

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Державний вищий навчальний заклад  
Національний лісотехнічний університет України

ЗАДОРОЖНИЙ АНДРІЙ ІВАНОВИЧ

УДК 630\*[524.39:176.322.2:174.755](292.452)

**СТРУКТУРА НАДЗЕМНОЇ ФІТОМАСИ БУКОВИХ І ЯЛИНОВИХ  
ДЕРЕВОСТАНІВ ПОЛОНІНСЬКОГО ХРЕБТА УКРАЇНСЬКИХ  
КАРПАТ**

Спеціальність 06.03.02 "Лісовпорядкування та лісова таксація"

**Автореферат**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата сільськогосподарських наук

**Львів – 2021**

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі лісової таксації та лісовпорядкування Національного лісотехнічного університету України Міністерства освіти і науки України

**Науковий керівник** доктор сільськогосподарських наук, професор  
**Гриник Георгій Георгійович**,  
Національний лісотехнічний університету України  
Міністерства освіти і науки України,  
професор кафедри лісової таксації та  
лісовпорядкування

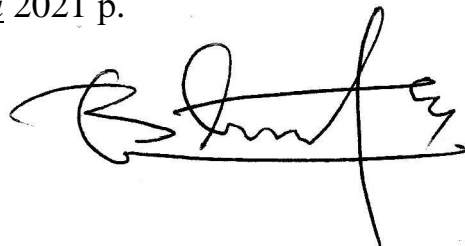
**Офіційні опоненти:** доктор сільськогосподарських наук, професор  
**Пастернак Володимир Петрович**,  
Українського ордена «Знак пошани» науково-  
дослідного інституту лісового господарства та  
агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, м. Харків,  
провідний науковий співробітник лабораторії  
моніторингу і сертифікації лісів

доктор сільськогосподарських наук, професор  
**Василишин Роман Дмитрович**,  
Національний університет біоресурсів і  
природокористування України Міністерства освіти  
і науки України, м. Київ, професор кафедри таксації  
лісу та лісового менеджменту

Захист відбудеться "21" квітня 2021 р. о 14<sup>00</sup> год на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 35.072.02 в Національному лісотехнічному університеті України за адресою: **79057, м. Львів, вул. Ген. Чупринки, 103, зал засідань.**

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного лісотехнічного університету України за адресою: **79057, м. Львів, вул. Ген. Чупринки, 101.**  
Автореферат розісланий "20" березня 2021 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради



В. Я. Заячук

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** На сьогодні, крім традиційних для лісового господарства вирощування якісної деревини, використання лікарської та технічної сировини, надзвичайно важливими є і інші корисні властивості лісів. Зокрема, екологічні, до яких належить можливість накопичення фітомаси лісовими екосистемами, що є основою для встановлення перспектив депонування вуглецю та, у такий спосіб, регулювання вмісту парникових газів в атмосфері.

Дослідження фітомаси лісів, її структури, а також біопродуктивності лісових насаджень Україні в окремих лісорослинних зонах, окремих лісових деревних видів, для визначених регіонів здійснили низка науковців (Лакида та ін., 1993, 1997, 2002, 2008, 2010, 2011, 2012; Блищик, 2008; Васишин, 2005, 2007, 2016; Білоус, 2010, 2012, 2013, 2014; Пастернак, 2010, 2011, 2019; Миклуш, 2011).

Отже, дослідження структури надземної стовбурової фітомаси гірських деревостанів Полонинського хребта Українських Карпат є перспективним і важливим з огляду на аналіз цих показників для корінних букових і похідних ялинових деревостанів. Для аналізу та можливості керування екологічними функціями лісу актуальними є дослідження щільності фітомаси, її структури та продуктивності корінних та похідних деревостанів у найпоширеніших типах лісу та типах лісорослинних умов.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Виконана дисертаційна робота безпосередньо пов'язана з науковими дослідженнями, що здійснювали у Національному лісотехнічному університеті України в межах госпдоговірної теми «Діагностування, кваліметрія та вирощування деревних порід із заданими властивостями деревини в ДП "Берегометське ЛГ" (ГД 08.10-09-14) (номер державної реєстрації 0115U001012), до виконання якої дисертант залучався як співвиконавець окремих розділів.

**Мета і задачі дослідження.** Мета дисертаційного дослідження – встановити особливості структури компонентів надземної фітомаси букових та ялинових деревостанів у найпоширеніших типах лісорослинних умов Полонинського хребта Українських Карпат, опрацювати математичні залежності різних видів щільностей деревини від таксаційних показників дерев та розробити нормативно-довідкові матеріали для визначення об'ємів окремих фракцій та загальної стовбурової надземної фітомаси дерев і деревостанів досліджуваних видів. Для досягнення поставленої мети було сформульовано такі завдання:

- проаналізувати лісівничо-таксаційні показники деревостанів головних лісотвірних видів Полонинського хребта Українських Карпат для встановлення пріоритетних видів з метою їх подальшого дослідження;
- встановити показники параметрів компонентів надземної фітомаси стовбура та крони дерев бука лісового та ялини європейської у деревостанах з їх домінуванням;
- розробити математичні залежності базисної, локальної і середньої щільності компонентів фітомаси стовбура, середньої щільності деревини та

кори гілок, а також показники параметрів фотосинтезувальної фракції дерев бука лісового та ялини європейської у деревостанах з їх домінуванням;

- розробити математичні моделі залежності компонентів фітомаси (деревина і кора стовбура, гілки крони, листя чи хвоя відповідно) для дерев бука лісового та ялини європейської від таких таксаційних ознак: висоти та діаметра стовбура;

- розробити математичні моделі залежності надземних компонентів стовбурової фітомаси (деревина і кора стовбура, гілки крони, листя чи хвоя) букових та ялинових деревостанів від їхніх таксаційних показників – середніх значень висоти і діаметра стовбура та відносної повноти;

- дослідити особливості структури стовбурової фітомаси букових та ялинових деревостанів Полонинського хребта Українських Карпат на основі розроблених моделей та їхніх повидільних характеристик у досліджуваних типах лісорослинних умов.

*Об'єктом дослідження є особливості формування структури надземної стовбурової фітомаси букових та ялинових деревостанів.*

*Предмет дослідження – структура фітомаси букових та ялинових деревостанів у найпоширеніших типах лісорослинних умов Полонинського хребта Українських Карпат.*

**Методи дослідження.** У процесі виконання дисертаційної роботи використовували як загальнонаукові емпіричні (експеримент, аналіз, синтез, порівняння тощо), так і спеціальні методи біометрії, лісової таксації та інших лісівничих дисциплін (групування, кореляційний, регресійний та дисперсійний аналізи). Точність і адекватність розроблених математичних моделей перевіряли з використанням статистичних критеріїв (коефіцієнта детермінації  $R^2$ ,  $F$ -критерію Фішера,  $t$ -критерію Ст'юдента, аналізу розподілу залишків).

Інформаційною базою для виконання дисертаційного дослідження слугували дослідні дані власних тимчасових пробних площ та реляційна база даних (РБД) «Повидільна таксаційна характеристика лісів» (ПТХЛ) Українського державного проектного лісовпорядного виробничого об'єднання «Укрдержліспроект» на 01.01.2011 р.

**Наукова новизна одержаних результатів.** На основі системного підходу, опрацьованої методики та репрезентативних дослідних даних під час дослідження структури та продуктивності надземної стовбурової фітомаси букових та ялинових деревостанів Полонинського хребта Українських Карпат

*вперше:*

- встановлено локальні та середні показники природної і базисної щільності компонентів фітомаси стовбура та крони дерев бука лісового та ялини європейської у найпоширеніших типах лісорослинних умов Полонинського хребта Українських Карпат;

- опрацьовано комплекс математичних залежностей параметрів компонентів надземної фітомаси дерев бука лісового та ялини європейської у деревостанах з їхнім домінуванням;

- розроблено систему математичних залежностей компонентів фітомаси (деревина і кора стовбура, гілки крони, листя чи хвої відповідно) для дерев бука лісового та ялини європейської від таких таксаційних показників дерев, як діаметр та висота;

- розроблено математичні залежності компонентів надземної стовбурової фітомаси букових та ялинових деревостанів від їхніх таксаційних показників;

- здійснено кількісне оцінювання структури надземної стовбурової фітомаси букових та ялинових деревостанів Полонинського хребта Українських Карпат у досліджуваних типах лісорослинних умов;

*удосконалено:*

- математичне забезпечення опису залежності локальної щільності компонентів фітомаси стовбурів дерев бука лісового та ялини європейської від відносної висоти;

- математичне забезпечення для розрахунку обсягів надземної стовбурової фітомаси букових та ялинових деревостанів за компонентами;

*одержало подальший розвиток:*

- дослідження структури надземної стовбурової фітомаси букових та ялинових деревостанів у гірських умовах;

- визначення динаміки основних таксаційних показників деревостанів головних лісотвірних деревних видів Полонинського хребта Українських Карпат за результатами аналізу повидільної бази даних.

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблений комплекс нормативно-довідкових матеріалів та системи математичних залежностей дає можливість перспективного та практичного застосування для вирішення низки екологічних, ресурсознавчих та виробничих галузевих проблем як у регіоні проведення дослідження, так і для Українських Карпат зокрема. До практичного використання рекомендовано:

- математичні залежності параметрів компонентів фітомаси дерев і деревостанів бука лісового та ялини європейської з їх домінуванням у типах лісорослинних умов вологий сугруд та вологий груд;

- таблиці компонентів фітомаси (деревина і кора стовбура, гілки крони, листя чи хвоя відповідно) для дерев бука лісового та ялини європейської залежно від висоти та діаметра;

- таблиці компонентів надземної стовбурової фітомаси (деревина і кора стовбура, гілки крони, листя чи хвої відповідно) для букових та ялинових деревостанів залежно від середніх значень висоти і діаметра стовбура та відносної повноти.

Отримані результати дисертаційного дослідження впроваджено у Закарпатському обласному управлінні лісового та мисливського господарства (акт впровадження від 29.08.2019 р.), Департаменті екології та природних ресурсів Закарпатської обласної державної адміністрації (акт впровадження від 09.09.2019 р.), Національному природному парку "Сеневир" Міністерства енергетики та захисту довкілля (акт впровадження від 16.09.2019 р.), а також у навчальні програми при викладанні дисциплін "Лісова таксація", "Лісове деревознавство", "Основи екології та охорони природи" в Ужгородському національному університеті (акт впровадження від 20.06.2020 р.).

**Особистий внесок здобувача.** Наукові положення, основні результати дослідження, висновки та рекомендації, що виносяться на захист, отримані дисертантом особисто, із наукових праць, опублікованих у співавторстві, використано тільки ті ідеї та положення, які є результатом власного дослідження.

