

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

СОШЕНСЬКИЙ ОЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ

УДК 630*5:630*17:582.685.4

**ОСОБЛИВОСТІ ТАКСАЦІЙНОЇ БУДОВИ, СОРТИМЕНТНОЇ І ТОВАРНОЇ
СТРУКТУРИ ДЕРЕВОСТАНІВ ЛИПИ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

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, професор
Гірс Олександр Анатолійович,
Національний університет біоресурсів
і природокористування України,
завідувач 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 імені Г. М. Висоцького,
провідний науковий співробітник лабораторії
моніторингу і сертифікації лісів

доктор сільськогосподарських наук, професор
Каганяк Юліан Йосипович,
Національний лісотехнічний університет України,
професор кафедри лісової таксації
та лісовпорядкування

Захист відбудеться «28» жовтня 2016 року о 13⁰⁰ 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 « » вересня 2016 року

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

А. Г. Лашенко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Раціональне використання та відтворення лісових ресурсів як важливої складової біосфери можливе лише за умови їхнього всебічного вивчення та оцінки. З метою забезпечення цих потреб лісотаксаційною наукою та практикою створено систему відповідних нормативів для таксації запасу насаджень різних деревних видів.

Розроблена база нормативно-довідкової інформації, яка широко використовується для матеріальної оцінки деревини у виробничій діяльності лісгосподарських підприємств (Швиденко А. З., Строчинський А. А., Юдицький Я. А., Кашпор С. М., Маніга О. Г., Ганжа П. К. під керівництвом Нікітіна К. Є., 1984; Цурик Є. І., Пастернак В. П., Кашпор С. М., Щербина А. Г., Березівський Л. М., Гірс О. А., Лакида П. І., під керівництвом Строчинського А. А., 1993; автори попередніх нормативів та Миронюк В. В., Свинчук В. А. під керівництвом Строчинського А. А., 2013) нажаль є неповною. Так, за відсутності лісотаксаційних нормативів для окремих деревних видів рекомендується використовувати нормативи розроблені для інших, близьких за своїми біометричними особливостями, деревних видів, що може призводити до значних помилок під час їхньої таксації. Також у чинних нормативах зустрічаються певні неточності, викликані недостатньою кількістю дослідного матеріалу, що зумовлено труднощами збору дослідної інформації малопоширених деревних видів.

Вибір липових деревостанів в якості об'єкта дослідження зумовлено такими обставинами:

- відсутність повноцінної бази нормативно-довідкової інформації для таксації дерев та деревостанів липи, що зростають в Україні;
- значний запас липи у лісах України (близько 25 млн м³);
- постійне зростання вартості деревини, що зумовлює підвищення інтересу не лише до основних лісотвірних деревних видів, а й до другорядних.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Виконана дисертаційна робота безпосередньо пов'язана з науковими дослідженнями, що здійснювалися кафедрою лісового менеджменту Національного університету біоресурсів і природокористування України: «Проблеми сталого використання лісових ресурсів в умовах глобальних змін клімату» (номер державної реєстрації 0114U000651). Здобувач є виконавцем окремих підрозділів.

Мета та задачі дослідження. Метою дисертаційного дослідження є розроблення системи нормативно-довідкових матеріалів для таксації дерев і деревостанів липи серцелистої Лісостепу України.

Для досягнення мети дослідження було поставлено наступні задачі:

- оцінити стан та лісівничо-таксаційну характеристику липи як елемента лісу та, зокрема, липових деревостанів регіону дослідження;
- дослідити форму та повнодеревність стовбурів дерев липи, розробити математичну модель видового числа та об'ємні таблиці;
- дослідити особливості співвідношення між діаметрами і висотами стовбурів дерев липи різних вікових груп та розробити відповідні шкали для

встановлення розряду висот;

- розробити математичні моделі розмірно-якісної структури стовбурів дерев липи для різних вікових груп насаджень;

- дослідити деревну частину крони і розробити математичні моделі її об'єму та якісної структури;

- розробити сортиментні таблиці для таксації молодняків та середньовікових деревостанів липи;

- розробити сортиментні таблиці для таксації пристиглих, стиглих та перестійних деревостанів липи;

- дослідити закономірності таксаційної будови липових деревостанів за діаметром;

- розробити нормативи товарної структури запасу пристиглих та стиглих деревостанів липи.

Об'єкт дослідження – дерева та деревостани липи серцелистої Лісостепу України.

Предмет дослідження – таксаційна будова, сортиментна і товарна структура липових деревостанів Лісостепу України.

