звичайної, узагальнено висновки).*

65. Малієнко А. В., **Матушевич Л. М.** Оцінка якісних показників хвої сосни звичайної. Ліс і зелена економіка України: Всеукраїнська науково-практична студентська конференція, м. Київ, 23–24 березня 2017 року: тези доповіді. Київ, 2017. С. 31–32. *(Здобувачем здійснено аналітичний огляд, оцінку якісних показників хвої сосни звичайної, узагальнено висновки).*

66. Лакида П. І., Василюшин Р. Д., **Матушевич Л. М.**, Бала О. П., Лакида П. І. Дослідження біопродукційних процесів деревостанів України в контексті екологічного збалансування довкілля. Ліси Східної Європи у світі, що змінюється: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 120-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України та 80-річчю академіка Лісівничої академії наук України та Євразійської академії наук, почесного професора Національного університету біоресурсів і природокористування України, професора Швиденка Анатолія Зіновійовича, м. Київ, 27–30 вересня 2017 року: тези доповіді. Київ, 2017. С. 73–74. *(Здобувачем здійснено постановку питання, аналітичний огляд, узагальнено висновки).*

67. Матушевич Л. М. Мінливість локальної щільності компонентів стовбурів дерев сосни звичайної в межах деревостану. Ліси Східної Європи у світі, що змінюється: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 120-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України та 80-річчю академіка Лісівничої академії наук України та Євразійської академії наук, почесного професора Національного університету біоресурсів і природокористування України, професора Швиденка Анатолія Зіновійовича, м. Київ, 27–30 вересня 2017 року: тези доповіді. Київ, 2017. С. 77–78.

68. Лакида І. П., Бала О. П., **Матушевич Л. М.**, Лакида П. І., Потапенко А. М. Кисне-продуктивність дібров Українського Полісся. Стале управління лісовим комплексом та збалансований розвиток урболандшафтів: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 27 березня 2018 року: тези доповіді. Київ, 2018. С. 33–34. *(Здобувачем здійснено опрацювання*

дослідних даних, оцінку киснепродуктивності дібров Українського Полісся, здійснено аналіз результатів).

69. Лакида П. І., Усеня В. В., **Матушевич Л. М.**, Бала О. П., Лакида І. П. Конверсійні коефіцієнти компонентів фітомаси дубових насаджень Полісся України. Стале управління лісовим комплексом та збалансований розвиток урболандшафтів: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 27 березня 2018 року: тези доповіді. Київ, 2018. С. 35–36. *(Здобувачем здійснено опрацювання дослідних даних, визначено конверсійні коефіцієнти компонентів фітомаси дубових насаджень Полісся України, здійснено аналіз результатів).*

70. **Matushevych L.**, Lakyda P. Features of primary production modeling of trees and stands. Addressing Ecological and Social Challenges for Forests and Forest Management: Proceedings of International scientific and practical conference, Kiev, October 22–24, 2018: abstracts. Kiev, 2018. P. 72–73. *(Здобувачем оцінено особливості моделювання первинної продукції дерев і деревостанів, здійснено аналіз результатів).*

71. **Матушевич Л. М.**, Лакида П. І. Параметрична структура деревостанів Східного Полісся України. Проблеми розвитку лісової таксації, лісовпорядкування та інвентаризації лісів: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 6–7 грудня 2018 року: тези доповіді. Київ, 2018. С. 94–95. *(Здобувачем здійснено опрацювання вихідних даних, оцінено структуру деревостанів Східного Полісся України за таксаційними параметрами, здійснено аналіз результатів).*

72. Матушевич Л. М. Структура земель лісового фонду Східного Полісся. Лісівнича освіта і наука: стан, проблеми та перспективи розвитку України: IV Міжнародна науково-практична конференція, м. Малин, 28 березня 2019 року: тези доповіді. Малин, 2019. С. 140–145.

73. **Матушевич Л. М.**, Лакида П. І. Мінливість морфологічних параметрів однорічної хвої сосни звичайної в умовах Східного Полісся України. Перспективи розвитку екосистемного менеджменту у лісовому комплексі та садово-парковому господарстві: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 18–19 квітня 2019 року: тези доповіді. Київ, 2019. С. 32–33. *(Здобувачем здійснено опрацювання дослідних даних, оцінено параметри однорічної хвої сосни звичайної та їх мінливість, узагальнено висновки).*

74. Матушевич Л. М. Розміри та річний приріст хвої сосни звичайної в умовах Східного Полісся України. Відновлення, охорона й збереження рослинного світу лісів України в умовах техногенного навантаження та змін клімату: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 15–16 жовтня 2019 року: тези доповіді. Київ, 2019. С. 63–64.