Дисертація є завершеною науковою працею, в якій вирішено такі завдання: удосконалено та розроблено комплекс математичних моделей показників фітомаси дерев бука лісового та ялини європейської у корінних та похідних деревостанах найпоширеніших типів лісорослинних умов Полонинського хребта Українських Карпат; опрацьовано комплекс математичних залежностей, за допомогою яких отримано кількісні показники

нагромадженої надземної стовбурової фітомаси букових та ялинових деревостанів Полонинського хребта Українських Карпат.

**Апробація результатів дисертації.** Основні теоретичні положення дисертаційної роботи та її результати були викладені й отримали позитивні відгуки на Міжнародній науково-практичній конференції "Устойчивое управление лесами и рациональное лесопользование" (м. Мінськ, 2010 р.), VIII Міжнародній науково-практичній конференції "Нові технології в геодезії, землевпорядкуванні, лісовпорядкуванні та природокористуванні" (м. Ужгород – м. Міжгір'я, 2016 р.), II Міжнародній науково-практичній конференції "Стан природних ресурсів, перспективи їх збереження та відновлення", (м. Дрогобич, 2016 р.), IV Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, магістрів, аспірантів і молодих вчених, присвяченої 15-річчю факультету лісового господарства "Ліс, наука, молодь" (м. Житомир, 2016 р.), 66-й науково-практичній конференції професорсько-викладацького складу, наукових працівників, докторантів та аспірантів за підсумками наукової діяльності у 2015 р. Навчально-наукового інституту лісового і садово-паркового господарства Національного лісотехнічного університету України (м. Львів, 2016 р.); VIII та XX Всеукраїнських науково-практичних конференціях з міжнародною участю "Біологічні дослідження – 2017" (м. Житомир, 2017 р.), V, VI та VII Всеукраїнських науково-практичних конференціях студентів, магістрів, аспірантів і молодих вчених "Ліс, наука, молодь" (м. Житомир, 2017 р., 2018 р., 2019 р.), Всеукраїнській науково-практичній конференції "Проблеми ведення та експлуатації лісових і мисливських ресурсів" (м. Житомир, 2017 р.), Міжнародній науково-практичній конференції "Актуальні проблеми лісового і садово-паркового господарства" (м. Умань, 2018 р.), IX Міжнародній науково-практичній конференції "Нові технології в геодезії, землевпорядкуванні, лісовпорядкуванні та природокористуванні" (м. Ужгород, 2018 р.), IV Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених та студентів "Сучасний стан та перспективи розвитку біо- і агроценозів в умовах постійного техногенного забруднення" (м. Дрогобич, 2018 р.), 14th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT). (17-20 September 2019, Lviv, Ukraine), IX Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю "Біологічні дослідження – 2020" (м. Житомир, 2020 р.), V міжнародній науково-практичній конференції "Applied scientific and technical research" (м. Івано-Франківськ, 2020 р.).

**Публікації.** За темою дисертаційного дослідження опубліковано 26 наукових праць, з яких 10 статей – у наукових фахових виданнях України, 7 – у міжнародних наукометричних базах даних, одна – у закордонному виданні, 15 тез та матеріалів доповідей – у збірниках матеріалів конференцій.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається із вступу та 5 розділів, висновків, пропозиції виробництву, списку використаних джерел (262 найменування, у т ч. 91 – іноземних авторів) та п'яти додатків. Загальний обсяг роботи становить 253 сторінки комп'ютерного тексту, зокрема 210 сторінок основного тексту. Дисертаційна робота містить 111 таблиць, ілюстрована 19 рисунками. Додатки викладено на 44 сторінках.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Розділ 1 "Теоретичні основи дослідження структури фітомаси лісів". Відповідно до здійсненого аналізу літературних джерел сама щільність дерев бука лісового та ялини європейської є добре дослідженою переважно у площині анатомічної будови. Ці дослідження спрямовані передусім на вирішення

конкретних завдань деревообробної та деревопереробної промисловості, оскільки мають прикладний аспект для глибшого перероблення деревини, використання її як сировини для паперової та целюлозної промисловості, а також для виготовлення конструктивних елементів (Horvat, 1966, 1969; Štajduhar, 1973; Klepac 1986; Louzada, 2002; Koprowski et al, 2012; Lanvermann et al, 2014; Vasiliki et al, 2016; Lo Monaco et al, 2017). Отже, більшість питань, пов'язаних із дослідженням щільності деревини знаходиться у прикладній площині. Деякі питання залежності фізико-механічних властивостей деревини бука лісового і ялини європейської від комплексного впливу на їх формування типів лісорослинних умов, походження дерев, їх таксаційних ознак чи впливу господарських заходів у лісових насадженнях досліджені фрагментарно (Sutton et al., 1973; Harmon et al., 1986; Maclaren et al., 1995; Вінтонів та ін., 2001, 2007; Васишин, 2005, 2016; Gerendiaín et al., 2007; Лакида та ін., 2008, 2010, 2011, 2012; Zoric, 2008; Кендзьора та ін., 2010; Білоус та ін. 2010, 2012, 2013; Carson et al., 2014; Barrios et al, 2017; Sopushynskyy et al., 2017; Сопушинський та ін., 2017, 2018, 2019). Часто це пов'язано із частковими випадками, такими як вирощування ялинових деревостанів на землях, що вийшли з-під сільськогосподарського користування (Irbe et al, 2015) або букових середньовікових деревостанів паростевого походження (Lo Monaco et al, 2017).

Встановлено, що як на території різних держав, так і в межах окремих регіонів, середні значення базової, об'ємної та природної щільності, а також щільності в абсолютно сухому стані дерев бука лісового та ялини європейської відрізняються істотно (Voulgaridis, 1987; Grote, 2002; Govorčín et al, 2003; Koprowski et al, 2012; Skarvelis et al, 2013; Szaban et al, 2014; Pretzsch et al, 2018). Більшість досліджень лісівничо-таксаційного напрямку як вітчизняних, так і провідних закордонних дослідників прямо або опосередковано підтверджують вплив різних типів лісорослинних умов на формування щільності деревини досліджуваних видів (Уткин, Вомперский, 1988; Gillespie, 1989; Лакида, 2002; Володимиренко, 2006; Watt et al., 2006; Лакида та ін., 2011). Результати дослідження фізико-механічних властивостей деревини, зокрема щільності, за допомогою класичних способів та з використанням неруйнівного контролю, підтверджують гіпотезу про відмінність щільності деревини у вертикальній площині (вгору по стовбуру від відземку до верхівки) та у горизонтальній (від ядрової частини до заболони) (Bouriaud et al, 2005; Molteberg et al, 2006; Pretzsch et al, 2018). Отже, доцільно використовувати усереднені значення щільності деревини для окремого стовбура. Лісівничо-таксаційні показники деревостанів та таксаційні ознаки окремих дерев мають істотний вплив на формування деревини, будови її структурних елементів, а відповідно – і на значення щільності деревини досліджуваних деревних видів.

**Розділ 2 "Програма, об'єкти і методика досліджень".** Для дослідження структури надземної фітомаси дерев і деревостанів бука лісового та ялини європейської, що ростуть на території Полонинського хребта Українських Карпат, використано експериментальні дані, зібрані під час виконання польових робіт упродовж 2006-2014 рр.

Упродовж періоду дослідження було закладено у букових деревостанах 36 тимчасових пробних площ (ТПП), у ялинових – 28 ТПП з оцінкою компонентів фітомаси деревостанів в межах лісового фонду державних підприємств "Міжгірське лісове господарство (ЛГ)", "Воловецьке ЛГ" та

"Свалявське ЛГ" Закарпатського обласного управління лісового і мисливського господарства. Усі ТПП було підібрано та закладено відповідно до лісівничих і таксаційних вимог в умовах вологого сугруду та вологого груду.

Вік букових деревостанів на пробних площах становив від 12 до 137 років, клас бонітету – I-II; відносна повнота від 0,62 до 0,79. Модельні дерева (МД) вибирали за принципом репрезентативності до розподілу за ступенями товщини з урахуванням значень висоти. Для встановлення щільності в абсолютно сухому стані компонентів фітомаси стовбура відібрано і досліджено зразки загалом із 129 МД бука лісового. ТПП закладено у деревостанах, які ростуть у таких типах лісу: волога грабова бучина (6 шт.), волога чиста бучина (8 шт.), волога ялицева бучина (4 шт.), волога чиста суббучина (6 шт.), волога ялиново-ялицева суббучина (5 шт.), волога грабова суббучина (7 шт.). Вік досліджуваних ялинових деревостанів на пробних площах становить від 18 до 102 років, клас бонітету – I-II; відносна повнота – від 0,64 до 0,81. Для встановлення базисної щільності компонентів фітомаси стовбура відібрано і досліджено зразки загалом із 120 МД. ТПП закладено у деревостанах, які ростуть у таких типах лісу: волога грабова бучина (7 шт.), волога ялиново-ялицева бучина (6 шт.), волога ялицева бучина (5 шт.), волога ялиново-ялицева суббучина (5 шт.), волога грабова суббучина (5 шт.).

Програмою дисертаційного дослідження передбачено встановити особливості структури компонентів надземної стовбурової фітомаси букових та ялинових дерев і деревостанів у найпоширеніших типах лісорослинних умов Полонинського хребта Українських Карпат.

Основними методами досліджень були рекогносцирувальні, лісівничо-таксаційні, морфометричні, порівняльної екології, математико-статистичні. Для дослідження структури фітомаси досліджуваних деревостанів використано методика проф. П.І. Лакиди (2002), основою якої є на першому етапі встановлення особливостей формування щільності надземної частини фітомаси стовбурів дерев, моделювання залежності щільності фракцій фітомаси окремих дерев від висоти та діаметра стовбура дерева з наступним моделюванням компонентів надземної фітомаси деревостанів залежно від середнього значення висоти та діаметра стовбура і відносної повноти.

Розділ 3 **"Характеристика лісів Полонинського хребта Українських Карпат"**. Згідно з геоботанічним районуванням Українських Карпат М. Голубця (2003), дослідження проведено в окрузі букових лісів, який займає близько 72,0 % площі і є найскладнішим за екологічними і геоботанічними показниками. Дослідження здійснено на територіях двох із трьох підокругів цього округу, а саме: у районі ялицево-букових верхньоужоцьких лісів, районі грабово-букових і букових дубриницько-свалявських лісів та районі букових лісів південних мегасхилів Полонинського хребта підокругу букових закарпатських лісів; у Міжгірському підрайоні Закарпатського району смереково-ялицево-букових і ялицево-смереково-букових лісів підокругу темнохвойно-букових привододільних лісів. У межах Полонинського хребта букові деревостани займають діапазон висот від 400-450 до 600-800 м н. р. м.



Клімат тут помірно теплий, сума активних температур – 1600-2400 °С, тривалість періоду активної вегетації – 140-165 днів, сума опадів – 700-1300 мм.