Методи дослідження. Теоретичні та методичні дослідження виконувалися на засадах системного підходу щодо вивчення об'єкта дослідження із застосуванням сучасної комп'ютерної техніки та програмного забезпечення. В процесі виконання дисертаційного дослідження було використано спеціальні методи: лісівничі, таксаційні, біометричні – для збору польового дослідного матеріалу; математико-статистичні, аналізу, синтезу – для опрацювання й аналізу дослідних даних, розроблення математичних моделей та оцінки точності результатів дослідження. Оцінювання розроблених математичних моделей виконано за допомогою стандартних методів математичної статистики. Перевірка та порівняння отриманих результатів здійснювались аналітичним та графічним способами.

Окрім загальновідомих комп'ютерних програмних продуктів, таких як «Statistica 6» і табличний процесор MS Excel, використовувались спеціальні програми, розроблені на кафедрі лісової таксації та лісовпорядкування Національно університету біоресурсів і природокористування України, зокрема програми «ПЕРТА», «STRUК» та «БУДОВА».

Наукова новизна одержаних результатів. Основні положення дисертаційної роботи, які визначають її наукову новизну:

уперше:

- встановлено особливості та розроблено математичні моделі розмірно-якісної структури стовбурів, на основі яких сформовано таблиці сортиментної структури запасу молодняків і середньовікових деревостанів липи;

- досліджено співвідношення між висотами та діаметрами стовбурів дерев та розроблено таблиці для встановлення розряду висот у молодняках і середньовікових деревостанах липи;

- встановлено закономірності таксаційної будови, отримано узагальнені ряди розподілу дерев за ступенями товщини залежно від величини середнього

діаметра і відсотка ділових дерев та розроблено таблиці товарної структури їхнього запасу;

удосконалено:

– сортиментні таблиці для таксації дерев липи у пристиглих, стиглих та перестійних деревостанах;

– розрядні шкали висот для таксації пристиглих, стиглих та перестійних липових деревостанів;

отримали подальший розвиток теоретичні та методичні засади лісівничо-таксаційної оцінки запасів деревостанів та їх розмірно-якісної структури.

Практичне значення одержаних результатів. Для застосування у наукових та практичних цілях лісового господарства пропонуються: математичні моделі видового числа стовбурів липи; таблиці та математичні моделі об'єму стовбурів дерев липи; математичні моделі відносних висот та розроблені на їх основі таблиці для визначення розряду висот у молодняках і середньовікових липових деревостанах; математичні моделі відносних висот та розроблені на їх основі таблиці для визначення розряду висот у пристиглих, стиглих та перестійних липових деревостанах; математичні моделі і таблиці розподілу об'єму стовбурів за розмірно-якісними категоріями у молодняках і середньовікових деревостанах липи; математичні моделі і таблиці розподілу об'єму стовбурів за розмірно-якісними категоріями у пристиглих, стиглих та перестійних липових деревостанах; сортиментні таблиці та математичні моделі для матеріальної оцінки молодняків і середньовікових деревостанів липи; сортиментні таблиці та математичні моделі для матеріальної оцінки у пристиглих, стиглих та перестійних липових деревостанах; ряди розподілу кількості стовбурів за ступенями товщини та категоріями технічної придатності у пристиглих, стиглих і перестійних деревостанах липи; таблиці товарної структури запасу пристиглих, стиглих і перестійних липових деревостанів.

Також в результаті досліджень одержано довідкову інформацію про стан та лісівничо-таксаційну характеристику липи серцелистої у лісостанах України.

Використання розроблених нормативів для таксації запасу липових деревостанів та його сортиментної структури підвищить точність та якість цих робіт. Оскільки за відсутності сортиментних таблиць для таксації молодняків і середньовікових деревостанів липи і товарних таблиць для таксації стиглих, під час виконання матеріальної оцінки використовуються відповідні таблиці, розроблені для близьких у лісівничо-таксаційному та біологічному відношенні деревних видів. Вказані обставини є причиною виникнення помилок під час виконання матеріальної оцінки лісосік.

Результати дисертаційних досліджень впроваджено у виробничу діяльність ВО «Укрдержліспроект» (акт про впровадження від 01.04.2016 р.).

Окремі положення та висновки дисертації використовуються у навчальному процесі під час викладання дисципліни «Лісовпорядкування» для студентів ОС «Бакалавр» у Національному університеті біоресурсів і природокористування України (акт про впровадження від 25.04.2016 р.).

