

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

**КОВБАСА ЯРОСЛАВ ВОЛОДИМИРОВИЧ**

УДК 630\*5:582.632.1(477.51)

**МОРТМАСА БЕРЕЗОВИХ НАСАДЖЕНЬ ЧЕРНІГІВЩИНИ**

06.03.02 – лісовпорядкування та лісова таксація

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата сільськогосподарських наук

Київ – 2016

Дисертацією є рукопис

Робота виконана у Національному університеті біоресурсів і природокористування України Міністерства освіти і науки України

**Науковий керівник** доктор сільськогосподарських наук,  
старший науковий співробітник  
**Білоус Андрій Михайлович**,  
Національний університет біоресурсів  
і природокористування України,  
доцент кафедри лісової таксації та лісовпорядкування

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

кандидат сільськогосподарських наук  
**Атаманчук Руслан Віталійович**,  
Державне підприємство  
«Білоцерківське лісове господарство»,  
головний інженер

Захист відбудеться «23» листопада 2016 року о 10<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.004.09 у Національному університеті біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Генерала Родимцева, 19, навчальний корпус № 1, кімната 97

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

Автореферат розісланий «    » жовтня 2016 року

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради

А. Г. Лащенко

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Процес раціоналізації природокористування і розвитку біоекономіки набуває глобального масштабу за ініціативи і зусиль розвинених країн світу, у тому числі Європи. Для реалізації положень Паризької кліматичної угоди (2015) та запровадження системи еколого-економічного обліку (англ. *System of Environmental-Economic Accounting*) потребує комплексного дослідження лісових екосистем і визначення обсягів рослинної біомаси для встановлення екосистемних послуг. Врахування останніх під час вирішення проблем економічного розвитку на засадах сталого природокористування дозволить уникнути критичного погіршення стану навколишнього середовища (Шеляг-Сосонко Ю. Р. та ін., 2003; Хвесик М. А. та ін., 2004).

Дослідження закономірностей росту і розвитку деревостанів та біопродуктивності лісів має фундаментальне значення для вирішення багатьох складних природничих проблем, що поставлені перед наукою та виробництвом, у тому числі розроблення нормативно-інформаційного забезпечення для сталого ведення лісового господарства (Строчинский А. А. и др., 1992; Швиденко А. З. и др., 2000; Лакида П. І., 2002; Усольцев В. А., 2007; Василишин Р. Д., 2007; Щепашенко Д. Г., 2008; Миклуш С. І., 2009; Пастернак В. П., 2011; Кашпор С. М., 2013; Гринник Г. Г., 2013; Білоус А. М., 2016).

Березові ліси в Україні мають унікальне еколого-лісівниче (Генсірук С. А., Нижник М. С., 1995), лісоресурсне (Порицький Г. О., 1962; Гирс А. А., Лищук М. Е., 1985; Гирс А. А., 1987; Полякова Л. В., 1995; Атаманчук Р. В., 2012; Кашпор С. М., 2013), вуглецедепонувальне (Матушевич Л. М., 2004; Домашовець Г. С., 2008; Лакида П. І. та ін., 2010; Сендзюк Р. В., 2010), киснепродукувальне (Білоус А. М., 2016), фітомеліоративне та захисне значення (Пилипенко А. И., 1992; Юхновський В. Ю., 2003). Вирощування берези повислої (*Betula pendula* Roth) дозволяє створити продуктивні соснові насадження (Гордієнко М. І. та ін., 2002; Гордієнко М. І., Гордієнко Н. М., 2005), зменшити рівень пожежної небезпеки у лісовому фонді з високою часткою хвойних насаджень (Зібцев С. В., 2013), забезпечити біорізноманіття лісових екосистем (Mukhortova L. V., Evgrafova S. Yu., 2005; Волощук Н. М. и др., 2013).

Комплексне вивчення біопродуктивності березових лісів потребує застосування системного підходу до планування та виконання досліджень, що забезпечує ефективне використання отриманих наукових результатів для встановлення екологічного і ресурсного потенціалу лісових екосистем. Дослідження фізичних показників компонентів фітомаси і мортмаси лісових біогеоценозів дозволяє одержати нові знання про закономірності формування та функціонування лісів та динаміку їх екосистемних послуг.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана у Національному університеті біоресурсів і

природокористування України в межах науково-дослідної держбюджетної теми: «Розробити наукові засади комплексного обліку лісових ресурсів на основі дистанційних технологій» (номер державної реєстрації 0112U001682), до якої здобувач залучався для виконання окремих підрозділів.

**Мета та задачі дослідження.** Мета дисертаційного дослідження – оцінити мортмасу березових лісів Чернігівщини та розробити нормативно-довідкові матеріали для оцінювання депонованого в ній вуглецю і накопиченої енергії.

Для досягнення мети дослідження було поставлено наступні задачі:

- встановити лісівничо-таксаційну характеристику березових насаджень у регіоні дослідження;
- опрацювати методичні підходи до оцінювання компонентів мортмаси у березняках;
- здійснити експериментальне оцінювання компонентів мортмаси березових насаджень Чернігівщини;
- встановити середню базисну щільність мортмаси сухою і деревної ламані берези повислої;
- дослідити особливості динаміки компонентів мортмаси березняків з віком насаджень;
- розробити математичні моделі для оцінювання мортмаси сухою, деревної ламані, опаді грубих гілок і підстилки березових насаджень;
- створити нормативно-довідкові матеріали для оцінювання компонентів мортмаси березових насаджень, депонованого в ній вуглецю та накопиченої енергії;
- проаналізувати структуру загальної мортмаси насаджень і встановити значення мортмаси у формуванні структури біомаси березняків.

*Об'єктом дослідження є закономірності накопичення мортмаси в березняках.*

*Предмет дослідження – динаміка та особливості структури мортмаси березових насаджень Чернігівщини.*

**Методи дослідження.** У процесі виконання дисертаційного дослідження використано спеціальні методи: лісівничо-таксаційні та біометричні – для збору польового експериментального матеріалу з метою дослідження якісних та кількісних показників компонентів біомаси березових лісів, а також загальнонаукові методи: аналіз, синтез, системний підхід, математичне моделювання (емпірико-статистичне та імітаційне) – для опрацювання й аналізу експериментальних даних, а також розроблення математичних моделей і нормативів.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Основні положення дисертаційної роботи, які визначають наукову новизну результатів, полягають у наступному:

*вперше:*

- оцінено загальну мортмасу березових насаджень Чернігівської області;
- здійснено аналіз структури загальної мортмаси березових насаджень;

- встановлено значення мортмаси у формуванні структури загальної рослинної біомаси березових насаджень;

- визначено особливості поділу мортмаси берези повислої за компонентами та їх морфологічні характеристики;

*удосконалено:*

- методичні підходи до оцінювання компонентів надземної мортмаси березових насаджень;

- математичні моделі для оцінювання компонентів мортмаси березових насаджень;

- нормативно-довідкові матеріали для оцінювання мортмаси березняків, депонованого в ній вуглецю та вмісту енергії;

*доповнено:*

- експериментальну базу даних якісних і кількісних показників компонентів надземної біомаси березових насаджень;

- аналітичні дані про структуру березових лісів Чернігівщини.

**Практичне значення одержаних результатів.** Для практичного використання рекомендуються нормативно-довідкові матеріали оцінювання компонентів надземної мортмаси березових насаджень для здійснення комплексного оцінювання біопродуктивності березняків. Нормативно-довідкові матеріали для оцінювання надземної мортмаси в абсолютно сухому стані березових насаджень дозволяють встановити обсяг мортмаси сухою, деревної ламані, грубих гілок та підстилки. Довідкові таблиці для встановлення обсягу депонованого вуглецю і вмісту енергії в компонентах мортмаси можна використовувати з метою оцінювання екологічних послуг лісових екосистем.

Результати дисертаційного дослідження впроваджено у Державному підприємстві «Лісогосподарський інноваційно-аналітичний центр» (акт впровадження від 08.12.2015 р.), Державному підприємстві «Прилуцьке лісове господарство» (акт впровадження від 13.08.2015 р.), Державному підприємстві «Чернігівське лісове господарство» (акт впровадження від 09.11.2015 р.).