На основі опрацювання повидільної таксаційної бази даних станом на 01.01.2011 р. оцінено та проаналізовано сучасний стан та особливості поширення насаджень Полонинського хребта в межах територій державних лісогосподарських підприємств. Згідно з розподілом вкритих лісовою рослинністю земель Державного лісового фонду території Полонинського хребта значну частину за типами лісорослинних умов займають груди – 62,2 %, сугруди – 36,8 %, а субори – тільки 1,0 %. Із головних лісотвірних видів найбільшу площу займають деревостани бука лісового (76,2 %), ялини європейської (11,8 %) та ялиці білої (6,1 %).

У висотному діапазоні 400-800 м над рівнем моря (н.р.м.) переважають типи букових лісів. Загалом тут букові деревостани займають 86605,4 га (76,2 %). Разом з тим, значні площі у цьому висотному діапазоні займають ялинові деревостани – 13437,8 га (11,8 %), які здебільшого є похідними для нижньогірського поясу Українських Карпат.

Більшість насаджень регіону належать до високобонітетних (I<sup>a</sup> та вище класів бонітету) – 49,3 % та середньобонітетних – 32,2 %. За повнотою лісові насадження є середньоповнотні зі середньою відносною повнотою 0,72. На території лісового фонду регіону згідно з матеріалами лісовпорядкування виділено 56 типів лісу. Панівними є грудові типи лісорослинних умов 70660,1 га (62,2 %) вкритих лісовою рослинністю земель. Найбільшу площу займають середньовікові деревостани – 53506,8 га (47,1 %).

Результати статистичного аналізу підтверджують, що у досліджуваних типах лісорослинних умов середні значення досліджуваних показників фітомаси відрізняються, але характер їхнього розподілу в межах окремих сукупностей є подібний. Отже, можна використовувати спільні методики та застосовувати аналогічні процеси моделювання залежностей окремо для деревостанів у різних типах лісорослинних умов.

Зважаючи на можливість групування за показниками типів лісорослинних умов більшої деталізації до рівня типів лісу здійснити не вдалося з огляду на кількість та репрезентативність дослідного матеріалу на відповідних пробних площах. Отже, статистично обґрунтовано необхідність здійснити дослідження окремо для букових та ялинових деревостанів, які ростуть у типах лісорослинних умов С<sub>3</sub> та D<sub>3</sub>

**Розділ 4 "Параметри компонентів надземної фітомаси дерев бука лісового та ялини європейської"**. Зважаючи на важливість стабілізаційної ролі лісів, на сьогодні потрібна достовірна інформація, яка могла б охарактеризувати вплив гірських лісових масивів Карпат на екологічний стан довкілля регіону. Тому оцінювання потенційних об'ємів фітомаси у карпатських лісах, з погляду можливості її використання як в екологічних, виробничих, так і в енергетичних цілях, є надзвичайно актуальним. Локальна щільність компонентів фітомаси стовбура характеризує мінливість розподілів значень показників базисної щільності, а також щільностей в абсолютно сухому статі та у стані максимального насичення водою на різних відносних висотах стовбура. Значення показників локальної щільності визначено на пні та на відносних висотах

стовбура 0,25, 0,50 та 0,75 *h*. Дослідний матеріал згруповано за типами лісорослинних умов.

Згідно з результатами досліджень деревостанів бука лісового у типах лісорослинних умов (ТЛУ) С<sub>3</sub> та D<sub>3</sub> проаналізовано зміну локальної щільності в абсолютно сухому стані, у стані максимального насичення та локальної базисної щільності стовбурової деревини, деревини стовбурів у корі та кори стовбурів дерев. Найвищою мінливістю відзначається локальна щільність кори стовбура на різних відносних висотах. Характерним для динаміки значень середньої базисної щільності деревини стовбура дерев бука з віком для ТЛУ С<sub>3</sub> та D<sub>3</sub>, відзначено зменшення значень показника у молодому віці та поступове зростання до віку стиглості. Середні значення показника є вищі у ТЛУ С<sub>3</sub>, порівняно із ТЛУ D<sub>3</sub>.

За результатами досліджень деревостанів з домінуванням ялини європейської у похідних деревостанах в умовах вологих сугрудів та грудів проаналізовано зміну локальної щільності в абсолютно сухому стані, у стані максимального насичення та локальної базисної щільності деревини стовбурів, деревини стовбурів у корі та кори стовбурів дерев. Нижчі значення середньої щільності для деревини стовбура та стовбура у корі в абсолютно сухому стані притаманні деревині стовбура, а для кори – вищі у ТЛУ С<sub>3</sub>, порівняно із ТЛУ D<sub>3</sub>. Найменш мінливою є зміна показників локальної щільності в абсолютно сухому стані та базисної щільності для деревини стовбура в ТЛУ С<sub>3</sub>. Найвищим ступенем мінливістю відзначається локальна щільність кори стовбура на різних відносних висотах в обох досліджуваних типах лісорослинних умов.

Значення середньої щільності деревини та кори стовбура є важливим показником характеристик їхньої якості, значення якої для різних видів щільності дерев бука лісового наведено в табл. 1, а для дерев ялини європейської – у табл. 2.

Таблиця 1

**Середня щільність компонентів фітомаси стовбура бука лісового, кг·м<sup>-3</sup>**

Компонент фітомаси стовбура		Деревина стовбура в корі		Деревина стовбура		Кора стовбура	
		С <sub>3</sub>	D <sub>3</sub>	С <sub>3</sub>	D <sub>3</sub>	С <sub>3</sub>	D <sub>3</sub>
Щільність	В абсолютно сухому стані	670 <sup>±19</sup>	686 <sup>±13</sup>	717 <sup>±18</sup>	711 <sup>±9</sup>	562 <sup>±14</sup>	577 <sup>±12</sup>
	У стані максимального насичення	1058 <sup>±29</sup>	1038 <sup>±17</sup>	1109 <sup>±25</sup>	1085 <sup>±17</sup>	953 <sup>±19</sup>	957 <sup>±17</sup>
	Базисна	543 <sup>±19</sup>	540 <sup>±12</sup>	563 <sup>±10</sup>	546 <sup>±8</sup>	527 <sup>±8</sup>	487 <sup>±9</sup>

Аналізуючи табл. 1, встановлено, що вищі значення середньої щільності в абсолютно сухому стані притаманні деревині стовбура у ТЛУ С<sub>3</sub>, порівняно із ТЛУ D<sub>3</sub>. Середня щільність кори стовбура та деревини стовбура у корі вища у ТЛУ D<sub>3</sub>. Максимальні значення базисної щільності відповідають значенням деревини стовбура, деревини стовбура в корі та кори стовбура в ТЛУ С<sub>3</sub>. Мінімальна різниця у середніх значеннях базисної щільності характерна для деревини стовбура у корі, порівняно із рештою фракцій, де ця різниця доволі істотна – значення середньої базисної щільності деревини стовбура майже на 17 кг·м<sup>-3</sup>, а кори стовбура на 40 кг·м<sup>-3</sup> вищі у ТЛУ С<sub>3</sub>, порівняно із D<sub>3</sub>. Отже, можна зробити висновок, що щільність кори у різних типах лісорослинних умов відрізняється не тільки за величиною значень, але й за відсотком вологості у різних станах та її вологомісткістю.

Середня щільність компонентів фітомаси стовбурів ялини європейської, кг·(м<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>

Компонент фітомаси стовбура		Деревина стовбура у корі		Деревина стовбура		Кора стовбура	
		С <sub>3</sub>	Д <sub>3</sub>	С <sub>3</sub>	Д <sub>3</sub>	С <sub>3</sub>	Д <sub>3</sub>
Щільність	В абсолютно сухому стані	403 <sup>±10</sup>	420 <sup>±12</sup>	404 <sup>±6</sup>	424 <sup>±5</sup>	410 <sup>±8</sup>	400 <sup>±3</sup>
	У стані максимального насичення	759 <sup>±12</sup>	779 <sup>±11</sup>	761 <sup>±7</sup>	751 <sup>±9</sup>	779 <sup>±6</sup>	768 <sup>±9</sup>
	Базисна	391 <sup>±6</sup>	327 <sup>±6</sup>	392 <sup>±9</sup>	345 <sup>±8</sup>	406 <sup>±8</sup>	303 <sup>±7</sup>

Аналізуючи дані табл. 2, встановлено, що нижчі значення середньої щільності для деревини стовбура та стовбура у корі в абсолютно сухому стані притаманні деревині стовбура дерев ялини у ТЛУ С<sub>3</sub>, порівняно із ТЛУ Д<sub>3</sub>. Максимальна різниця у середніх значеннях базисної щільності у різних типах лісорослинних умов характерна для кори – 103 кг·(м<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> (25,4 % до значення у ТЛУ С<sub>3</sub>), порівняно із рештою фракцій, де ця різниця менш істотна – значення середньої базисної щільності деревини стовбура різняться на 45 кг·(м<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> (12,0 % до значення у ТЛУ С<sub>3</sub>), а деревини стовбура у корі – на 64 кг·(м<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> (16,4 % до значення у ТЛУ С<sub>3</sub>).

Для створення моделей залежності щільності в абсолютно сухому стані компонентів надземної фітомаси здійснено кореляційний аналіз. Залежність щільності компонентів фітомаси має обернену залежність як до діаметра, так і до висоти стовбура дерев бука лісового. Вищі значення коефіцієнтів кореляції відзначено в обох досліджуваних типах лісорослинних умов для щільності деревини стовбура та щільності деревини гілок від загальної висоти стовбура. Залежність від діаметра стовбура на висоті 1,3 м ( $d_{1,3}$ ) є, порівняно, невисока. Зважаючи на те, що щільність компонентів фітомаси ( $\rho$ ) відрізняється у різних типах лісорослинних умов, а також залежить від висоти стовбура ( $h$ ) та, хоч і меншою мірою, від діаметра стовбура моделювання будемо здійснювати окремо для досліджуваних ТЛУ за такою формулою:

$$\rho = a_0 + a_1 d_{1,3} + a_2 h + a_3 d_{1,3} h + a_4 \cdot d_{1,3} / h. \quad (1)$$

Результати моделювання та статистична оцінка параметрів рівняння (1) для визначення щільності в абсолютно сухому стані компонентів фітомаси стовбура дерев бука лісового в обох досліджуваних ТЛУ наведено у табл. 3, а для ялини європейської – у табл. 4.

Розроблені на основі значень діаметра та висоти стовбура моделі адекватно описують динаміку середніх значень відповідних фракцій надземної фітомаси стовбура дерев бука лісового у досліджуваних типах лісорослинних умов. Для отриманих змодельованих значень компонентів надземної фітомаси дерев бука лісового в обох досліджуваних типах лісорослинних умов простежується збільшення фітомаси із зростанням значення висоти та діаметра стовбура. Вищі значення фітомаси кори стовбурів притаманні деревам бука лісового в ТЛУ С<sub>3</sub> (від 1,7 до 78,3 кг), порівняно із значеннями в ТЛУ Д<sub>3</sub> (від 1,5 до 81,7 кг).