Особистий внесок здобувача. Автором закладено 11 тимчасових пробних

площ із рубкою модельних дерев та 13 – без рубки модельних дерев. З метою дослідження розмірно-якісної структури автором виконано обмір та сортиментацію 153 модельних дерев липи у лісостанах різних вікових груп, 220 модельних дерев було взято із бази науково-дослідних даних кафедри лісової таксації та лісовпорядкування Національного університету біоресурсів і природокористування України. Крім того, у роботі використано матеріали відведення насаджень у рубку головного користування (152 лісосіки), взяті із різних лісогосподарських підприємств в межах Лісостепової лісогосподарської зони (зокрема: ДП «Богуславський лісгосп», ДП «Лисянський лісгосп», ДП «Вінницький лісгосп», ДП «Звенигородський лісгосп» і ін.).

Здобувачем сформульовані основні положення дисертаційної роботи, висновки та пропозиції виробництву.

Апробація результатів дисертації. Основні результати та теоретичні положення дисертаційної роботи доповідалися та отримали позитивні відгуки на: Міжнародній науково-практичній конференції «Лісове і садово-паркове господарство XXI сторіччя: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення» (м. Київ, 2014 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Біоресурси лісових та урбанізованих екосистем: відтворення, збереження і раціональне використання» (м. Київ, 2015 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Виклики XXI століття та їхнє вирішення у лісовому комплексі й довкіллі» (м. Київ, 2015 р.); Всеукраїнській науковій конференції молодих вчених, приуроченій 140-й річниці від дня народження видатного вченого плодовода П. Г. Шитта (м. Умань, 2015 р.); III міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених «Актуальні проблеми наук про життя та природокористування» (м. Київ, 2015 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми лісового сектору та садово-паркового господарства» (м. Київ, 2016 р.).

Публікації. Основні результати дисертаційного дослідження відображено у 12 наукових працях, із яких 3 статті у наукових фахових виданнях України, 3 статі у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних, 6 тез наукових доповідей.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, переліку умовних позначень, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел (204 джерел, у тому числі 19 іноземною мовою) та 12 додатків. Загальний обсяг роботи становить 201 сторінку комп'ютерного тексту, що включає 49 рисунків та 44 таблиці.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Розділ 1 Наукові основи дослідження таксаційної будови, сортиментної і товарної структури деревостанів. Як тільки лісова продукція стала предметом купівлі-продажу, одразу виникла й потреба в її оцінці. Німеччина, Австрія та Франція були першими країнами, де виникла лісова таксація.

Перші публікації, присвячені безпосередньо питанням лісової таксації, з'явилися у 1812 році, коли було опубліковано книги: Hossfeld «Niedere und höhere Stereometrie», König «Holztaxation».

Значний внесок у лісотаксаційну науку зробили також видатні вчені: М. М. Орлов, Б. О. Шустов, Д. І. Товстолес, О. В. Тюрін, В. К. Захаров, М. Є. Ткаченко та ін. Далі у 60-70-х роках ХХ століття лісову таксацію докорінно змінюють математичні методи та електронні обчислювальні машини (ЕОМ), піонером запровадження яких був К. Є. Нікітін. У цей період також активно працювали такі видатні вчені як М. П. Анучин, О. Г. Мошкальов, А. А. Кулешис та ін. Подальший розвиток лісової таксації у колишньому СРСР був пов'язаний з іменами В. В. Загрєєва, А. А. Антанайтіса, М. М. Свалова, О. О. Атрощенко, І. І. Гусєва, А. З. Швиденка.

Найбільш відомими вченими-таксаторами лісової галузі пострадянського періоду стали: А. А. Строчинський, П. І. Лакида, Є. І. Цурик, С. І. Миклуш, С. М. Кашпор, А. З. Швиденко, В. П. Пастернак, О. А. Гірс, Ю. Й. Каганяк та ін.

Питаннями сортиментної структури і співвідношення між висотами та діаметрами стовбурів дерев займалися багато видатних вчених: Д. І. Товстоліс, Б. О. Шустов (1931); М. В. Третьяков, П. В. Горський (1937); О. В. Тюрін (1938); М. П. Анучин (1981); Я. А. Юдицький (1985); К. Є. Нікітін (1984); А. А. Строчинський, П. І. Лакида, С. М. Кашпор (1984, 1993, 2013) та ін.

Дослідженням форми та повнодеревності, співвідношення між висотами та діаметрами стовбурів, розмірно-якісної структури стовбурів та крони дерев липи, що зростає на теренах України, займалися Ф. П. Моїсеєнко (1955, 1973), колектив кафедри лісової таксації та лісовпорядкування Національного університету біоресурсів і природокористування України (Строчинський А. А., Кашпор С. М., Маніта О. Г. та ін. під керівництвом Нікітіна К. Є. (1984) та Строчинського А. А. (2013).