**Особистий внесок здобувача.** Викладені у дисертаційній роботі наукові результати, положення, висновки та рекомендації виконано дисертантом особисто і є його науковим доробком. Зібрано дослідний матеріал в обсязі 32 тимчасових пробних площ. Проведення експериментальних робіт здійснювалося за участю А. М. Білоуса, Д. М. Голяки, О. О. Аврамчука, М. А. Голяки. Дисертантом самостійно здійснено пошук інформаційних джерел, аналіз наукових публікацій, математично-статистичну обробку отриманих польових і камеральних даних, моделювання та розроблення нормативно-довідкових матеріалів.

**Апробація результатів дисертації.** Основні теоретичні положення, висновки та рекомендації дисертаційного дослідження доповідалися та обговорювалися на: Міжнародній науково-практичній конференції «Ліс, довкілля, технології: наука та інновації» (м. Київ, 2012 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Дендрологія, квітникарство та садово-паркове будівництво» (м. Ялта, 2012 р.); Міжнародній науково-практичній

конференції «Актуальні проблеми озеленення населених місць: освіта, наука, виробництво, мистецтво формування ландшафту» (м. Біла Церква, 2012 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Студентство у вирішенні лісівничих проблем ХХІ століття» (м. Київ, 2012 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Екологізація сталого розвитку і ноосферна перспектива інформаційного суспільства» (м. Харків, 2012 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Лісове і садово-паркове господарство ХХІ сторіччя: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення» (м. Київ, 2014 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Збалансоване природокористування: традиції та інновації» (м. Київ, 2014 р.); Міжнародній науковій конференції «Лісівнича освіта в інтегральному розвитку суспільства» (м. Львів, 2014 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Біоресурси лісових та урбанізованих екосистем: відтворення, збереження і раціональне використання» (м. Київ, 2015 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Лісівнича наука в контексті сталого розвитку» (м. Харків, 2015 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Виклики ХХІ століття та їхнє вирішення в лісовому комплексі й довкіллі» (м. Київ, 2015 р.).

**Публікації.** Основні наукові результати дисертації опубліковані у 19 наукових працях, у тому числі статті у науковому фаховому виданні України, 5 статтях у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних, статті у науковому виданні України, включеному до міжнародної наукометричної бази даних, науково-методичних рекомендаціях та 11 тезах наукових доповідей.

**Структура і обсяг дисертації.** Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків і рекомендацій виробництву, списку використаних джерел та 5 додатків (40 таблиць). Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 185 сторінок комп'ютерного тексту. Дисертація містить 46 таблиць та проілюстрована 52 рисунками. Список використаних джерел містить 203 найменування (з них 22 латиницею).

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**Розділ 1 Березові насадження Чернігівщини.** Вирішення пріоритетних завдань охорони природного навколишнього середовища неможливе без розроблення наукового забезпечення, яке у майбутньому дозволить ефективно та раціонально використовувати ресурси планети. Для вирішення проблем раціоналізації природокористування необхідна достовірна інформація про біоресурси, їх якісні та кількісні фізичні показники. Складність оцінювання біоресурсів пов'язана із специфікою їх поширення, просторово-розмірними особливостями, ресурсним та екологічним значенням (Базилевич Н. И., 1971; Уткин А. И., 1975).

Друга половина ХХ ст. та початок ХХІ ст. характеризується інтенсифікацією в Україні досліджень біопродуктивності лісів (Голубець М. А., 2000; Лакида П. І., 2002; Миклуш С. І., 2011; Пастернак В. П., 2011;

Гриник Г. Г., 2013; Василюшин Р. Д., 2014; Швець Ю. П., 2014).

Береза повисла є швидкорослим деревним видом, цінним елементом дендрофлори України. Березові насадження мають важливу лісівничу та екологічну роль, а також можуть бути найбільш економічно вигідним і доступним відновним джерелом енергії. Береза створює чисті та мішані ліси майже по всій Україні. Згідно з проведеними дослідженнями площа березових лісів в Україні складає 792,6 тис. га або 8,4 % від загальної площі вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок.

Експериментальні роботи для оцінювання надземної мортмаси березових насаджень виконувалися на території Чернігівської області. Регіон досліджень є одним із найбільших в Україні (за своєю територією посідає друге місце). Згідно бази даних «Лісовий фонд України» Виробничого об'єднання «Укрдержліспроєкт» станом на 01.01.2011 р., частка насаджень берези повислої у Чернігівській області становить близько 12,1 %, що за площею дорівнює 70,4 тис. га. В межах регіону досліджень березових деревостанів вегетативного походження – 64 %, в свою чергу деревостанів насінневого походження – 36 %. Основна частина березняків представлена середньовіковими насадженнями – 32,1 тис. га, загальна площа пристиглих, стиглих та перестійних лісів складає 31,0 тис. га, а площа, зайнятої молодняками берези, становить 7,3 тис. га. Березняки Чернігівщини представлені переважно високобонітетними насадженнями – 57,8 %, частка низькобонітетних насаджень незначна – 0,9 %. Згідно з проведеними дослідженнями береза росте за переважної більшості типів лісорослинних умов. Найбільше деревостанів (34,5 тис. га) виявлено за суборових умов і найменше у борах (1,2 %). Переважна більшість площі березняків (86,3 %) має повноту від 0,6 до 0,8. Більшість площ березняків формують високопродуктивні насадження та зростають у межах лісового фонду лісогосподарських підприємств Державного агентства лісових ресурсів України (55 %).

**Розділ 2 Методика і матеріали дослідження.** Процес дослідження біопродуктивності березняків за компонентами надземної мортмаси передбачав закладання тимчасових пробних площ у модальних насадженнях.

Для проведення дослідження підбирали лісові ділянки за даними повидільної бази даних Виробничого об'єднання «Укрдержліспроєкт» та натурних обстежень перспективних ділянок. Кожна відібрана дослідна ділянка – репрезентативна одиниця березових насаджень Чернігівської області. Пробні площі закладалися відповідно до вимог закладання лісовпорядних пробних площ (СОУ 02.02-37-476 : 2006). На пробних площах здійснювалися експериментальні, морфологічні та аналітичні дослідження мортмаси насаджень. Оцінювання фізичних показників компонентів мортмаси виконували за методикою А. М. Білоуса (2014). Для оцінювання фітомаси березових насаджень застосовано методику П. І. Лакиди (2002).

Збір дослідного матеріалу був проведений у межах Чернігівської області. У період з 2011–2014 рр. у березових деревостанах було закладено 32 тимчасові

пробні площі, з них 30 шт. в Чернігівській області та 2 шт. на межі Чернігівської та Сумської області. Також для моделювання мортмаси сухостійних дерев використано дані із 33 тимчасових пробних площ з бази дослідних даних кафедри лісової таксації та лісовпорядкування Національного університету біоресурсів і природокористування України. З метою дослідження компонентів надземної фітомаси та мортмаси березових деревостанів було зрубано і пофракційно досліджено 96 модельних сухостійних дерев та стільки ж живих модельних дерев. Для дослідження якісних та кількісних показників мортмаси берези зібрано 384 зрізи із сухостійних дерев, 342 зрізи із деревної ламані, 390 зразків із грубих гілок, а також по 96 наважок листя та дрібних гілок. Взято 192 зразки деревини у корі для дослідження щільності компонентів фітомаси стовбурів.

**Розділ 3 Оцінювання мортмаси березових насаджень.** Дослідження обсягів органічної рослинної речовини відмерлих дерев викликає інтерес серед науковців, що обумовлено недооцінкою цього компонента насаджень, а також важливим його значенням для функціонування лісових екосистем. Вологість компонентів мортмаси в лісових екосистемах постійно змінюється в залежності від погодних умов. Саме тому, для розроблення нормативно-інформаційних матеріалів може бути використана лише базисна щільність сухоостою і деревної ламані та вміст абсолютно сухої речовини для опадів гілок та підстилки. Згідно з отриманих дослідних даних встановлено, що базисна щільність сухостійних дерев берези повислої першого класу складає  $456 \pm 35 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ , а другого –  $376 \pm 50 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ . У процесі деструкції базисна щільність компонентів мортмаси поступово зменшується.