75. Матушевич Л. М. До методики оцінки надземної первинної продукції дерев. Теперішнє та майбутнє лісів екотону середніх широт: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 11 червня 2021 року: тези доповіді. Київ, 2021. С. 89–90.

АНОТАЦІЯ

Матушевич Л. М. Первинна продукція деревостанів головних лісотвірних порід Східного Полісся України (методологія, інформаційне забезпечення, динаміка). На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук зі спеціальності 06.03.02 «Лісовпорядкування та лісова таксація». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2021.

У дисертації представлено теоретичні й прикладні аспекти оцінювання первинної продукції дерев і деревостанів та її динаміки для основних лісотвірних видів у Східному Поліссі України. У дослідженні розроблено алгоритми оцінювання первинної продукції компонентів надземної фітомаси дерев і деревостанів. Одержано систему математичних моделей та розроблено нормативно-інформаційне забезпечення оцінки первинної продукції компонентів надземної фітомаси дерев і деревостанів сосни звичайної, берези повислої та дуба звичайного.

Отримано інформаційно-довідкові дані фракційного складу надземної фітомаси, її щільності й депонованого вуглецю для хвойних, твердолистяних, м'яколистяних лісів лісогосподарських підприємств Східного Полісся України. Розраховано первинну продукцію фітомаси, вуглецю та киснепродуктивність насаджень регіону досліджень.

Запропоновано метод обміру та оцінювання первинної продукції гілок крони дерев. Опрацьовано методику оцінки індексу площі листкової поверхні деревостанів. Визначено індекс площі листкової поверхні для соснових, березових і дубових деревостанів Східного Полісся України.

Ключові слова: сосна звичайна, береза повисла, дуб звичайний, математичне моделювання, абсолютний та відносний поточний приріст, первинна продукція, компоненти надземної фітомаси, нормативи, киснепродуктивність, депонований вуглець, індекс площі листкової поверхні.

АННОТАЦИЯ

Матушевич Л. Н. Первичная продукция древостоев главных лесобразующих пород Восточного Полесья Украины (методология, информационное обеспечение, динамика). На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.03.02 «Лесоустройство и лесная таксация». Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины. Киев, 2021.

В диссертации представлены теоретические и прикладные аспекты оценки первичной продукции деревьев и древостоев и ее динамики для основных лесобразующих видов в Восточном Полесье Украины. В исследовании разработаны алгоритмы оценки первичной продукции компонентов надземной фитомассы деревьев и древостоев. Получена система математических моделей и разработано нормативно-информационное

обеспечение оценки первичной продукции компонентов надземной фитомассы деревьев и древостоев сосны обыкновенной, березы повислой, дуба обыкновенного.

Получены информационно-справочные данные фракционного состава надземной фитомассы, ее плотности и депонированного углерода для хвойных, твердолиственных, мягколиственных лесов лесохозяйственных предприятий Восточного Полесья Украины. Рассчитана первичная продукция фитомассы, углерода и кислородной производительности насаждений региона исследований.

Предложен метод обмера и оценки первичной продукции ветвей кроны деревьев. Разработана методика оценки индекса площади листовой поверхности древостоев. Определены индекс площади листовой поверхности для сосновых, березовых и дубовых древостоев Восточного Полесья Украины.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, береза повислая, дуб обыкновенный, математическое моделирование, абсолютный и относительный текущий прирост, первичная продукция, компоненты надземной фитомассы, нормативы, кислородная производительность, депонированный углерод, индекс площади листовой поверхности.

ANNOTATION

Matushevych L M. Primary Production of Forests of Main Tree Species of Eastern Polissya of Ukraine (Methodology, Information Support, Dynamics). The Manuscript.

Thesis for a Doctors's Degree in Agricultural Sciences majoring in 06.03.02 «Forest Inventory and Forest Mensuration». National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv. 2021.

There are theoretical and applied aspects of assessing the primary production of trees and stands and their dynamics for main forest tree species in Eastern Polissya of Ukraine presented in this dissertation. A system of mathematical models and information support was developed to assess primary production of aboveground biomass compartments of trees and stands of Scots pine, silver birch, European oak.

Information support data was obtained for compartments of aboveground live biomass, its density and sequestered carbon regarding coniferous, broadleaved and soft-leaved forests within Eastern Polissya of Ukraine. Primary production of live biomass, carbon and oxygen productivity were estimated for research area.

A method of surveying and estimation of primary production was developed for the branches of tree crowns. The method of leaf area index estimation for stands was applied. Here, leaf area index was assessed for Scots pine, silver birch and European oak stands of Eastern Polissya of Ukraine.

Methods of this study include scientific empirical approaches, systematic data collection, symbiosis of theoretical (analysis, synthesis, mathematical modeling) and applied (observation, experiment) methods. Experimental investigations harness the mensuration, biometrical methods, field and laboratory experiments, statistical processing of output data with information technologies.