Питання вивчення таксаційної будови насаджень детально викладено у роботах: Г. Р. Ейтінгена (1918); А. І. Тарашкевича (1923; 1924; 1926); О. Г. Коппера (1924); О. В. Тюріна (1927); М. В. Третьякова (1927; 1940); В. К. Захарова (1929; 1956); Ф. П. Моїсеєнка (1930; 1964; 1965); М. В. Давидова (1951; 1965); П. В. Горського (1957); П. М. Верхунова (1957; 1961; 1984); Ю. М. Савича (1965); К. Є. Нікітіна (1966); Є. І. Цурика (1981); С. І. Миклуша (1986); А. З. Швиденка (1972; 1987); С. М. Кашпора (1987; 2004); А. А. Строчинського (1975; 1978; 2004); О. А. Гірса (2009) та інших вчених.

Подальше вдосконалення методів вивчення таксаційної будови деревостанів супроводжується застосуванням математичних моделей розподілу, функцій, які характеризують зміну редуційних чисел і множинного регресійного аналізу.

В Україні дослідження таксаційної будови і товарної структури деревостанів липи серцелистої раніше не проводились.

Розділ 2 Природні умови та характеристика лісового фонду регіону дослідження. Питанням лісогосподарського районування займалися: І. К. Пачоський (1921); П. А. Тутковський (1924); Є. В. Вульф (1934); В. В. Докучаєв (1936); Г. Ф. Морозов (1949); П. С. Погребняк (1955); Є. М. Лавренко (1956); М. І. Котов (1960); Є. М. Брадїс (1969); С. М. Стойко (1998); С. А. Генсірук (1981; 2002); Б. Ф. Остапенко, В. П. Ткач (2002) та ін. Найбільшого поширення в Україні набули: лісорослинне районування за

С. А. Генсіруком (1981); лісова типологія за Б. Ф. Остапенком та В. П. Ткачем (2002); лісова типологія за П. С. Погребняком (1955).

З метою аналізу лісового фонду Лісостепової природної зони було використано повидільну базу даних таксаційної характеристики лісів ВО «Укрдержліспроєкт» лісового фонду України станом на 01.01.2011 р. Загальна площа вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок усіх лісокористувачів Лісостепової лісогосподарської зони становить 2,826 млн га, а загальний запас – 652,77 млн м³. Відповідно середній запас на 1 га становить 230 м³.

Лісистість зони Лісостепу відносно невелика (близько 14 %) і збільшується зі сходу на захід. Площа свіжих дібров займає найбільшу частку – 45 %, а свіжих сугрудків та судібров – близько 13 %. Площа свіжих та вологих за гігрогенним рядом типів лісорослинних умов (ТЛЮ) становить – 90 %, із яких 52 % – діброви та бучини, 22 % – судіброви та сугрудки, 14 % – субори та 2 % – бори.

Різні автори наводять неоднакову кількість видів, які нараховує рід *Tilia*, так В. Я. Заячук (2008) вказує на наявність у роді близько 50 видів, А. П. Шиманюк (1967) – 45, R. Bengtsson (2005) – 35. Виконавши аналіз таксономічного складу роду липа (*Tilia* L.), М. О. Совакова, Н. О. Олексійченко, Б. Є. Якубенко (2012) у своїй публікації вказують на те, що у даному роді визнається 31 вид, 5 підвидів, 25 різновидів та 4 гібриди. У природних умовах України найбільш поширеним видом є *Tilia cordata* Mill.

Загальна площа деревостанів липи серцелистої України за всіма лісокористувачами становить 36,3 тис. га, з яких 31,8 тис. га зростають у Лісостепу (88 %). Площа насаджень з участю липи в цілому по Україні за всіма користувачами становить 930,3 тис. га, а запас липи – 25,39 млн м³. У підпорядкуванні Державного агентства лісових ресурсів України знаходиться 22,2 тис. га липових деревостанів (запас липи 5,19 млн м³).

Середні таксаційні показники дослідних деревостанів липи виявилися наступними: відносна повнота – 0,71; вік – 63 р.; запас на 1 га – 230 м³; бонітет – І,6. Серед усіх насаджень з участю липи понад 80 % їх площі становлять деревостани, де вона займає 1–2 одиниці у складі, і лише 1 % із часткою липи у складі 7–10 %.

Розподіл площі та запасу деревостанів липи за продуктивністю свідчить, що 79 % із них зростають за І і ІІ класами бонітету. Розподіл площі за відносною повнотою свідчить про перевагу (70 %) липових деревостанів з повнотою 0,7–0,8. Низькоповнотні насадження займають незначну частку (1,1 %). За походженням більше половини липових деревостанів в Україні є порослевими і лише 23 % займають штучні насадження.