На основі таксаційної характеристики дослідних насаджень та результатів оцінювання мортмаси сухостійних дерев ( $M_c, \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ ) здійснено статистичний аналіз експериментальних даних, який свідчить про тісний кореляційний зв'язок досліджуваного компонента мортмаси з віком ( $A$ , років), середнім діаметром ( $D$ , см), середньою висотою ( $H$ , м).

Детальні результати кореляційного аналізу дослідних даних наведено у табл. 1. Отримані коефіцієнти кореляції значно вищі критичного значення ( $r_{кр}=0,25$ ). Виявлено слабкий кореляційний зв'язок з відносною повнотою ( $P$ ) деревостанів.

Таблиця 1

**Кореляція біометричних показників і мортмаси сухостійних дерев березняків**

Показник	$A$ , років	$D$ , см	$H$ , м	$P$	$M_c, \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$
$A$ , років	1,00	–	–	–	–
$D$ , см	0,88	1,00	–	–	–
$H$ , м	0,85	0,92	1,00	–	–
$P$	–0,02	–0,01	–0,02	1,00	–
$M_c, \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$	0,78	0,86	0,82	0,26	1,00



Особливе теоретичне і практичне значення має розроблення моделі (1) із використанням середнього діаметра, середньої висоти і відносної повноти, що дозволить здійснити її агрегацію з результатами моделювання фітомаси березняків для оцінювання загальної біомаси березових деревостанів. Коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) для обох рівнянь становить 0,87:

$$M_c = 0,011 \cdot D^{0,621} \cdot H^{1,337} \cdot P^{1,079}, \quad (1)$$

$$M_c = 0,047 \cdot D^{0,905} \cdot A^{0,479} \cdot P^{1,091}. \quad (2)$$

Із ростом та розвитком березових деревостанів відбувається всихання гілок. Процес інтенсивно проходить у березових деревостанах віком до 20 років, і, як наслідок, на стовбурах залишається велика їх кількість, чим і зумовлено виокремлення зазначеного компонента мортмаси (Білоус А. М., 2016).

На основі масиву дослідних даних компонентів мортмаси сухих гілок живих дерев ( $M_{cr}$ , тга<sup>-1</sup>) берези повислої та запасів стовбурів у корі ( $M$ , м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>) встановлено конверсійні коефіцієнти ( $R_v^{cr}$ ) за рівнянням (3) та здійснено моделювання:

$$R_v^{cr} = M_{cr}/M \quad (3)$$

Розподіл ймовірностей випадкових величин асиметрії та ексцесу дозволяє оцінити, наскільки близько дослідні дані знаходяться від нормального розподілу, та дослідити, чи присутній зв'язок між запропонованими елементами в ряді розподілу. У табл. 2 наведено мінімальні (*min*), максимальні (*max*), середні арифметичні –  $\bar{X}$  значення таксаційних показників, а також значення стандартних відхилень –  $\sigma$ , стандартних похибок –  $m$ , асиметрії –  $As$  та ексцесу –  $E$ .

Таблиця 2

### Статистична характеристика розподілу таксаційних показників та конверсійних коефіцієнтів

Ознака	Значення		Статистики				
	<i>min</i>	<i>max</i>	$\bar{X}$	$\sigma$	$m$	$As$	$E$
$A$ , років	15	59	36	12,3	2,6	0,125	-0,963
$D$ , см	5,8	33,4	14,8	7,0	1,5	0,853	0,502
$H$ , м	8,4	27,5	17,7	6,1	1,3	0,035	-1,194
$P$	0,35	1,10	0,75	0,18	0,04	-0,649	0,703
$M$ , м <sup>3</sup> ·га	28,4	286,0	142,3	69,5	14,5	-0,021	-0,751
$R_v^{cr}$	0,004	0,017	0,007	0,004	0,001	1,500	1,522

На рис. 1 наведено розподіл конверсійних коефіцієнтів сухих гілок живих дерев за віком дослідних насаджень.

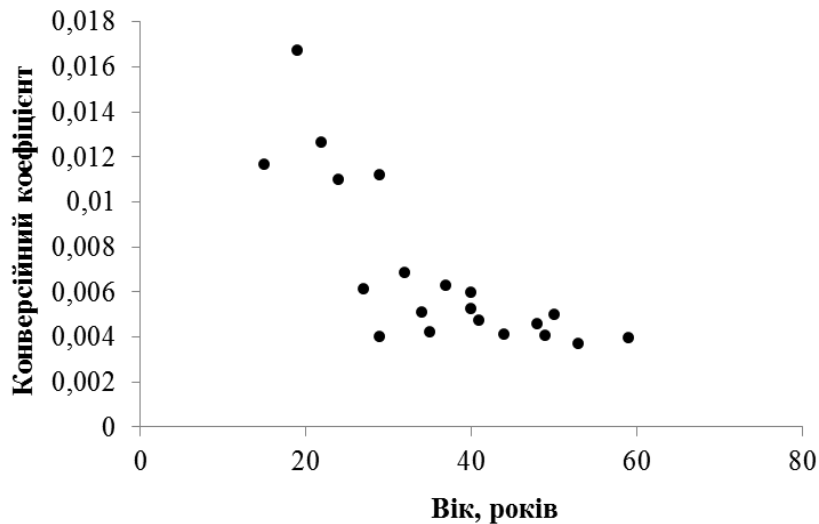


Рис. 1. Динаміка конверсійних коефіцієнтів мортмаси сухих гілок живих дерев з віком

На основі конверсійних коефіцієнтів мортмаси сухих гілок живих дерев і таксаційних показників деревостанів отримано математичні моделі (4–6) для оцінювання вмісту абсолютно сухої речовини в досліджуваному компоненті на 1 га березняків (табл. 3).

Таблиця 3

**Математичні моделі мортмаси конверсійних коефіцієнтів сухих гілок живих дерев берези повислої**

Номер моделі	Модель	Коефіцієнт детермінації ( $R^2$ )
4	$R_v^{сг} = 0,112 \cdot D^{-0,559} \cdot H^{-0,589} \cdot P^{-0,326}$	0,92
5	$R_v^{сг} = 0,154 \cdot A^{-0,983} \cdot P^{-0,592}$	0,90
6	$R_v^{сг} = 0,413 \cdot A^{-0,472} \cdot H^{0,923}$	0,88

Перехід від конверсійних коефіцієнтів до кількісних показників сухих гілок живих дерев здійснювали за допомогою рівняння запасу стовбурів у корі дослідних насаджень (7).

$$M = 13,105 \cdot D^{0,368} \cdot H^{0,634} \cdot P^{0,935}, (R^2=0,87). \quad (7)$$

У процесі життєдіяльності деревних рослин проходить процес природного відпаду. Дерева, які відмерли і втратили природне просторове положення, в результаті утворюють деревну ламань. Накопичення мертвої деревини у вигляді сухостою, деревної ламані, відмерлих гілок і сучків є цілком природним і закономірним явищем, яке продовжується протягом всього існування насадження.

На основі дослідних даних здійснено моделювання мортмаси деревної ламані ( $M_{дл}$ , т·га<sup>-1</sup>) залежно від основних таксаційних показників деревостанів (табл. 4). Перевірку адекватності розроблених математичних моделей на

відповідність емпіричним дослідним даним проводили згідно з параметричним  $F$ -критерієм Фішера. Враховуючи існуючу систему моделей для оцінювання біопродуктивності лісів (Лакида П. І. та ін., 2013) найбільше практичне значення має модель (8). Для математичної моделі (8) емпіричне значення  $F$ -критерію Фішера менше за критичне ( $F=0,51 < F_{кр}=0,55$ ), що дозволяє зробити висновок про її адекватність під час оцінювання мортмаси деревної ламані.