**Значення параметрів рівняння (1) для визначення щільності в абсолютно сухому стані фітомаси дерев бука лісового**

Показ- ник	ТЛЮ С <sub>3</sub>						ТЛЮ D <sub>3</sub>					
	Параметри рівняння					R <sup>2</sup>	Параметри рівняння					R <sup>2</sup>
	a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>		a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>	
ЩДС	756,205	-9,927	-2,524	0,245	108,260	0,88	770,216	-16,665	-3,662	0,421	169,439	0,89
ЩДК	554,735	-7,993	0,721	0,101	106,826	0,86	574,265	-12,655	-0,258	0,223	149,630	0,87
ЩДГ	966,014	-11,621	-3,286	0,286	129,006	0,84	950,521	-17,943	-4,598	0,455	184,643	0,87
ЩКГ	841,607	-10,647	2,4130	0,028	149,350	0,84	859,450	-18,412	-0,314	0,323	218,203	0,86

Примітка: ЩДС – щільність деревини стовбура; ЩДК – щільність кори стовбура;  
ЩДГ – щільність деревини гілок; ЩКГ – щільність кори гілок.

Отримані значення фітомаси кори стовбура для дерев бука лісового з аналогічними значеннями висоти та діаметра стовбура у досліджуваних типах лісорослинних умов є несуттєвими: різниця показників зменшується від 10,6-11,4 % за діаметра стовбура 8 см до 0,1-0,8 % за діаметра 30 см. Значення фітомаси деревини гілок крони є вищі для ТЛЮ С<sub>3</sub>, порівняно із D<sub>3</sub>. Значення фітомаси деревини гілок для обох досліджуваних типів лісорослинних умов зі збільшенням висоти та діаметра стовбура збільшуються: для ТЛЮ С<sub>3</sub> – від 6,1 до 411,7 кг, а для ТЛЮ D<sub>3</sub> – від 5,2 до 409,4 кг.

Таблиця 4

**Значення параметрів рівняння (1) для визначення щільності в абсолютно сухому стані дерев ялини європейської**

Показ- ник	ТЛЮ С <sub>3</sub>						ТЛЮ D <sub>3</sub>					
	Параметри рівняння					R <sup>2</sup>	Параметри рівняння					R <sup>2</sup>
	a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>		a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>	
ЩДС	363,99	-14,45	-0,25	0,27	200,87	0,91	335,10	-16,37	-0,37	0,30	223,22	0,93
ЩДК	371,12	-14,00	-0,34	0,26	197,66	0,86	388,52	-18,92	-0,43	0,35	258,30	0,88
ЩДГ	361,03	-13,62	-0,37	0,25	191,87	0,82	437,01	-21,31	-0,51	0,39	290,49	0,82
ЩКГ	457,78	-17,27	-0,47	0,32	243,29	0,87	506,22	-24,69	-0,59	0,46	336,50	0,82

Примітка: ЩДС – щільність деревини стовбура; ЩДК – щільність кори стовбура;  
ЩДГ – щільність деревини гілок; ЩКГ – щільність кори гілок.

Переважно усі компоненти надземної фітомаси дерев ялини європейської мають вищі значення в ТЛЮ D<sub>3</sub>, порівняно із аналогічними значеннями в С<sub>3</sub>, за винятком фітомаси хвої. Встановлено, що різниця у значеннях досліджуваних компонентів надземної фітомаси в різних типах лісорослинних умов є несуттєвою: деревини стовбурів спадає від 12,4 до 8,8 %; кори стовбурів – від 6,2 до 1,8 %; деревини гілок – від 18,0 до 14,6 %; кори гілок – від 10,8 до 6,4 %; стовбура у корі – від 11,7 до 8,3 %; крони – від 3,6 до 3,2 %; надземної фітомаси дерев – від 9,1 до 7,0 %.

Розділ 5 "Надземна фітомаса деревостанів бука лісового і ялини європейської Полонинського хребта". Фітомаса дерев і деревостанів бука лісового і ялини європейської, як головних типотвірних видів України загалом та Українських Карпат зокрема, є надзвичайно цікавим об'єктом, який упродовж тривалого часу досліджують науковці (Лакида, 2002; Миклуш, 2011; Лакида та ін., 2011; Васишин, 2016). Для можливості визначення об'ємів компонентів

надземної фітомаси потрібно розробити нормативи оцінки структури та продуктивності фітомаси дерев і деревостанів за основними компонентами.

Згідно з результатами проведеного кореляційного аналізу встановлено, що найтісніше компоненти фітомаси стовбура корелюють з діаметром (0,95-0,97) та висотою (0,72-0,77) стовбура, а компоненти фітомаси крони – з висотою (0,75-0,79) та діаметром (0,96-0,97) стовбура, а також з діаметром (0,72-0,75) та об'ємом (0,81-0,87) крони. Зважаючи на значення коефіцієнтів детермінації, для опису динаміки надземної фітомаси дерев бука лісового та ялини європейської у модальних гірських деревостанах, де вони домінують, використано значення діаметра та висоти стовбура дерева. Залежність показників окремих компонентів надземної стовбурової фітомаси ( $q$ ) розраховано на основі щільності відповідних її фракцій в абсолютно сухому стані за рівнянням виду:

$$q = a_0 \cdot d_{1,3}^{a_1} \cdot h^{a_2}, \quad (2)$$

а значення загальної надземної фітомаси дерева – за рівнянням:

$$Q_{\text{надз.фітомас.}} = q_{\text{ст.}} + q_{\text{крони}}, \quad (3)$$

де:  $Q_{\text{надз.фітомас.}}$  – надземна фітомаса дерева;  $q_{\text{ст.}}$  – фітомаса стовбура дерева;  $q_{\text{крони}}$  – фітомаса крони дерева.

Значення параметрів рівняння (2) для визначення компонентів фітомаси в абсолютно сухому стані дерев бука лісового наведено у табл. 5, а для дерев ялини європейської – у табл. 6.

Таблиця 5

**Значення параметрів рівняння (2) для визначення компонентів фітомаси в абсолютно сухому стані дерев бука лісового**

Компонент фітомаси	ТЛУ С <sub>3</sub>				ТЛУ D <sub>3</sub>			
	Параметри рівняння			R <sup>2</sup>	Параметри рівняння			R <sup>2</sup>
	a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>		a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	
Деревина стовбура	0,0623	1,1922	0,8129	0,87	0,1451	1,9773	0,8406	0,89
Кора стовбура	0,0151	1,5253	0,7343	0,90	0,110	1,6004	0,7467	0,88
Деревина гілок	0,0374	1,7217	0,7289	0,87	0,0262	1,7922	0,7497	0,86
Кора гілок	0,0113	1,3169	0,6519	0,84	0,0086	1,3967	0,6524	0,83
Листя	0,0080	1,5975	0,8133	0,79	0,0065	1,6530	0,7772	0,82
Стовбур дерева	0,0699	1,9003	0,8046	0,89	0,0507	1,9643	0,8333	0,90
Крона дерева	0,0512	1,6853	0,7377	0,86	0,0369	1,7545	0,7487	0,89

Таблиця 6

**Значення параметрів рівняння (2) для визначення компонентів фітомаси в абсолютно сухому стані дерев ялини європейської**

Компонент фітомаси	ТЛУ С <sub>3</sub>				ТЛУ D <sub>3</sub>			
	Параметри рівняння			R <sup>2</sup>	Параметри рівняння			R <sup>2</sup>
	a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>		a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	
Деревина стовбура	0,0253	2,0190	0,7862	0,89	0,0302	1,9975	0,7855	0,91
Кора стовбура	0,0060	1,7690	0,7664	0,92	0,0068	1,7458	0,7641	0,89
Деревина гілок	0,0057	1,9816	0,7908	0,89	0,0073	1,9589	0,7916	0,90
Кора гілок	0,0017	1,7312	0,7672	0,87	0,0021	1,7082	0,7631	0,89
Хвоя	0,0098	1,7204	0,8901	0,83	0,0086	1,7179	0,8899	0,87
Стовбур дерева	0,0299	1,9971	0,7848	0,91	0,0355	1,9771	0,7839	0,89
Крона дерева	0,0164	1,8464	0,8349	0,89	0,0171	1,8499	0,8279	0,90

На основі встановлених значень основних компонентів надземної фітомаси в абсолютно сухому стані, розрахованих та усереднених даних польових досліджень, розроблено регресійні моделі їхньої залежності від середньої висоти, середнього діаметра та відносної повноти досліджуваних деревостанів:

$$phm = a_0 + a_1 \cdot D^{a_2} \cdot H^{a_3} \cdot P^{a_4}, \quad (4)$$

де:  $phm_{д.ст.}$  – фітомаса відповідного компонента надземної фітомаси;  $D$  – середній діаметр стовбура деревостану, см;  $H$  – середня висота стовбура деревостану, м;  $P$  – відносна повнота.

Значення параметрів рівняння (4) для визначення компонентів фітомаси в абсолютно сухому стані деревостанів бука лісового наведено у табл. 7, для ялини європейської – у табл. 8.

Таблиця 7

**Значення параметрів рівняння (4) для визначення компонентів фітомаси в абсолютно сухому стані букових деревостанів**

Показник	ТЛЮ С <sub>3</sub>						ТЛЮ D <sub>3</sub>					
	Параметри рівняння					R <sup>2</sup>	Параметри рівняння					R <sup>2</sup>
	a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>		a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>	
$phm_{д.ст.}$	-38,829	16,815	0,299	0,634	0,611	0,85	-38,865	16,736	0,299	0,634	0,625	0,83
$phm_{к.ст.}$	-4,854	3,930	0,060	0,469	0,686	0,81	-4,854	3,879	0,059	0,467	0,686	0,84
$phm_{д.г.}$	-14,987	9,957	0,168	0,528	0,758	0,84	-15,532	10,157	0,152	0,505	0,632	0,88
$phm_{к.г.к.}$	-1,3222	1,322	-0,019	0,474	0,837	0,85	-1,316	1,312	0,019	0,469	0,832	0,85
$phm_{листя}$	-2,913	2,076	0,093	0,573	0,749	0,84	-2,721	2,000	0,094	0,573	0,785	0,91

Примітка:  $phm_{д.ст.}$  – фітомаса деревини стовбурів ялинових деревостанів;  $phm_{к.ст.}$  – фітомаса кори стовбурів;  $phm_{д.г.}$  – фітомаса гілок;  $phm_{к.г.к.}$  – фітомаса кори гілок;  $phm_{листя}$  – фітомаса листя.