Research data was processed by statistical methods in Excel, statistical software IBM SPSS Statistics 22 and specialized mensuration applications PERTA, ZRIZ, ZRIZ-K, PLOT, GIL, PAS, FITO, RATIO, CARBON.

Investigation of total amounts and composition of primary production of Scots pine, silver birch, and European oak forests within Eastern Polissya of Ukraine by aboveground live biomass compartments included: analysis of polygon-based inventory forest data base; processing of data from existing network of temporary sample plots; establishment of sample plots; data collection; processing of collected data; developing the mathematical models and information support outputs of assessing the primary production of aboveground live biomass compartments of trees and stands; calculation of leaf area index for studied tree species; verification of obtained results.

Based on the evidence from data base «Forest fund of Ukraine», silvicultural and mensuration composition of Eastern Polissya forest stands was analyzed with following examining of their distribution, provenance, structure, productivity, growth patterns in different conditions. It fosters the organization and planning of investigation of primary production assessment for aboveground live biomass compartments of trees and stands of Scots pine, silver birch, and European oak in this region.

Given the specific studied time frame of forest stand age, primary production of Scots pine stemwood fluctuates from 0.1 to 14.5 kg·yr⁻¹, of silver birch from 0.16 to 7.92 kg·yr⁻¹, of European oak from 0.03 to 40.3 kg·yr⁻¹. Under typical growing conditions within Eastern Polissya of Ukraine Scots pine individual tree of 50 years old in aboveground part can accumulate 15.22 kg·yr⁻¹, silver birch tree of 35 years old accumulates 16.5 kg·yr⁻¹, and European oak tree accumulates 21.26 kg·yr⁻¹ of primary production.

Respectively, forest stands of the corresponding age cohort and growing stock volume group can produce from 0.16 to 3.31 t·ha⁻¹·yr⁻¹ (Scots pine), from 1.09 to 2.59 t·ha⁻¹·yr⁻¹ (silver birch), and from 0.57 to 7.14 t·ha⁻¹·yr⁻¹ (European oak) of stemwood live biomass in the region of Eastern Polissya of Ukraine.

More primary production in aboveground compartments is accumulated by European oak stands if considering the typical growth conditions within Eastern Polissya of Ukraine and studied tree species, while respective stands of silver birch and Scots pine produces less stemwood biomass annually (in descending order). Highly productive Scots pine stands of 50 years old having the growing stock volume of 350 m³·ha⁻¹ can accumulate 8.34 t·ha⁻¹·yr⁻¹, while for silver birch this value reaches 8.98 t·ha⁻¹·yr⁻¹, and for European oak it is 11.56 t·ha⁻¹·yr⁻¹ of aboveground primary production.

Broadleaved tree species can reach 2.57 t·ha⁻¹·yr⁻¹ of primary productivity within the study region. In Sumy region, soft-leaved stands accumulate 3.65 t·ha⁻¹·yr⁻¹ of primary production, while in Chernihiv region only 1.79 t·ha⁻¹·yr⁻¹. Primary production of coniferous forests is larger by 0.05 t·ha⁻¹·yr⁻¹ in Sumy region (1.32 t·ha⁻¹·yr⁻¹).

Mean carbon density for the forest stands of Eastern Polissya of Ukraine was estimated at $9.9 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ and exceeds the mean carbon density assessed for entire Ukraine ($6.5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$).

The leaf area index values for the stands of Eastern Polissya of Ukraine were estimated at $0.82 \text{ m}^2\cdot\text{m}^{-2}$ for Scots pine (ranges from 0.08 to $2.84 \text{ m}^2\cdot\text{m}^{-2}$), while $1.34 \text{ m}^2\cdot\text{m}^{-2}$ for silver birch (ranges from 0.03 to $2.57 \text{ m}^2\cdot\text{m}^{-2}$), $4.3 \text{ m}^2\cdot\text{m}^{-2}$ for European oak (ranges from 0.37 to $8.84 \text{ m}^2\cdot\text{m}^{-2}$).

Obtained research results outline the potential of biotic resources of forest stands of studied tree species with a specific focus on their ecosystem functions within the region of Eastern Polissya of Ukraine.

Key words: Scots pine, silver birch, European oak, mathematical modeling, absolute and relative current increment, primary production, aboveground live biomass compartments, information support tables, oxygen productivity, sequestered carbon, leaf area index.

Підписано до друку 19.08.21
Ум. друк. арк. 3
Наклад 110 прим.

Формат 60x84\16
Зам. № 210580

Віддруковано у редакційно-видавничому відділі НУБіП України
вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041
тел.: 527-81-55