Таблиця 4

#### Математичні моделі мортмаси деревної ламані березняків

Номер моделі	Модель	Коефіцієнт детермінації ( $R^2$ )
8	$M_{дл}=0,009 \cdot D^{2,536} \cdot H^{-0,562} \cdot P^{0,586}$	0,77
9	$M_{дл}=0,005 \cdot D^{0,815} \cdot A^{1,011} \cdot P^{0,578}$	0,86
10	$M_{дл}=0,011 \cdot A^{1,438} \cdot P^{0,707}$	0,85
11	$M_{дл}=8,817 \cdot 10^{-3} \cdot B^{-0,239} \cdot A^{(1,090+1,138 \cdot P-0,714 \cdot P^2)}$	0,85
12	$M_{дл}=0,041 \cdot A^{1,612} \cdot B^{-0,271} \cdot P^{1,599} \cdot \exp(-1,2 \cdot 10^{-3} \cdot A-1,636 \cdot P)$	0,85

Розроблені математичні моделі (8–12) характеризуються високими коефіцієнтами детермінації та можуть бути використані для оцінювання мортмаси березових деревостанів досліджуваного регіону.

На основі розробленої моделі (8) створено нормативно-довідкові таблиці для оцінювання фізичних показників мортмаси деревної ламані. У процесі росту і розвитку березових насаджень відбувається накопичення деревної ламані від 0,1 до 9,0 т·га<sup>-1</sup> (табл. 5).

Таблиця 5

#### Мортмаса деревної ламані березових насаджень, т·га<sup>-1</sup>

Середній діаметр, см	Середня висота, м							
	6	8	10	12	14	16	18	20
<i>Відносна повнота 0,7</i>								
4	0,1	0,1	–	–	–	–	–	–
6	0,3	0,2	0,2	–	–	–	–	–
8	–	0,4	0,4	0,4	0,3	–	–	–
...	...	...	...	...	...	...	...	...
32	–	–	–	–	–	–	7,7	7,4
34	–	–	–	–	–	–	9,0	8,6

Мортмаса грубих гілок – органічна речовина мертвих гілок діаметром більше 1 см, відокремлених від живих дерев, опалих на поверхню ґрунту під час їх росту й очищення стовбура та/або опалих у процесі деструкції сухостійних дерев і деревної ламані. До мортмаси грубих гілок ( $M_{гг}$ , т·га<sup>-1</sup>) належить опад цілих гілок або їх фрагментів діаметром понад 1 см, походження яких можна візуально визначити.

За результатом аналізу дослідних даних встановлено пересічну структуру

загальної мортмаси опаду грубих гілок в абсолютно сухому стані для I–V класів деструкції (рис. 2).

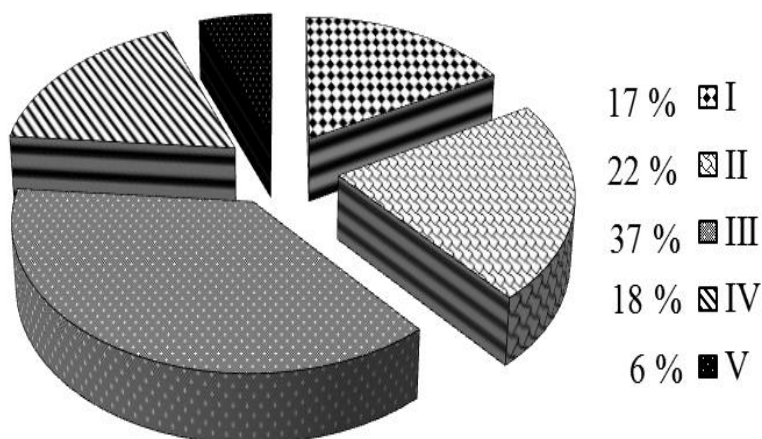


Рис. 2. Пересічна структура мортмаси грубих гілок берези повислої за класами деструкції

Проведений статистичний аналіз масиву дослідних даних та подальше математичне моделювання дало змогу отримати моделі для оцінювання мортмаси грубих гілок у корі березових насаджень (табл. 6).

Таблиця 6

#### Математичні моделі мортмаси грубих гілок березняків

Номер моделі	Моделі	Коефіцієнт детермінації
13	$M_{\text{ГГ}} = 0,293 \cdot 10^{-2} \cdot D^{1,207} \cdot H^{0,902} \cdot P^{1,288}$	0,72
14	$M_{\text{ГГ}} = 3,135 \cdot 10^{-3} \cdot A^{1,552} \cdot B^{-0,194}$	0,71
15	$M_{\text{ГГ}} = 3,473 \cdot 10^{-3} \cdot A^{0,969} \cdot D^{0,780} \cdot P^{1,021}$	0,79
16	$M_{\text{ГГIII}} = 1,100 \cdot 10^{-5} \cdot A^{0,951} \cdot H^{2,244}$	0,67

Для компонентів мортмаси опаду грубих гілок отримано дво- і трифакторні математичні моделі (13–15) з високими коефіцієнтами детермінації, що забезпечить ефективне їх використання при визначенні компонентів мортмаси за середніми таксаційними показниками деревостанів. З метою визначення обсягу мортмаси опаду грубих гілок III класу деструкції було розроблено модель (16). Отримані математичні моделі (13–16) перевірено на відповідність отриманим дослідним даним, а також за допомогою *F*-критерія Фішера

Лісова підстилка є одним із найважливіших складових будь-якого лісового угруповання й структурно-функціональним компонентом, який об'єднує абіотичні та біотичні частки біогеоценозу в цілісну систему. Підстилкою вважаються усі сухі нерозкладені й напіврозкладені частини рослин, що втратили зв'язок і лежать на поверхні ґрунту. До такого визначення лісової підстилки у своїх працях схиляються (А. М. Семенова-Тян-Шанская,

(1960); А. П. Травлєєв, (1961); В. Н. Макаревич, (1968); О. Л. Бельгард, (1970); Н. М. Цветкова, М. С. Якуба, (2008).

На основі масиву дослідних даних компонентів мортмаси підстилки ( $M_{п}$ ) та запасів стовбурів у корі дослідних насаджень встановлено конверсійні коефіцієнти ( $R_v^п$ ). На рис. 3 наведено розподіл конверсійних коефіцієнтів за віком та середнім діаметром дослідних насаджень.

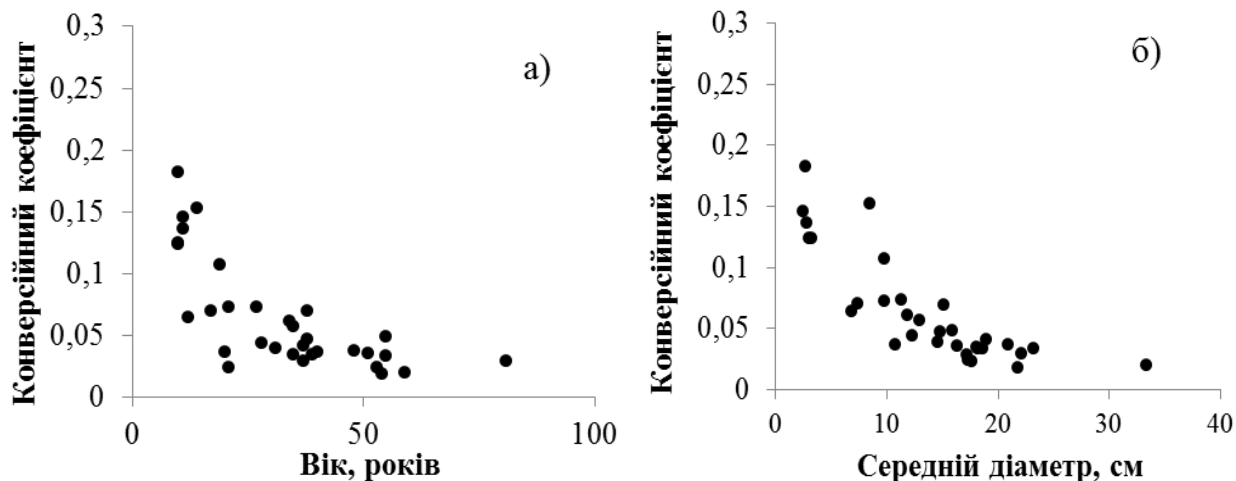


Рис. 3. Динаміка конверсійних коефіцієнтів мортмаси підстилки березняків: а) з віком; б) з середнім діаметром насаджень

Для визначення наявності і ступеня лінійного зв'язку між конверсійними коефіцієнтами мортмаси підстилки ( $R_v^п$ ), у тому числі опаді листя ( $R_v^л$ ) і дрібних гілок ( $R_v^{др}$ ), та таксаційних показників деревостанів проведено кореляційний аналіз (табл. 7).