Таблиця 8

**Значення параметрів рівняння (4) для визначення компонентів фітомаси в абсолютно сухому стані ялинових деревостанів**

Показник	ТЛЮ С <sub>3</sub>						ТЛЮ D <sub>3</sub>					
	Параметри рівняння					R <sup>2</sup>	Параметри рівняння					R <sup>2</sup>
	a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>		a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>	
$phm_{д.ст.}$	-18,734	7,786	0,473	0,624	0,834	0,86	-18,565	7,456	0,461	0,666	0,822	0,88
$phm_{к.ст.}$	-5,987	3,741	0,263	0,443	0,671	0,83	-2,5468	1,602	0,323	0,575	0,761	0,82
$phm_{д.г.}$	0,325	1,767	0,438	0,662	0,817	0,87	0,121	1,416	0,449	0,677	0,817	0,89
$phm_{к.г.к.}$	-0,985	1,179	0,032	0,439	0,946	0,81	-1,029	1,189	0,022	0,447	0,955	0,80
$phm_{хвої}$	-4,012	2,552	0,158	0,692	0,812	0,84	-3,565	2,249	0,157	0,690	0,812	0,85

Примітка:  $phm_{хвої}$  – фітомаса хвої

Фрагмент протабульованих значень за відповідними рівняннями залежностей загальної надземної фітомаси в ТЛЮ С<sub>3</sub> в абсолютно сухому стані та відносної повнота 0,7 для букових та ялинових деревостанів наведено у табл. 9.

Значення загальної фітомаси букових деревостанів, як і для більшості її компонентів, зростає зі збільшенням значень середньої висоти та діаметра стовбура в обох типах лісорослинних умов. Варто зазначити, що вищі показники впродовж усього періоду росту характерні для деревостанів в ТЛЮ С<sub>3</sub>. Загалом простежується збільшення значень цього показника в ТЛЮ С<sub>3</sub> від

18,7-26,8 т·га<sup>-1</sup> за висоти 4 м до 415-438 т·га<sup>-1</sup> за висоти 34 м, а в ТЛУ D<sub>3</sub> за аналогічних значень середньої висоти – від 17,7-25,6 т·га<sup>-1</sup> до 412-426 т·га<sup>-1</sup>. Частка різниці між значеннями загальної надземної фітомаси в межах ступені висоти зменшується зі збільшенням середнього діаметра. За висоти 4 м частка різниці становить 4,7-5,7 %, від 6 до 8 м – 2,9-3,1 %, від 10 до 12 м – 2,8-2,9 %, від 14 до 28 м – 2,8 %, а від 30 до 34 м – 2,9 %. Фактично, найбільша різниця у значеннях загальної фітомаси спостерігається для молодняків I і II груп, у середньовікових та пристиглих – зменшення та стабілізація значень частки різниці. У стиглих деревостанів відзначено початкове збільшення частки різниці цього показника.

Таблиця 9

**Загальна надземна фітомаса букових та ялинових деревостанів у ТЛУ С<sub>3</sub> в абсолютно сухому стані (відносна повнота 0,7), т·га<sup>-1</sup> (фрагмент)**

Діаметр, см	Висота, м										
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
Букові деревостани											
12	97	119	141	160	179	–	–	–	–	–	–
14	–	126	148	169	188	–	–	–	–	–	–
16	–	–	155	177	197	–	–	–	–	–	–
18	–	–	162	184	204	224	243	261	–	–	–
20	–	–	–	190	211	231	251	269	–	–	–
22	–	–	–	–	218	239	258	277	–	–	–
24	–	–	–	–	–	245	265	285	303	–	–
26	–	–	–	–	–	–	–	292	311	329	347
Ялинові деревостани											
12	83	99	115	129	–	–	–	–	–	–	–
14	–	108	124	139	154	–	–	–	–	–	–
16	–	–	133	149	164	–	–	–	–	–	–
18	–	–	141	158	174	189	–	–	–	–	–
20	–	–	–	166	182	198	214	–	–	–	–
22	–	–	–	–	191	207	223	239	–	–	–
24	–	–	–	–	–	216	233	248	264	–	–
26	–	–	–	–	–	–	–	258	274	289	304

Значення загальної надземної фітомаси ялинових деревостанів та значення її окремих компонентів в обох досліджуваних типах лісорослинних умов збільшується зі збільшенням значень відповідних таксаційних показників. У ТЛУ С<sub>3</sub> значення фітомаси деревини стовбура у досліджуваному діапазоні середніх висот за відносної повноти змінюється від 18,8-26,9 до 380-401 т·га<sup>-1</sup>, тоді як у ТЛУ D<sub>3</sub> збільшення відбувається від 17,2-24,6 до 381-402 т·га<sup>-1</sup>. Різниця частки у значеннях цього показника зменшується із збільшенням середніх значень і висоти і діаметра стовбура. Фітомаса кори стовбура, деревини і кори гілок та загальна надземна фітомаса ялинових деревостанів у ТЛУ С<sub>3</sub> мають вищі значення за однакових значень таксаційних показників, порівняно із D<sub>3</sub>. Фітомаса деревини стовбура навпаки – має вищі значення в ТЛУ D<sub>3</sub>. Частка різниці між значеннями загальної надземної фітомаси у межах ступенів висоти зменшується зі збільшенням середнього діаметра.

Значення надземної стовбурової фітомаси букових та ялинових модальних деревостанів (за відносної повноти 0,7) в ТЛУ С<sub>3</sub> наведено у табл. 10.

**Надземна стовбурова фітомаса букових та ялинових деревостанів у ТЛУ С<sub>3</sub>  
(відносна повнота 0,7)**

Вік, років	Ви-со-та, м	Діа-метр, см	Кіль-кість дерев, шт.·га <sup>-1</sup>	Сума площ перетину, м <sup>2</sup> ·га <sup>-1</sup>	Запас, м <sup>2</sup> ·га <sup>-1</sup>	Фітомаса, т·га <sup>-1</sup>							
						стов-бур	кора стовб-ура	гілки	кора гілок	листя	зага-льна	стов-бур в корі	гілки в корі
<b>Деревостани бука лісового</b>													
10	3,9	3,9	2794	3,3	9	9,1	1,4	4,5	0,6	1,0	16,6	10,6	5,1
20	7,8	8,0	2272	11,4	52	52,7	4,2	16,5	1,3	3,3	78,0	56,9	17,8
30	11,5	11,7	1622	17,3	107	92,8	6,3	26,3	1,9	5,1	132,5	99,1	28,2
40	15,0	15,1	1159	20,8	159	129,3	7,9	34,6	2,4	6,6	180,9	137,3	37,0
50	17,9	18,3	887	23,2	202	159,8	9,2	41,1	2,7	7,8	220,7	169,0	43,8
60	20,3	20,6	748	25,0	242	185,0	10,2	46,4	3,0	8,8	253,4	195,2	49,3
70	22,7	22,8	643	26,3	278	208,7	11,1	51,2	3,2	9,7	283,9	219,8	54,4
80	24,9	25,0	556	27,3	311	231,0	11,9	55,6	3,4	10,5	312,3	242,8	59,0
90	26,5	27,0	494	28,3	338	248,4	12,5	58,9	3,6	11,1	334,4	260,9	62,5
100	27,9	28,9	438	28,8	357	263,6	12,9	61,7	3,7	11,6	353,5	276,5	65,4
<b>Деревостани ялини європейської</b>													
10	4,2	4,6	1534	2,6	7	10,6	2,0	5,6	0,6	2,2	21,0	12,6	6,2
20	8,8	9,5	1069	7,5	45	48,4	6,3	12,5	1,3	7,2	75,7	54,7	13,8
30	12,8	13,4	1145	16,2	112	82,0	9,7	18,7	1,8	11,1	123,2	91,7	20,4
40	16,3	16,9	1036	23,1	191	112,7	12,6	24,3	2,1	14,4	166,1	125,3	26,4
50	19,4	20,2	884	28,4	271	141,9	15,2	29,6	2,4	17,3	206,3	157,1	31,9
60	21,8	23,0	781	32,4	343	165,4	17,2	33,8	2,6	19,5	238,5	182,6	36,4
70	24,2	25,8	679	35,5	413	189,5	19,2	38,2	2,7	21,7	271,4	208,7	40,9
80	26,4	28,3	602	37,7	476	211,1	21,0	42,1	2,9	23,6	300,7	232,1	45,0
90	28,2	30,7	530	39,2	526	230,7	22,5	45,6	3,0	25,3	327,2	253,3	48,6
100	29,6	32,8	479	40,3	567	246,7	23,8	48,5	3,1	26,6	348,7	270,5	51,6

Модальні букові деревостани у властивих їм типах лісу в ТЛУ D<sub>3</sub> несуттєво переважають аналогічні в ТЛУ С<sub>3</sub> за такими таксаційними показниками деревостанів, як: середня висота (від 8,4 до 1,7 % від віку 10 до 100 років), середній діаметр (від 12,9 до 1,3 %), сума площ поперечного перетину (від 2,81 до 2,73 %), запас деревостану (від 1,01 до 1,17 %). Кількість дерев на одиницю площі має обернену тенденцію і є більшою в ТЛУ С<sub>3</sub> (від 19,4 до 0,3 %). Щодо компонентів надземної фітомаси дерев, яку використано для встановлення продуктивності фітомаси загалом, то в ТЛУ D<sub>3</sub> вищі значення притаманні фітомасі стовбура (від 17,4 до 0,4 %) та фітомасі стовбура у корі (від 16,3 до 0,6 %). Для решти компонентів фітомаси простежується дещо інша тенденція фітомаса кори стовбура є вищою у ТЛУ D<sub>3</sub> до віку 30 років на 4,4-12,3%, а у віці 31-100 років вищі значення притаманні деревостанам у ТЛУ С<sub>3</sub>, де їх значення переважають аналогічні на 2,2-7,6 %. Кора гілок має подібну тенденцію і до віку 70 років вищі значення на 0,2-9,2 % є у ТЛУ D<sub>3</sub>, а від віку 71 до 100 років на 0,3-1,9 % – у ТЛУ С<sub>3</sub>. Фітомаса листя також до віку 60 років є вищою на 0,5-18,9 % у ТЛУ D<sub>3</sub>, а у віці 61-100 років на 0,4-2,8 % вищі значення у ТЛУ С<sub>3</sub>. Сумарні значення фітомаси гілок у корі в ТЛУ D<sub>3</sub> вищими на 4-2-14,2 % є у віці 1-20 років, а від 21 до 100 років вищі значення на 2,0-7,3 % виявлено у ТЛУ С<sub>3</sub>.



Надземна стовбурова фітомаса молодняків букових деревостанів загалом становить 1087426 т або 4,4 %, середньовікових – 12600837 т (51,2 %), пристиглих – 2825636 т (11,5 %), стиглих – 4673751 т (19,0 %) та перестиглих – 3405124 т (13,8 %). Аналізуючи динаміку частки продуктивності стовбурової фітомаси встановлено, що частка фітомаси стовбура зростає від 38,2 до 75,3 %, кори стовбура, навпаки, зменшується від 45,3 до 3,6 %, гілок – від 20,7 до 16,8 %, кори гілок – від 1,7 до 1,0 %. Загальна продуктивність фітомаси у досліджуваних типах лісорослинних умов має близькі значення, але суттєво відрізняються значеннями та структурою компонентів надземної фітомаси стовбурів деревостану. Загальна продуктивність фітомаси вищою є у ТЛУ D<sub>3</sub> у віці від 10 до 70 років (від 0,5 до 11,3 %), після чого, починаючи від віку 81 року вищі значення притаманні модальним деревостанам у ТЛУ C<sub>3</sub> (від 0,8 до 1,2 %).