Таблиця 7

**Кореляції між конверсійними коефіцієнтами мортмаси підстилки і таксаційними показниками березових насаджень**

Показник	$A$ , років	$D$ , см	$H$ , м	$P$	$B$	$M$ , $м^3 \cdot га$	$R_v^л$	$R_v^{др}$	$R_v^п$
$A$ , років	1,00	—	—	—	—	—	—	—	—
$D$ , см	0,86	1,00	—	—	—	—	—	—	—
$H$ , м	0,82	0,92	1,00	—	—	—	—	—	—
$P$	-0,26	-0,41	-0,42	1,00	—	—	—	—	—
$B$	0,46	0,16	0,01	0,17	1,00	—	—	—	—
$M$ , $м^3 \cdot га$	0,82	0,83	0,87	-0,12	0,20	1,00	—	—	—
$R_v^л$	-0,64	-0,74	-0,78	0,34	-0,07	-0,74	1,00	—	—
$R_v^{др}$	-0,58	-0,61	-0,60	0,22	-0,16	-0,61	0,26	1,00	—
$R_v^п$	-0,72	-0,82	-0,85	0,36	-0,11	-0,82	0,97	0,47	1,00

Встановлено тісний прямий зв'язок підстилки із середнім діаметром, середньою висотою, віком, відносною повнотою та запасом стовбурів у корі березових насаджень. Критичне значення коефіцієнта кореляції для отриманої

вибірки ( $r_{кр}=0,36$ ) підтверджує статистичну значущість в усіх випадках, крім кореляції з бонітетом.

Мортмаса лісової підстилки характеризується відносною стабільністю фізичних показників протягом всього життя насадження, але все ж виявлено тенденцію до збільшення її з віком. З віком підстилка березових насаджень накопичується, але, у зв'язку з достатньо інтенсивним процесом мінералізації та гуміфікації, збільшення її фізичних показників незначне.

На основі конверсійних коефіцієнтів мортмаси підстилки і таксаційних показників деревостанів розроблено математичні моделі (17–18) конверсійних коефіцієнтів для оцінювання обсягу підстилки на 1 га модальних березняків:

$$R_v^п = 0,314 \cdot D^{-0,787} \cdot P^{-0,555}, (R^2=0,81), \quad (17)$$

$$R_v^п = 0,503 \cdot D^{-0,515} \cdot H^{-0,416} \cdot P^{-0,582}, (R^2=0,81). \quad (18)$$

Також позитивний результат отримано у моделюванні конверсійних коефіцієнтів для оцінювання опад листя березових насаджень – моделі (19–20):

$$R_v^п = 0,288 \cdot D^{-0,823} \cdot P^{-0,542}, (R^2=0,81), \quad (19)$$

$$R_v^п = 1,228 \cdot H^{-1,305} \cdot P^{-0,703}, (R^2=0,71). \quad (20)$$

Розроблення моделей для оцінювання опад дрібних гілок не принесло позитивного результату.

**Розділ 4 Структура біомаси, депонований вуглець та енергоємність мортмаси березових насаджень.** Дослідження динаміки структури біомаси насаджень берези повислої включало оцінювання компонентів фітомаси та мортмаси. Збір дослідного матеріалу для оцінювання фітомаси березових насаджень було проведено з розподілом на фітомасу деревини стовбура, фітомасу кори стовбура, фітомасу гілок (грубі та дрібні гілки) та фітомасу листя. Для забезпечення комплексного підходу під час дослідження структури рослинної біомаси збір дослідного матеріалу зосередили на фітомасі живого надгрунтового покриву (рис. 4).

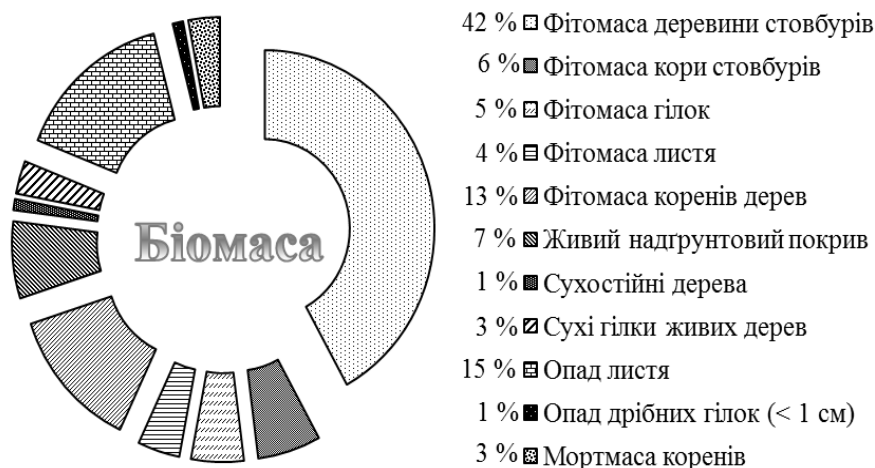


Рис. 4. Структура рослинної біомаси у 10-річному березовому насадженні за компонентами фітомаси та мортмаси, %

Рослинна біомаса молодняків березових насаджень представлена 39 т·га<sup>-1</sup> рослинної органічної речовини. Фітомаса стовбурів у корі 10-річного березового насадження може складати 48 %, фітомаса крон – 9 %, фітомаса коренів дерев – 13 %. Мортмаса сухостою становить 4 %. Мортмаса підстилки у структурі загальної рослинної біомаси становить 16 %, а мортмаса коренів дерев берези – 3 %.

Встановлено, що у 53-річному березняку накопичено 178 т·га<sup>-1</sup> органічної рослинної речовини (рис. 5).



Рис. 5. Структура рослинної біомаси у 53-річному березовому насадженні за компонентами фітомаси та мортмаси, %

Мортмаса у дослідному 53-річному березняку становить 9 % від загальної рослинної біомаси насадження. Мортмаса сухостою становить 5 %, у тому числі мортмаса сухостійних дерев – 4 % та сухих гілок живих дерев – 1 %; деревна ламань – 1 %. Мортмаса підстилки у структурі загальної рослинної біомаси становить 2 %, а мортмаса коренів дерев берези – 1 %.

За результатами встановлено обсяг живої та відмерлої рослинної органічної речовини та виявлено, що у структурі рослинної біомаси (абсолютно сухий стан) березових лісів Чернігівщини загальна мортмаса складає 23 % у молодняках та 9 % у стиглих насадженнях.

Депонування вуглецю відбувається у фітомасі живих рослин лісових насаджень та їх мортмасі до завершення деструкції деревини.

Березові ліси, в першу чергу, забезпечують виконання екологічних функцій, головною з яких є здатність депонувати вуглець деревною біомасою. Для вирішення ресурсознавчих, енергетичних і екологічних проблем лісів Чернігівщини потрібна розробка комплексу нормативно-інформаційного забезпечення для оцінювання мортмаси лісових насаджень.

На основі математичних моделей (1, 4, 8, 13, 18) для оцінювання компонентів мортмаси та запасу стовбурів у корі березових деревостанів (7), за допомогою перевідного коефіцієнта (0,50) для деревини із сухостійних дерев, сухих гілок живих дерев, деревної ламані та грубих гілок (Matthews G., 1993;

Krankina O. N. et al., 1999), розроблено нормативно-довідкові матеріали для оцінювання депонованого вуглецю (табл. 8).

Таблиця 8

**Депонований вуглець в мортмасі березових насаджень, т·га<sup>-1</sup>**

Середній діаметр, см	Середня висота, м											
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
<i>Відносна повнота 0,7</i>												
4	4,2	4,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6	4,1	4,3	4,6	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8	–	4,4	4,6	4,8	5,0	–	–	–	–	–	–	–
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	10,6	10,8	11,0
32	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	11,6	11,8
34	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	12,4	12,6

Для аналізу фізичних показників депонованого вуглецю у мортмасі підстилки березових насаджень використано перевідний коефіцієнт – 0,37 (Mukhortova L. V., Evgrafova S. Yu., 2005). Згідно з отриманими емпіричними дослідними даними депонований вуглець в мортмасі березняків може складати від 4 до 13 т·га<sup>-1</sup>.