Загальна надземна стовбурова фітомаса деревостанів букових деревостанів на досліджуваній території становить 24592775 т, зокрема найбільшу частку становлять середньовікові деревостани – 51,2 %. Зі збільшенням віку деревостану збільшується відносна частка у загальній продуктивності надземної частини фітомаси деревостанів – фітомаса стовбура (74,1 %), гілок (17,5 %), кори стовбура (3,9 %), листя (3,4 %) та кора гілок (1,1 %).

Похідні модальні ялинові деревостани в ТЛУ D<sub>3</sub> незначно переважають аналогічні в ТЛУ C<sub>3</sub> за такими таксаційними показниками деревостанів, як: середня висота (від 2,4 до 0,8 % від віку 10 до 100 років), середній діаметр (від 4,4 до 2,5 %), сума площ поперечного перетину (від 0,87 до 0,92 %), запас деревостану (від 1,12 до 1,32 %). Кількість дерев на одиницю площі має обернену тенденцію і є більшою в ТЛУ C<sub>3</sub> (від 8,6 до 4,7 %). Щодо компонентів надземної фітомаси дерев, яку використано для встановлення продуктивності і структури фітомаси деревостану, то в ТЛУ D<sub>3</sub> значення є вищими для фітомас стовбура (від 6,8 до 10,3 %) і стовбура у корі (від 2,7 до 6,7 %). Значення решти показників вищі у ТЛУ C<sub>3</sub>: фітомаси кори стовбура (від 19,6 до 11,3 %), фітомаси деревини гілок (від 17,8 до 14,5 %), фітомаси кори гілок (від 4,4 до 1,9 %), фітомаси хвої (від 7,7 до 11,9 %). Загальна продуктивність фітомаси вищою є у ТЛУ C<sub>3</sub> у віці від 10 до 30 років (від 0,7 до 2,9 %), після чого, починаючи від віку 40 років вищі значення притаманні модальним деревостанам у ТЛУ D<sub>3</sub> (від 0,2 до 1,9 %). Загальна біопродуктивність у досліджуваних типах лісорослинних умов має близькі значення, але істотно відрізняються значеннями та структурою компонентів надземної фітомаси стовбурів деревостану – вищі значення фітомаси стовбура та стовбура у корі характерні модальним деревостанам у ТЛУ D<sub>3</sub>, а фітомаси гілок, кори гілок та хвої – у ТЛУ C<sub>3</sub>. Значення фітомаси кори стовбура у віці 10-30 років вищі в ТЛУ D<sub>3</sub>, а від віку 40 до 100 років – у ТЛУ C<sub>3</sub>.

Надземна стовбурова фітомаса молодняків ялинових деревостанів загалом становить 112066,8 т або 3,0 %, середньовікових деревостанів – 414551,9 т (15,4 %), пристиглих – 865447,1 т (23,4 %), стиглих – 1577981,9 т (42,8 %) та перестиглих – 565439,0 т (15,3 %). Аналізуючи динаміку частки продуктивності стовбурової фітомаси, встановлено, що частка фітомаси стовбура зростає від 56,5 до 65,8 %, кори стовбура, навпаки, зменшується від 10,3 до 7,8 %, гілок – від 20,6 до 16,5 %, кори гілок – від 1,9 до 0,9 %, а хвої – від 10,7 до 8,9 %.

Загальна надземна стовбурова фітомаса деревостанів ялинових деревостанів на досліджуваній території становить 3691025,2 т, зокрема найбільшу частку становлять стиглі деревостани – 42,8 %. Зважаючи на

нерівномірний розподіл площ деревостанів за групами віку зі зростанням віку деревостану збільшується їх відносна частка у загальній продуктивності фітомаси. Найбільшу частку у загальній продуктивності надземної частини фітомаси деревостанів становить фітомаса стовбура (65,2 %), гілок (16,7 %), кори стовбура (8,1 %), хвої (9,1 %) та кора гілок (1,0 %). Вище значення частки у структурі загальної продуктивності фітомаси ялинових деревостанів становить фітомаса стовбура. У площині груп віку вона зі збільшенням віку деревостану зростає. Так само прослідковується збільшення значення частки стовбура у корі від 66,8 до 73,6 %. Частка гілок у корі з віком навпаки – зменшується від 22,5 до 17,6 %.

Порівнюючи загальну продуктивність фітомаси букових та ялинових деревостанів, варто відзначити, що для обох досліджуваних видів характерна тенденція до зростання цього показника з віком. Якщо для букових деревостанів відбувається певний перерозподіл більшої частки надземної фітомаси після віку 61 року у деревостанів в ТЛУ С<sub>3</sub>, то для ялинових деревостанів цей показник є вищим практично впродовж усього періоду росту у деревостанах для ТЛУ D<sub>3</sub>.

Ялинові деревостани формують загальну фітомасу меншої ваги в обох досліджуваних типах лісорослинних умов, порівняно із буковими деревостанами. Відрізняється також і структура досліджуваних деревостанів: середнє значення частки фітомаси стовбура вище у деревостанів бука лісового, порівняно із ялиною європейською (74,1 та 65,2 % відповідно). Значення частки фітомаси гілок (17,5 та 16,7 % відповідно) та кори (1,1 та 1,0 % відповідно) вище також у букових деревостанів. Частка кори стовбурів (8,1 та 3,9 % відповідно) та частка фотосинтезувального апарату (9,1 та 3,4 % відповідно) вищі у деревостанах ялини європейської. Загалом частка фітомаси стовбура у корі (78,0 та 73,3 % відповідно) та гілок у корі (18,6 та 17,7 % відповідно) притаманна буковим деревостанам.

Отже, можна зробити висновок, що корінні букові деревостани у властивих їм букових типах лісу в ТЛУ С<sub>3</sub> та D<sub>3</sub> переважають похідні ялинові деревостани у цих же типах лісу за продуктивністю надземної фітомаси стовбурів. У структурі фітомаси для букових деревостанів переважають фітомаса стовбура, стовбура в корі, гілок та гілок у корі, що свідчить про більш повне використання ними біологічного потенціалу.

## ВИСНОВКИ

У межах дисертаційної роботи, з використанням основних засад системного аналізу, отримано результати оцінювання структури і продуктивності надземної стовбурової фітомаси букових і ялинових деревостанів Полонинського хребта Українських Карпат за компонентами фітомаси та встановлено її динаміку. При цьому, варто виокремити такі висновки та узагальнення:

1. Із головних лісотвірних видів Полонинського хребта Українських Карпат найбільшу площу займають деревостани бука лісового (76,2 %), ялини європейської (11,8 %) та ялиці білої (6,1 %). Насадження регіону переважно належать до високобонітетних (I<sup>a</sup> та вище класів бонітету) – 49,3 % та середньобонітетних – 32,2 %. За повнотою лісові насадження є середньоповнотні зі середньою відносною повнотою 0,72. Панівними є грудові типи лісорослинних умов 70660,1 га (62,2 %) вкритих лісовою рослинністю земель. У переважній

більшості букові деревостани ростуть у букових типах лісу – від 65,3 до 96,3 %. Натомість, частка ялицевих деревостанів у корінних типах лісу значно менша – від 5,5 до 47,5 %.

2. Переважна більшість деревостанів на пробних площах представлена I класом бонітету як для букових, так і для ялинових деревостанів. Частка деревостанів I класу бонітету для деревостанів обох видів вищою є в типі лісорослинних умов D<sub>3</sub>. За аналізом репрезентативності деревостани на тимчасових пробних площах повною мірою охоплюють вікову структуру досліджуваних видів та характеризуються доволі рівномірно впродовж усього вікового діапазону. На основі здійсненого статистичного аналізу дослідного матеріалу встановлено, що доцільно здійснювати кластеризацію на основі типів лісорослинних умов, у яких росли досліджувані букові та ялинові деревостани. Встановлено статистично значущу різницю в основних показниках фітомаси у типах лісорослинних умов C<sub>3</sub> та D<sub>3</sub>.

3. Розроблені моделі залежностей щільності компонентів надземної фітомаси від висоти та діаметра стовбура дерева адекватно описують емпіричний матеріал дерев бука лісового та ялини європейської з високим рівнем апроксимації та характеризуються достатньою статистичною достовірністю. На основі рівнянь моделей розроблено комплекс таблиць оцінки досліджуваних компонентів надземної фітомаси обох видів в абсолютно сухому стані. Встановлено, що закономірності залежності значень досліджуваних компонентів надземної фітомаси букових деревостанів у панівних типах лісорослинних умов від вибраних таксаційних показників деревостанів цілком піддаються логічному біолого-лісівничому тлумаченню, а їхня статистична точність дає підстави рекомендувати їх для практичного використання в Українських Карпатах.

4. Середні значення показників щільності для дерев бука лісового є вищими у ТЛУ C<sub>3</sub>, порівняно з ТЛУ D<sub>3</sub>. Також простежується зменшення значення щільності у абсолютно сухому стані зі збільшенням висоти за однакових значень діаметра стовбура та збільшення значення цього ж показника зі збільшенням діаметра за однакових значень висоти для дерев бука лісового. Характерним для динаміки значень середньої базисної щільності деревини стовбура ялини європейської з віком для ТЛУ C<sub>3</sub> та D<sub>3</sub> є зменшення значень показника у молодому віці та поступове зростання до віку стиглості. Середні значення показника є вищими у ТЛУ C<sub>3</sub>, порівняно із ТЛУ D<sub>3</sub>. Запропоновані моделі залежності середньої базисної щільності від висоти й діаметра дерева та розроблені табличні нормативи з достатньою точністю характеризують дослідний матеріал.

5. Щільність компонентів фітомаси стовбура ялини європейської у різних типах лісорослинних умов відрізняється не тільки за величиною значень, але і за часткою вологості у різних станах та її вологомісткістю. Крім того, внаслідок істотної різниці у поглинанні води корою, щільність якої є значно мінливою за різних станів насиченості, встановлено відмінності у змінах локальних щільностей в абсолютно сухому стані та у стані максимального насичення значень показника локальної і середньої щільності деревини стовбура у корі у досліджуваних типах лісорослинних умов.

6. Розроблені, на основі значень середнього діаметра та висоти дерева, моделі адекватно описують динаміку середніх значень відповідних фракцій надземної фітомаси стовбура дерев бука лісового та ялини європейської в ТЛУ C<sub>3</sub> та D<sub>3</sub>. Характерним є те, що значення загальної надземної фітомаси дерева у

досліджуваних типах лісорослинних умов відрізняється несуттєво, водночас значення окремих компонентів надземної фітомаси відрізняється істотно.

7. За результатами регресійного аналізу встановлено, що найбільш придатними з погляду точності та практичного застосування є моделі залежностей основних компонентів надземної фітомаси букових та ялинових деревостанів від значень середньої висоти, середнього діаметра та відносної повноти деревостану. Розроблені моделі залежностей адекватно описують емпіричний матеріал з високим рівнем апроксимації та характеризуються достатньою статистичною достовірністю. На основі рівнянь моделей розроблено комплекс таблиць оцінки досліджуваних компонентів надземної фітомаси в абсолютно сухому стані.

8. Результати апроксимації для відповідних значень середніх висот і діаметрів деревостанів у межах визначених відносних повнот для досліджуваних типів лісорослинних умов мають біолого-екологічне та лісівниче пояснення, яке ґрунтується на відповідних залежностях значень компонентів надземної фітомаси деревостанів від їхніх середніх таксаційних показників, а розроблені таблиці за рівнем точності та достовірності можуть бути рекомендовані для практичного використання в гірських ялинових деревостанах Українських Карпат.

9. Ялинові деревостани формують загальну фітомасу меншої ваги в обох досліджуваних типах лісорослинних умов, порівняно із буковими деревостанами. Відрізняється також і структура досліджуваних деревостанів: середнє значення частки фітомаси стовбура вище у деревостанів бука лісового, порівняно із ялиною європейською (74,1 та 65,2 % відповідно). Значення частки фітомаси гілок (17,5 та 16,765,2 % відповідно) та кори (1,1 та 1,0 % відповідно) вище також у букових деревостанів. Разом з тим, частка кори стовбурів (8,1 та 3,9% відповідно) та частка фотосинтезувального апарату (9,1 та 3,4 % відповідно) вищі у деревостанах ялини європейської. Загалом частка фітомаси стовбура у корі (78,0 та 73,3 % відповідно) та гілок у корі (18,6 та 17,7 % відповідно) вища у букових деревостанів.

## **РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

Для практичного використання на виробництві у практиці лісового господарства, а також для екологічних об'єктів та об'єктів природо-заповідного фонду для букових та ялинових деревостанів Полонинського хребта Українських Карпат за результатами дослідження рекомендовано:

- показники параметрів основних компонентів надземної фітомаси стовбурів і крони дерев бука лісового та ялини європейської у деревостанах з домінуванням відповідних видів, а також математичне забезпечення для їх оцінювання;
- математичні моделі для оцінювання надземної стовбурової фітомаси букових та ялинових деревостанів за компонентами;
- обсяг надземної стовбурової фітомаси букових та ялинових деревостанів Полонинського хребта Українських Карпат;
- таблиці компонентів фітомаси (деревина і кора стовбура, гілки крони, листя чи хвоя відповідно) для дерев бука лісового та ялини європейської залежно від висоти та діаметра;
- таблиці компонентів надземної стовбурової фітомаси (деревина і кора стовбура, гілки крони, листя чи хвоя відповідно) для букових та ялинових деревостанів залежно від середніх значень висоти і діаметра стовбура та відносної повноти.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

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

**1. Задорожний А.І.,** Гриник Г.Г. Лісівничо-таксаційна характеристика деревостанів державного лісового фонду Полонинського хребта Українських Карпат. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2014. Вип. 24(2). С. 17-29. (здобувачем здійснено збір даних, їх опрацювання та підготовка до друку).

**2. Задорожний А.І.** Динаміка щільності фітомаси стовбурів дерев бука лісового залежно від типів лісорослинних умов у межах Полонинського хребта Українських Карпат. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2015. Вип. 25(10). С. 125-134. <https://doi.org/10.15421/40251019>

**3. Задорожний А.І.,** Гриник Г.Г. Залежність щільності фітомаси стовбурів дерев ялини європейської від типів лісорослинних умов у межах Полонинського хребта Українських Карпат. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 26(4). С. 32-39. <https://doi.org/10.15421/40260405> (здобувачем здійснено збір польових даних, лабораторне опрацювання та підготовка до друку).

**4. Задорожний А.І.,** Гриник Г.Г. Особливості динаміки базисної щільності деревини стовбурів ялини європейської в переважаючих типах лісорослинних умов на території Полонинського хребта (Українські Карпати). *Лісівництво і агролісомеліорація*, 2016. Вип. 129. С. 27-31. (здобувачем здійснено збір польових даних, лабораторне опрацювання та аналіз отриманих даних, написання висновків).

**5. Гриник Г. Г., Задорожний А. І.** Моделі компонентів надземної фітомаси дерев бука лісового залежно від їхніх таксаційних показників у переважаючих типах лісорослинних умов Полонинського хребта Українських Карпат. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. Вип. 27(10). С. 16-25. DOI: <https://doi.org/10.15421/10.15421/40271002> (здобувачем здійснено експериментальні дослідження та аналіз отриманих даних, написання висновків).

**6. Гриник Г. Г., Задорожний А. І.** Моделі динаміки надземної фітомаси дерев ялини європейської залежно від їхніх таксаційних показників у переважаючих типах лісорослинних умов Полонинського хребта Українських Карпат. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. Вип. 28(2). С. 9-19. DOI: <https://doi.org/10.15421/40280201> (здобувачем здійснено експериментальні дослідження та аналіз отриманих даних).

**7. Гриник Г. Г., Задорожний А. І.** Динаміка залежності надземної фітомаси букових деревостанів від їхніх таксаційних показників у переважаючих типах лісорослинних умов Полонинського хребта Українських Карпат. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2018. Вип. 17. С. 93-104. <https://doi.org/10.15421/411824> (здобувачем здійснено експериментальні дослідження та аналіз отриманих даних, написання висновків).

**8. Задорожний А. І.,** Гриник Г. Г. Залежність компонентів надземної фітомаси ялинових деревостанів від середніх таксаційних показників у переважаючих типах лісорослинних умов Полонинського хребта Українських Карпат. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019. Вип. 29(2). С. 35-42. DOI:

<https://doi.org/10.15421/40290207> (здобувачем здійснено експериментальні дослідження та аналіз отриманих даних).

### Статті у наукових фахових виданнях України

9. Гриник Г.Г., Задорожний А.І. Порівняльний аналіз надземної фітомаси ялинових і букових деревостанів в умовах вологого ялиново-букового сугруду на території державного підприємства "Міжгірське лісове господарство". *Науковий вісник НЛТУ України*. 2008. Вип. 18(6). С. 22-30. (здобувачем здійснено збір польових даних та їх лабораторне опрацювання).

10. Гриник Г.Г., Задорожний А.І. Зміни щільності деревини стовбурів та надземна фітомаса середньовікових деревостанів бука лісового та ялини європейської на території державного підприємства "Міжгірське лісове господарство" *Науковий вісник НЛТУ України*. 2009. Вип. 19(8). С. 14-25. (здобувачем здійснено збір польових даних та їх лабораторне опрацювання).

### Стаття у науковому фаховому виданні зарубіжної країни

11. Hrynyk N., Zadorozhnyy A., Skrobach T., Hrynyk O. Features of aboveground phytomass structure of beech forest stands in Polonynsky Range of the Ukrainian Carpathians. *Acta Carpathica*. 2020. 33-34. P. 5-16. (здобувачем здійснено експериментальні дослідження та аналіз отриманих даних, написання висновків).

### Тези та матеріали наукових конференцій

12. Задорожний А.І., Гриник Г.Г. Исследование надземной фитомассы бука лесного и ели европейской на примере средневозрастных древостоев ГП "Мижгиское лесное хозяйство". *Материалы Междунар. науч.-практической конф. : Устойчивое управление лесами и рациональное лесопользование*. – Минск : БГТУ, 2010. – С. 150-153. (здобувачем здійснено експериментальні дослідження та аналіз отриманих даних).

13. Задорожний А.І. Щільність фітомаси стовбурів дерев ялини європейської у різних типах лісорослинних умов у межах Полонинського хребта Українських Карпат. *VIII Міжнар. наук.-практ. конф. "Нові технології в геодезії, землевпорядкуванні, лісовпорядкуванні та природокористуванні"* [6-8 жовт. 2016 р., м. Ужгород-Міжгір'я] : матер. конф. – Ужгород : Вид-во "ФОП Сабов А.М.", 2016. С. 274-279. <https://dSPACE.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/10562>

14. Задорожний А.І. Порівняльна характеристика щільності фітомаси стовбурів дерев бука лісового та ялини європейської від типів лісорослинних умов у межах Полонинського хребта Українських Карпат. II Міжнар. наук.-практ. конф. "Стан природних ресурсів, перспективи їх збереження та відновлення", [12-14 жовтня 2016 р., м. Дрогобичі] : зб. тез конф. Дрогобич : РВВ Дрогобицького ДПУ ім. Івана Франка, 2016. С. 32-34.

15. Задорожний А.І., Гриник Г.Г. Особливості вікової динаміки базисної щільності стовбурової деревини дерев бука лісового у різних типах лісорослинних умов у межах Полонинського хребта Українських Карпат. *IV Всеукр. наук.-практ. конф. студ., магістрів, аспір. і молодих вчених, присвяч. 15-річчю факультету лісового господарства "Ліс, наука, молодь"*, [23 листопада 2016 р., м. Житомир] : матер. конф. Житомир : ЖНАЕУ, 2016. С. 105-106 <https://dSPACE.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/10875>

**16. Задорожний А.І.,** Гриник Г.Г. Залежність базисної щільності стовбурової деревини від висоти та діаметра дерев бука лісового у різних типах лісорослинних умов у межах полонинського хребта Українських Карпат. *Матер. 66-ої наук.-техн. конф. проф.-викл. складу, наук. працівників, докторантів та аспір. за підсумками наук. діяльності у 2015 р.* / Редкол.: С.І. Миклуш (відп. ред.) та ін. – Львів : РВЦ НЛТУ України, 2016. – С. 37-40. <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/12431>

**17. Задорожний А.І.,** Гриник Г.Г. Вікова динаміка базисної щільності деревини стовбурів дерев ялини європейської у переважаючих типах лісорослинних умов на території Полонинського Хребта. *Біологічні дослідження – 2017* : зб. наук. праць VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. – Житомир, ПП "Рута", 2017. – С. 371-372. <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/13021> (здобувачем здійснено експериментальні дослідження та аналіз отриманих даних).

**18. Задорожний А. І.,** Гриник Г. Г. Моделі залежності надземної фітомаси від таксаційних показників дерев ялини європейської у переважаючих типах лісорослинних умов Полонинського хребта Українських Карпат. *V Всеукр. наук.-практ. конф. студ., магістрів, аспір. і молодих вчених "Ліс, наука, молодь"*, [23 листопада 2017 р., м. Житомир] : матер. конф. – Житомир : ЖНАЕУ, 2017. – 152-153 с. <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/68> (здобувачем здійснено експериментальні дослідження та аналіз отриманих даних).