Для розроблення нормативно-довідкових матеріалів для оцінювання вмісту енергії у компонентах мортмаси березових деревостанів регіону досліджень використано результати оцінювання вмісту вуглецю в абсолютно сухій мортмасі та літературні дані про вміст енергії в одиниці ваги вуглецю (табл. 9). Так, згідно з А. Shvidenko et al. (2004), в 1 тоні депонованого вуглецю у фітомасі дерев міститься 35,76 ГДж (1ГДж=10<sup>9</sup> Дж).

Таблиця 9

**Вміст енергії в мортмасі грубих гілок березових насаджень, ГДж·га<sup>-1</sup>**

Середній діаметр, см	Середня висота, м											
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
<i>Відносна повнота 0,7</i>												
4	0,5	0,6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6	0,8	1,1	1,3	–	–	–	–	–	–	–	–	–
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	20	21	23
32	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	23	25
34	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	25	26

З використанням інформації повидільної бази даних Виробничого об'єднання «Укрдержліспроєкт» та створених математичних моделей (1, 4, 7, 8,



13, 18) здійснено загальне оцінювання мормаси березняків, депонованого вуглецю та накопиченої енергії мортмасі березових насаджень Чернігівської області (табл. 10). Відповідно до отриманих даних найбільша частка мортмаси березових насаджень зосереджена в підстилці (42 %), а найменша частка мортмаси належить мортмасі сухих гілок живих дерев (5 %).

Таблиця 10

**Загальна мортмаса, депонований вуглець та енергія березняків  
Чернігівщини**

Показник	Загальна мортмаса березових насаджень Чернігівщини, тис. т	Депонований вуглець, тис. т	Вміст енергії, ПДж
Сухостій, у тому числі	260,1	130,1	4,65
- сухостійні дерева	211,4	105,7	3,78
- сухі гілки живих	48,7	24,4	0,87
Деревна ламань	272,8	136,4	4,88
Опад грубих гілок	84,5	42,3	1,51
Підстилка, у тому числі	451,0	181,9	6,51
- опад листя	336,1	124,4	4,45
- опад дрібних гілок	114,9	57,5	2,06

Найбільша частка вуглецю, депонованого у відмерлій рослинній органічній речовині березняків Чернігівщини, виявлено у мортмасі лісової підстилки – 37 % та мортмасі деревної ламані – 28 %, найменше – у сухих гілках живих дерев – 5 %. Досліджено, що найбільший вміст енергії виявлено в мортмасі підстилки – 6,51 ПДж, найменше в мортмасі сухих гілок живих дерев – 0,87 ПДж.

### ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить значний за обсягом теоретичний та експериментальний матеріал. Одержані результати мають важливе практичне значення для здійснення комплексного оцінювання біопродуктивності березняків Чернігівщини.

Аналізуючи основні результати дослідження мортмаси березових лісів Чернігівщини можна зробити висновки:

1. Площа лісових ділянок вкритих лісовою рослинністю у Чернігівській області становить 583,6 тис. га, з них 91,3 %, приурочено до Поліської природної зони, а решта – до Лісостепової. Площа березняків у Чернігівській області становить 70,4 тис. га, з них 44,0 % – пристиглі, стиглі і перестійні насадження та 57,9 % – високопродуктивні деревостани. Береза повисла зростає

за переважної більшості типів лісорослинних умов, проте майже 90 % березняків зростає у свіжих і вологих суборах та свіжих, і вологих сугрудах.

2. Утворення та накопичення мортмаси у березових насадженнях відбувається під впливом біотичних (шкідники, хвороби), абіотичних (вітровал, бурелом, сніголам, пожежі) та антропогенних (господарські заходи) чинників і залежить від лісорослинних умов, санітарного стану насадження та його віку.

3. Встановлено, що середня базисна щільність сухоостою і деревної ламані I класу деструкції становить  $456 \pm 35 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ , а для мортмаси II класу деструкції –  $376 \pm 50 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ . У порівнянні з базисною щільністю фітомаси деревини берези щільність мортмаси I класу деструкції зменшується на 18, II – 32, III – 49, IV – 66, V – 79 %.

4. Сухостій у березняках Чернігівщини утворюється за 2–3 роки після змикання крон і утворення деревостану, а його мортмаса поступово збільшується з віком у модальних насадженнях від 0,2 до  $7,0 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ . У структурі мортмаси сухоостою середньовікових березняків 84 % припадає на мортмасу сухостійних дерев та 16 % – на мортмасу сухих гілок живих дерев.

5. Мортмаса деревної ламані у модальних березняках починає утворюватися пересічно у віці 9–10 років і поступово збільшується від  $0,1 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$  у молодняках до  $9,0 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$  у стиглих насадженнях.

6. Мортмаса опадів грубих гілок у насадженнях берези повислої починає утворюватися переважно у віці 14–16 років та може збільшуватись з віком від 0,1 до  $3,0 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ .

7. Найменш мінливою протягом всього періоду росту і розвитку березових насаджень є мортмаса підстилки, яка в умовах лісів Чернігівської області може становити  $6,0\text{--}7,5 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$  абсолютно сухої органічної речовини. У структурі мортмаси підстилки понад 80 % абсолютно сухої речовини припадає на опад листя. Виявлено тенденцію до часткового збільшення мортмаси підстилки та мортмаси дрібних гілок у складі підстилки з віком насадження.

8. Динаміці структури загальної мортмаси березняків притаманні закономірності: зменшення частки підстилки від 95 % у молодняках до 38 % у стиглих модальних насадженнях; збільшення частки деревної ламані від 1 до 32 % до віку стиглості деревостанів; збільшення частки мортмаси сухоостою від 3 до 20 % та частки мортмаси грубих гілок від 1 до 10 % із віком насаджень.

9. У структурі загальної біомаси 10-річного насадження берези повислої частка мортмаси становить 23 %, у тому числі 4 % припадає на сухостій, менше 1 % на деревну ламань та опад грубих гілок, а також 16 % – на підстилку. У структурі загальної біомаси 53-річного березняка частка мортмаси становить 9 %, у тому числі 5 % припадає на сухостій, 1 % – на деревну ламань, менше 1 % – на опад грубих гілок та 2 % – на підстилку. Структурі загальної біомаси березняків притаманне зменшення частки мортмаси з віком.

10. У мортмасі березових лісів Чернігівщини зосереджено 10–20 % депонованого вуглецю та енергії від загального їх обсягу накопиченого в біомасі березняків.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою практичного використання рекомендуємо наступні результати дисертаційного дослідження:

1. Нормативно-довідкові матеріали для оцінювання компонентів надземної мортмаси в модальних березових насадженнях в абсолютно сухому стані.

2. Нормативні матеріали для оцінювання депонованого вуглецю у мортмасі сухостою, деревної ламані, мортмасі грубих гілок та підстилки модальних насаджень берези повислої.

3. Таблиці для оцінювання вмісту енергії у мортмасі сухостою, деревної ламані та мортмасі грубих гілок.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Стаття у науковому фаховому виданні України

1. Білоус А. М. Оцінка фітомаси живого надґрунтового покриву березняків Чернігівського Полісся / А. М. Білоус, **Я. В. Ковбаса** // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво і декоративне садівництво. – 2012. – Вип. 171. – Ч. 3. – С. 12–15. *(Здобувачем здійснено опрацювання дослідних даних, аналіз результатів та узагальнено висновки).*

### Статті у наукових фахових виданнях України,

#### включених до міжнародних наукометричних баз даних:

2. Білоус А. М. Оцінка мортмаси сухостою березових лісів східного Полісся України / А. М. Білоус, **Я. В. Ковбаса**, М. А. Бузиль // Біоресурси і природокористування. – 2014. – Т. 6. – №1–2. – С. 125–130. *(Здобувачем здійснено аналітичний огляд літератури, проведено статистичний аналіз, моделювання та підготовлено матеріал до друку).*

3. Ковбаса Я. В. Моделювання мортмаси деревної ламані березових лісів східного Полісся України / Я. В. Ковбаса // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. – 2014. – Вип. 24.10. – С. 94–100.

4. Білоус А. М. Методичні особливості дослідження мортмаси березових лісів Полісся України / А. М. Білоус, **Я. В. Ковбаса** // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво. – 2014. – Вип. 198. – Ч. 2. – С. 31–38. *(Здобувачем здійснено збір дослідного матеріалу, аналітичний огляд літератури, узагальнено висновки та підготовлено матеріал до друку).*

5. Ковбаса Я. В. Моделювання мортмаси грубих гілок березових лісів Чернігівщини: [електронний ресурс] / Я. В. Ковбаса // Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2015. – № 3. – Режим доступу до журналу: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nd\\_2015\\_3\\_21.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nd_2015_3_21.pdf).

6. Ковбаса Я. В. Оцінювання мортмаси лісової підстилки березових лісів Чернігівщини / **Я. В. Ковбаса**, А. М. Білоус // Науковий вісник Національного

університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво. – 2015. – Вип. 219. – С. 32–39. *(Здобувачем здійснено аналітичний огляд літератури, розроблено математичні рівняння та підготовлено матеріал до друку).*

**Стаття у науковому виданні України,  
включеному до міжнародної наукометричної бази даних**

7. Особливості формування мікобіоти мортмаси м'яколистяних молодняків на староорних землях Чернігівського Полісся / [Білоус А. М., Волощук Н. М., Бузиль М. А., **Ковбаса Я. В.**] // Мікробіологічний журнал – 2013. – Т. 75. – № 6. – С. 59–65. *(Здобувачем здійснено збір дослідного матеріалу, аналіз основних видів мікобіоти та підготовлено матеріал до друку).*

**Науково-методичні рекомендації**

8. Нормативно-інформаційне забезпечення для прогнозу росту деревостанів та оцінювання рослинної біомаси лісів Українського Полісся / [Білоус А. М., Терентьев А. Ю., Володимиренко В. М., Голяка Д. М., Аврамчук О. О., **Ковбаса Я. В.**, Бузиль М. А., Котляревська У. М., Слива О. І.]; Національний університет біоресурсів і природокористування України. – К.: Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 2015. – 71 с. *(Здобувачем здійснено збір дослідного матеріалу, опрацювання дослідних даних і аналіз результатів).*

**Тези наукових доповідей:**

9. Білоус А. М. Особливості дослідження фітомаси живого надґрунтового покриву березняків Чернігівського Полісся / А. М. Білоус, О. І. Слива, **Я. В. Ковбаса** // Ліс, довкілля, технології: наука та інновації: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 29 березня 2012 року: тези доповіді. – К., 2012. – С. 113–114. *(Здобувачем здійснено аналітичний огляд, опрацьовано методичні підходи до оцінювання фітомаси живого надґрунтового покриву, підготовлено матеріал до друку).*

10. Білоус А. М. Особливості дослідження живого надґрунтового покриву березняків Чернігівського Полісся / А. М. Білоус, **Я. В. Ковбаса** // Дендрологія, квітникарство та садова-паркове будівництво: Міжнародна науково-практична конференція, м. Ялта, 5–8 червня 2012 року: тези доповіді. – Ялта, 2012. – С. 10–11. *(Здобувачем здійснено аналітичний огляд, обробку дослідних даних, підготовлено висновки).*

11. Білоус А. М. Оцінка та моделювання мортмаси листя в лісовій підстилці березняків Чернігівського Полісся / А. М. Білоус, **Я. В. Ковбаса**, С. С. Ковальська // Екологізація сталого розвитку і ноосферна перспектива інформаційного суспільства: Міжнародна науково-практична конференція, м. Харків, 3–5 жовтня 2012 року: тези доповіді. – Х., 2012. – С. 24–25. *(Здобувачем здійснено збір і обробку дослідних даних, підготовлено висновки).*

12. Ковбаса Я. В. Попередні результати дослідження живого надґрунтового покриву березняків у ДП «Прилуцьке лісове господарство» / Я. В. Ковбаса // Студентство у вирішенні лісівничих проблем ХХІ століття: Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Київ, 30 березня 2012 року: тези доповіді. – К., 2012. – С. 50.

13. Оцінка та моделювання фітомаси живого надґрунтового покриву березняків Чернігівського Полісся / [Лакида П. І., Білоус А. М., **Ковбаса Я. В.**, Слива О. І.] // Актуальні проблеми озеленення населених місць: освіта, наука, виробництво, мистецтво формування ландшафту: Міжнародна наукова конференція, м. Біла Церква, 20–22 вересня 2012 року: тези доповіді. – Біла Церква, 2012. – С. 57–59. *(Здобувачем здійснено аналітичний огляд, збір і обробку дослідних даних, моделювання фітомаси живого надґрунтового покриву, підготовлено висновки).*

14. Білоус А. М. Оцінка мортмаси сухою березових деревостанів Східного Полісся України / А. М. Білоус, **Я. В. Ковбаса** // Лісове і садово-паркове господарство ХХІ сторіччя: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 13–14 березня 2014 року: тези доповіді. – К., 2014. – С. 21–22. *(Здобувачем здійснено аналітичний огляд літератури, проведено статистичний аналіз, оцінено мортмасу сухою, зроблено висновки).*

15. Ковбаса Я. В. Оцінка мортмаси деревної ламані в березових насадженнях Східного Полісся України / **Я. В. Ковбаса**, А. М. Білоус // Збалансоване природокористування: традиції та інновації: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 16–17 жовтня 2014 року: тези доповіді. – К., 2014. – С. 93–95. *(Здобувачем здійснено аналітичний огляд, оцінено мортмасу деревної ламані березняків, підготовлено узагальнення і висновки).*

16. Білоус А. М. Класифікація компонентів мортмаси березових лісів в Українському Поліссі / А. М. Білоус, **Я. В. Ковбаса**, В. М. Володимиренко // 64-а науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, наукових працівників, докторантів та аспірантів за підсумками наукової діяльності у 2013 році, м. Львів, 23 жовтня 2014 року: тези доповіді. – Львів, 2014. – С. 18–20. *(Здобувачем здійснено постановку проблеми, аналітичний огляд літератури, узагальнено висновки та підготовлено матеріал до друку).*

17. Ковбаса Я. В. Структура рослинної біомаси березових насаджень Чернігівщини / Я. В. Ковбаса // Виклики ХХІ століття та їхнє вирішення у лісовому комплексі й довкіллі: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 7–9 жовтня 2015 року: тези доповіді. – К., 2015. – С. 25.

18. Ковбаса Я. В. Лісівничо-таксаційні особливості березових лісів Чернігівщини / Я. В. Ковбаса // Лісівнича наука в контексті сталого розвитку: науково-практична конференція, м. Харків, 29–30 вересня 2015 року: тези доповіді. – Х., 2015. – С. 36–38.

19. Ковбаса Я. В. Структура мортмаси березових насаджень Чернігівщини / Я. В. Ковбаса // Біоресурси лісових та урбанізованих екосистем: відтворення, збереження і раціональне використання: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 23–24 квітня 2015 року: тези доповіді. – К., 2015. – С. 33–34.

### АНОТАЦІЯ

**Ковбаса Я. В. Мортмаса березових насаджень Чернігівщини.** – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.03.02 – лісовпорядкування та лісова таксація. – Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, 2016.

У дисертаційній роботі розглянуто методичні підходи щодо комплексного дослідження компонентів мортмаси березових насаджень Чернігівської області. Подано загальні характеристики мортмаси сухостою, деревної ламані, опаді грубих гілок за класами деструкції. Висвітлено особливості утворення та накопичення органічної речовини відмерлих дерев берези. Наведено методичні особливості таксації компонентів мортмаси березняків для встановлення її кількісних та якісних параметрів.

Встановлено, що мортмаса деревної ламані в березняках починає утворюватися пересічно у віці 9–10 років та поступово збільшується від  $0,1 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$  у молодняках до  $9,0 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$  у стиглих модальних насадженнях, мортмаса опаді грубих гілок у насадженнях берези повислої утворюється переважно у віці 14–16 років та може збільшуватись з віком від  $0,1$  до  $3,0 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ . Отримано дані мортмаси підстилки березових насаджень, яка за умов Чернігівської області може становити  $6,0$ – $7,5 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$  абсолютно сухої речовини. У структурі мортмаси підстилки понад 80 % абсолютно сухої речовини припадає на опад листя.