**19. Задорожний А. І.,** Гриник Г. Г. Математичні моделі надземної фітомаси дерев бука лісового у переважаючих типах лісорослинних умов Полонинського хребта Українських Карпат. *Проблеми ведення та експлуатації лісових і мисливських ресурсів: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, (Житомир, 24 листопада 2017 р.)* / М-во освіти і науки, Житомирський національний агроекологічний університет. – Житомир : Видавництво ЖДУ ім І. Франка, 2017. – 34-35. (здобувачем здійснено експериментальні дослідження та аналіз отриманих даних).

**20. Задорожний А. І.,** Гриник Г. Г. Моделювання компонентів надземної фітомаси букових деревостанів у переважаючих типах лісорослинних умов Полонинського хребта Українських Карпат. *Актуальні проблеми лісового і садово-паркового господарства*: матер. Міжнар. наук.-практ. конф. (Умань, 23-24 трав. 2018). Умань: Видавець "Сочінський М.М.". С. 69-71. (здобувачем здійснено експериментальні дослідження та аналіз отриманих даних).

**21. Задорожний А. І.,** Гриник Г. Г. Динаміка надземної фітомаси деревостанів бука лісового у переважаючих типах лісорослинних умов Полонинського хребта Українських Карпат. *Матер. IX Міжнар. наук.-практ. конф. "Нові технології в геодезії, землевпорядкуванні, лісовпорядкуванні та природокористуванні" Секції Геодезія, картографія та кадастр. Лісокористування та природокористування* (4-6 жовт. 2018 р., м. Ужгород). Ужгород: ТОВ "РІК-У", 2018. – С. 264-269. (здобувачем здійснено експериментальні дослідження та аналіз отриманих даних).

**22. Задорожний А. І.,** Гриник Г. Г. Вікова динаміка надземної фітомаси деревостанів бука лісового у переважаючих типах лісорослинних умов

Полонинського хребта Українських Карпат. *Матер. IV Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених та студ. "Сучасний стан та перспективи розвитку біо- і агроценозів в умовах постійного техногенного забруднення"*. Дрогобич (24–26 жовтня 2018 р.):, 2018. – С. 152-154. (здобувачем здійснено експериментальні дослідження та аналіз отриманих даних).

23. Hrynyk, H., **Zadorozhnyy, A.** Density modeling of aboveground phytomass in absolute dry condition of beech trees in Ukrainian Carpathian. *Proceedings of 14th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT). (17-20 September 2019, Lviv, Ukraine)*. Vol. I. Lviv: Lviv Polytechnic National University, IEEE Ukraine Section. 132-135. 25. (здобувачем здійснено експериментальні дослідження та аналіз отриманих даних).

24. Гриник Г.Г., **Задорожний А.І.**, Гриник О.М. Моделювання щільності компонентів фітомаси стовбурів дерев ялини європейської в абсолютно сухому стані на території Полонинського хребта Українських Карпат. Біологічні дослідження – 2020: Збірник наукових праць. – Житомир: 2020. С. 389-391. (здобувачем здійснено експериментальні дослідження та аналіз отриманих даних).

25. Hrynyk H.H., **Zadorozhnyy A.I.**, Hrynyk O.M. Modelling of Aboveground Phytomass of The Trunk in Absolute Dry Condition of Norway Spruces Trees on The Poloninsky Ridge in Ukrainian Carpathian. *Applied scientific and technical research : IV міжнар. наук.-практ. конф.*, (01-03 квітня 2020 р.), Івано-Франківськ, 2020. Т. 2. С. 11. (здобувачем здійснено експериментальні дослідження та аналіз отриманих даних).

26. Гриник Г., **Задорожний А.**, Скробач Т., Гриник О. Біопродуктивність букових деревостанів полонинського хребта Українських Карпат. Стан природних ресурсів : перспективи їх збереження та відновлення у контексті сталого розвитку : зб. матер. IV Міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 80-річчю Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка. Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, 2020. С. 63-65. (здобувачем здійснено експериментальні дослідження та аналіз отриманих даних).

## АНОТАЦІЯ

**Задорожний А.І. Структура надземної фітомаси букових і ялинових деревостанів Полонинського хребта Українських Карпат.** – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.03.02 "Лісовпорядкування та лісова таксація". – Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, 2021.

Здійснено теоретичне обґрунтування та практичне застосування опрацьованих методик з пошуку та побудови системи математичних залежностей базисної, природної та щільності в абсолютно сухому стані компонентів надземної стовбурової фітомаси дерев і деревостанів бука лісового та ялини європейської від таксаційних ознак дерев та від значення середніх таксаційних показників деревостанів. На їхній основі розроблено таблиці компонентів фітомаси (деревина і кора стовбура, гілки крони, листя чи хвоя



відповідно) та таблиці компонентів надземної стовбурової фітомаси (деревина і кора стовбура, гілки крони, листя чи хвоя відповідно) для букових та ялинових деревостанів Полонинського хребта Українських Карпат залежно від середніх значень висоти і діаметра стовбура та відносної повноти. Встановлено особливості структури фітомаси досліджуваних деревостанів. Корінні букові деревостани переважають похідні ялинові деревостани у цих же типах лісу за загальним запасом надземної фітомаси стовбурів. Структура надземної стовбурової фітомаси досліджуваних деревостанів також відрізняється, у яких для букових деревостанів переважають фітомаса стовбура, стовбура в корі, гілок та гілок у корі, що свідчить про більш повне використання ними біологічного потенціалу.

**Ключові слова:** щільність; деревина; крона; тип лісорослинних умов; кора, стовбур; середні таксаційні показники деревостану; відносна повнота.

## АННОТАЦІЯ

**Задорожний А.И. Структура надземной фитомассы буковых и еловых древостоев Полонинского хребта Украинских Карпат. – Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.03.02 "Лесоустройство и лесная таксация". – Национальный лесотехнический университет Украины, г. Львов, 2021.

В диссертационной работе изложены теоретическое обоснование и практическое применение разработанных методик по поиску и построению системы математических зависимостей базисной, естественной и плотности в абсолютно сухом состоянии компонентов надземной стволовой фитомассы деревьев и древостоев бука лесного и ели европейской от таксационных признаков деревьев и от значения средних таксационных показателей древостоев. На их основе разработаны таблицы компонентов фитомассы (древесина и кора ствола, ветви кроны, листья или хвоя соответственно) и таблицы компонентов надземной стволовой фитомассы (древесина и кора ствола, ветви кроны, листья или хвоя соответственно) для буковых и еловых древостоев Полонинского хребта Украинских Карпат в зависимости от средних значений высоты и диаметра ствола и относительной полноты. Вычислены и установлены особенности структуры фитомассы буковых и еловых древостоев Полонинского хребта Украинских Карпат. В ТЛУ С<sub>3</sub> значение фитомассы древесины ствола в исследуемом диапазоне средних высот при относительной полноте увеличиваются от 18,8-26,9 до 380-401 т·га<sup>-1</sup>, тогда как в ТЛУ D<sub>3</sub> увеличение происходит от 17,2-24,6 до 381-402 т·га<sup>-1</sup>. Разница доли в значениях этого показателя уменьшается с увеличением средних значений и высоты, и диаметра ствола. Фитомасса коры ствола, древесины и коры ветвей и общая надземная фитомасса еловых древостоев в ТЛУ С<sub>3</sub> имеют высокие значения при одинаковых значениях таксационных показателей по сравнению с ТЛУ D<sub>3</sub>. Фитомасса древесины ствола, наоборот – имеет высокие значения в ТЛУ D<sub>3</sub>. Доля разницы между значениями общей надземной фитомассы в пределах степеней высоты уменьшается с увеличением среднего диаметра. Наибольшую долю в структуре общей производительности фитомассы еловых древостоев

составляет фитомасса ствола. В плоскости групп возраста она с увеличением возраста древостоя растет. Так же прослеживается увеличение значения процентной части ствола в коре от 66,8 до 73,6%. Доля ветвей в коре с возрастом наоборот – уменьшается от 22,5 до 17,6%.

**Ключевые слова:** плотность; древесина; крона; тип лесорастительных условий; кора; ствол дерева; средние таксационные показатели древостоя; относительная полнота.

### SUMMARY

**Zadorozhnyy A. I. Structure of aboveground phytomass of beech and spruce forests stands of the Polonyn ridge of the Ukrainian Carpathians.** – Qualification scientific work on manuscript copyrighte.

Dissertation for a Candidate of Agricultural Sciences Degree in Specialty 06.03.02 "Forest Inventory and Forest Mensuration". Ukrainian National Forestry University, Lviv, 2021.

The dissertation presents the theoretical substantiation and practical application of the developed methods for finding and building a system of models for estimating the quantitative and qualitative parameters of the components of aboveground phytomass of trees and stands of forest beech and European spruce. The general quantitative characteristics of phytomass accumulation by beech and spruce stands of the Polonysky ridge of the Ukrainian Carpathians are established. Component above-ground phytomass of beech trees, as one of main type-makers breeds of Ukraine on the whole and Ukrainian Carpathians in particular, is an extraordinarily interesting object that during great while is investigated by many scientists. A research aim is realization of design of components of above-ground phytomass of beech trees depending on a height and diameter of barrel in modal forests stands in the of site type conditions of C<sub>3</sub> and D<sub>3</sub> on territory of Polonysky ridge of Ukrainian Carpathians. The values of phytomass of wood of branches for both investigated of site type conditions with the increase of height and diameter of barrel increase: for to site type conditions C<sub>3</sub> are from 6,1 to 411,7 kg, and for to site type conditions D<sub>3</sub> are from 5,2 to 409,4 kg. The phytomass of bark of branches of crown changes from 0,7 to 19,5 kg (to the site type conditions of C<sub>3</sub>) and from 0,6 to 20,2 kg (to the site type conditions of D<sub>3</sub>). The total value of above-ground phytomass increases with the increase of values of assessments indexes: for to site type conditions C<sub>3</sub> are from 27,3 to 2525,8 kg, and for to site type conditions D<sub>3</sub> are from 23,7 to 2574,9 kg. On the whole, higher values of above-ground phytomass of tree in to site type conditions C<sub>3</sub>.

**Keywords:** closeness, wood, crown, site type conditions, bark, barrel, middle aessessmets indexes of forests stands, relative stocking.

**Підписано до друку 18.03.2021 р.**  
**Ум. др. арк. 1.00. Формат 60×84/16.**  
**Тираж 100 прим. Папір офсетний. Зам. № 12/03/21**  
**Видавець:** Редакційно-видавничий центр НЛТУ України  
(Свідоцтво ДК № 2062 від 17.01 2005 р.)  
79057, м. Львів, вул. Генерала Чупринки, 103  
**Тел./факс:** (032) 240-23-50  
**E-mail:** [nauk.visnyk@gmail.com](mailto:nauk.visnyk@gmail.com)