Розроблено нормативно-довідкові матеріали для оцінювання компонентів надземної мортмаси модальних березових насаджень в абсолютно сухому стані, нормативні матеріали для оцінки депонированного вуглецю в мортмасі сухостою, деревної ламані, мортмаси грубих гілок і підстилки, а також таблиці для оцінювання вмісту енергії в мортмасі сухостою, деревної ламані і мортмасі опаді грубих гілок.

**Ключові слова:** мортмаса, Чернігівщина, береза повисла, біомаса, клас деструкції, сухостій, деревна ламань, гілки, підстилка, депонований вуглець, енергія.

### АННОТАЦИЯ

**Ковбаса Я. В. Мортмасса березовых насаждений Черниговщины.** – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.03.02 – лесоустройство и

лесная таксация. – Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев, 2016.

В диссертационной работе рассмотрены методические подходы для комплексного исследования компонентов мортмассы березовых насаждений в Черниговской области. Приведены общие характеристики мортмассы сухостоя, валежа, опада грубых ветвей по классам деструкции. Представлены особенности образования и накопления органического вещества отмерших деревьев березы. Приведены методические особенности таксации компонентов мортмассы березняков для установления её количественных и качественных параметров.

По результатам исследования установлено лесоводственно-таксационную характеристику березовых насаждений в регионе исследования согласно которой доля насаждений березы повислой в Черниговской области около 12,1 %, что по площади составляет 70,4 тыс. га. В пределах региона исследований березовых древостоев вегетативного происхождения – 64 %, в свою очередь древостоев семенного происхождения – 36 %. Основная часть березняков представлена средневозрастными насаждениями – 32,1 тыс. га, общая площадь приспевающих, спелых и перестойных лесов составляет 31,0 тыс. га, а площадь, занятой молодняками березы, составляет 7,3 тыс. га. Березняки Черниговщины преимущественно представлены високобонитетными насаждениями – 57,8 %, доля низкобонитетных насаждений незначительна – 0,9 %. Согласно проведенным исследованиям береза растет в большинстве типов лесорастительных условий. Основная часть древостоев (34,5 тыс. га) выявлена в субборовых условиях, а меньше всего в борах (1,2 %). Площадь березняков Черниговщины (86,3 %) имеет полноту от 0,6 до 0,8. Установлено среднюю базисную плотность мортмассы сухостоя и валежа березы повислой. Исследованы особенности динамики компонентов мортмассы березняков с возрастом насаждений и разработаны математические модели для оценки мортмассы сухостоя, валежа, опада грубых ветвей и подстилки березовых насаждений. Проведено дифференциацию сухостойных деревьев по двум классам деструкции мортмассу валежа и грубых ветвей за пятью классами деструкции. По сравнению с базовой плотностью фитомассы древесины березы плотность мортмассы I класса деструкции уменьшается на 18, II – 32, III – 49, IV – 66, V – 79 %.

Проанализирована структура общей мортмассы насаждений и установлено долю мортмассы в формировании структуры биомассы березняков.

Исследовано, что мортмасса сухостоя постепенно увеличивается с возрастом у модальных насаждениях от 0,2 до 7,0 т·га<sup>-1</sup>. В структуре мортмассы сухостоя средневозрастных березняков 84 % приходится на мортмассу сухостойных деревьев и 16 % – на мортмассу сухих ветвей живых деревьев.

Установлено, что мортмасса валежа в березняках начинает образовываться в возрасте 9–10 лет и постепенно увеличивается от 0,1 т·га<sup>-1</sup> в молодняках до 9,0 т·га<sup>-1</sup> в спелых модальных насаждениях, мортмасса опада

грубых ветвей в насаждениях березы повислой образуется преимущественно в возрасте 14–16 лет и может увеличиваться с возрастом от 0,1 до 3,0 т·га<sup>-1</sup>. Получены данные мортмассы подстилки березовых насаждений, которые в условиях Черниговской области могут составлять от 6,0–7,5 т·га<sup>-1</sup> абсолютно сухого вещества. В структуре мортмассы подстилки более 80 % абсолютно сухого вещества приходится на опад листьев.

Установлено, что структуре общей мортмассы березняков характерно: увеличение доли подстилки от 95 % в молодняках до 38 % в спелых модальных насаждениях; увеличение доли валежа от 1 до 32 % к возрасту спелости древостоев; увеличение мортмассы сухостоя от 3 до 20 % и доли мортмассы грубых ветвей от 1 до 10 % с возрастом насаждений.

Представлены данные структуры общей биомассы, согласно которым в 10-летнего насаждения березы повислой доля мортмассы составляет 23 %, в том числе 4 % приходится на сухостой, менее 1 % на валёж и опад грубых ветвей, а также 16 % – на подстилку. Определено, что в структуре общей биомассы 53-летнего березняка доля мортмассы составляет 9 %, в том числе 5 % – сухостой, 1 % – валёж, менее 1 % – на опад грубых ветвей и 2 % – на подстилку.

Установлено, что доля углерода, которая может быть сосредоточена в мортмассе сухостоя составляет – 55 %, из них в мортмассе сухостойных деревьев – 47 % и 8 % в сухих ветвях из живых деревьев. Доля углерода в мортмассе подстилки составляет 27 %, из них: в опаде листья – 22 и 5 % в мортмассе мелких веток. Остальные (18 %) углерода содержится валеж – 13 и 5 % в опаде грубых ветвей.

Проанализировано долю энергии в компонентах мортмассы. Так, содержание энергии в мортмассе сухостойных деревьев может составлять 20–40 %, в валеже от 10 до 50 %, содержание энергии в опаде грубых ветвей составляет 3–10 % и сухих ветвях живых деревьев от 10 до 70 % от общей энергии в мортмассе березовых насаждений.

Исследованно, что большинство углерода, депонированного мортмассой березняков Черниговщины, обнаружено в лесной подстилке – 182 тыс. т и мортмассе валежа – 130 тыс. т, меньше всего – в сухих ветвях живых деревьев – 24 тыс. т. В мортмассе подстилки накоплено 6,51 ПДЖ энергии, а в мортмассе сухих ветвей живых деревьев сосредоточено всего 0,87 ПДЖ энергии.

Разработаны нормативно-справочные материалы для оценки компонентов наземной мортмассы модальных березовых насаждений в абсолютно сухом состоянии, нормативные материалы для оценки депонированного углерода в мортмассе сухостоя, валежа, мортмассы грубых ветвей и подстилки, а также таблицы для оценки содержания энергии в мортмассе сухостоя, валежа и мортмассы грубых ветвей.

**Ключевые слова:** мортмасса, Черниговщина, берёза повислая, биомасса, класс деструкции, сухостой, валёж, ветви, подстилка, депонированный углерод, энергия.



## ANNOTATION

**Kovbasa Y. V. Mortmass of birch forests in Chernigiv region.** – The Manuscript.

The thesis for awarding a scientific degree of candidate of agricultural sciences in specialty 06.03.02 – forest inventory and forest measurement. – National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, 2016.

The methodical approaches to complex research of mortmass components in birch forests of Chernihiv region are shown. Presented the general characteristics of snags mortmass, logs, falling off the branches according to destruction classes. Shown the peculiarities of organic matter formation and accumulation of dead-standing *Betula pendula* Roth.

It was established that in birch woods logs mortmass begins to form in the middle age of 9–10 years and gradually increases from  $0.1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , in young stands up to  $9.0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , in mature modal plantations, subsidence of rough branches mortmass in plantations of weeping birch is formed mainly between the ages of 14–16 years and can be increased with age from 0,1 to  $3.0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . The data of litter mortmass in birch forests, which in the conditions of the Chernigiv region could be  $6.0\text{--}7.5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  of completely dry matter. There are in the structure of litter mortmass are more than 80 % of absolutely dry matter is accounted on foliage.

There is developed normative reference information for the evaluation components of the aboveground birch forests mortmass in a completely dry state, regulatory and reference materials for the evaluation of the deposited carbon in snags mortmass, logs, in rough branches mortmass and litter, as well as the regulatory tables for the evaluation of the energy content in snags mortmass, logs and rough branches mortmass.

**Key words:** mortmass, Chernigiv region, birch, biomass, destruction classes, snags, logs, branches, litter, carbon, energy.