Вікова структура деревостанів липи нерівномірна, зокрема площа молодняків становить 1,7 %, середньовікових насаджень – 45,3 %, пристиглих – 13,6 %, стиглих – 27,4 %, перестійних – 12,0 %. Поділ площі деревостанів липи за групами віку виконано відповідно до чинної лісовпорядної інструкції (1990).

Ведення господарства у липових деревостанах направлене, передусім, не на отримання деревини, а на виконання ними інших корисних властивостей. Зважаючи на те, що липа не є основним лісотвірним деревним видом, питанню

організації ведення господарства у її деревостанах приділяється незначна увага.

Розділ 3 Методика збору, характеристика та первинна обробка вихідного дослідного матеріалу. Збір дослідних даних здійснювався в чистих і мішаних за участю липи деревостанах Лісостепу України, зокрема Київській, Вінницькій, Сумській, Черкаській, Чернівецькій, Чернігівській, Полтавській та Тернопільській областях.

Під час польових досліджень було закладено 11 тимчасових пробних площ з рубкою та 13 – без рубки модельних дерев. Пробні площі закладалися відповідно до вимог СОУ 02.02-37-479:2006, а обмір та сортиментація модельних дерев липи виконувались згідно з ГОСТ 9462-88.

Дослідження співвідношення між висотами і діаметрами стовбурів дерев липи здійснювались за даними кривих висот 40 пробних площ (17 – у молодняках і середньовікових деревостанах, 23 – у пристиглих, стиглих та перестійних).

Під час дослідження розмірно-якісної структури стовбурів дерев липи було використано результати обміру і сортиментації 373 модельних дерев, з яких 213 зрубано в пристиглих, стиглих та перестійних, решта – у молодняках і середньовікових деревостанах. Дослідні дані охоплюють широкий діапазон стовбурів дерев як за діаметром ($6\div 60$), так і за висотою ($8\div 30$).

З метою дослідження розмірно-якісної структури крони дерев липи було виконано обмір 168 гілок, які в подальшому стали основою опрацювання математичної моделі об'єму гілки. Загальний об'єм крони модельних дерев визначався як сума об'ємів її гілок. Всього, для вивчення об'єму крони, було використано матеріали обміру 225 модельних дерев.

З метою вивчення таксаційної будови липових деревостанів за діаметром було використано матеріали виробничих переліків та дані тимчасових пробних площ. Всього було використано 168 переліків, з яких 16 – на тимчасових пробних площах. Беручи до уваги те, що лісовпорядна інструкція визначає об'єктом товаризації пристиглі, стиглі та перестійні насадження, то усі переліки було взято саме з цих вікових груп.

Обробка дослідних даних виконувалась із використанням низки прикладних програм, розроблених кафедрою лісової таксації та лісовпорядкування Національного університету біоресурсів і природокористування України («ПЕРТА», «STRUC», «БУДОВА»).

Розділ 4 Розмірно-якісна структура дерев липи. Під час дослідження розмірно-якісної структури стовбурів дерев липи серцелистої було використано методику, за якою було розроблено чинні сортиментні таблиці для інших деревних порід. Цю методику було розроблено К. Є. Нікітіним та А. З. Швиденком й доповнено Я. А. Юдицьким (1985). Вона полягає у використанні математичних моделей висоти, об'єму (видового числа), а також розмірно-якісної структури стовбурів та крони.

Згідно методики, співвідношення між діаметрами і висотами дерев у липових деревостанах було досліджено у відносних величинах, оскільки це значно полегшує процес моделювання:

$$h_{ik}^{відн} = \frac{h_{ik}}{h^{баз}}, \quad (1)$$

де $h_{ik}^{відн}$ – відносна висота i -го ступеня товщини k -ї пробної площі; h_{ik} – абсолютна висота i -го ступеня товщини k -ї пробної площі, м; $h^{баз}$ – висота базового ступеня товщини, м.

Базова висота для кожної пробної площі відповідно до прийнятої методики дорівнює висоті дерева базового ступеня товщини: для молодняків і середньовікових насаджень – 16 см, для пристиглих, стиглих та перестійних насаджень – 24 см.

За результатами досліджень було розроблено такі математичні моделі:
– молодняки й середньовікові деревостани

$$h^{відн.} = -0,1331 + 1,079 \cdot \arctg(d / 9,182); \quad (2)$$

– пристиглі, стиглі та перестійні деревостани

$$h^{відн.} = 1,229 - 1,252 \cdot \exp(-0,07069 \cdot d). \quad (3)$$

Ілюстрація розроблених для різних вікових груп деревостанів розрядних шкал висот наведена на рис. 1.

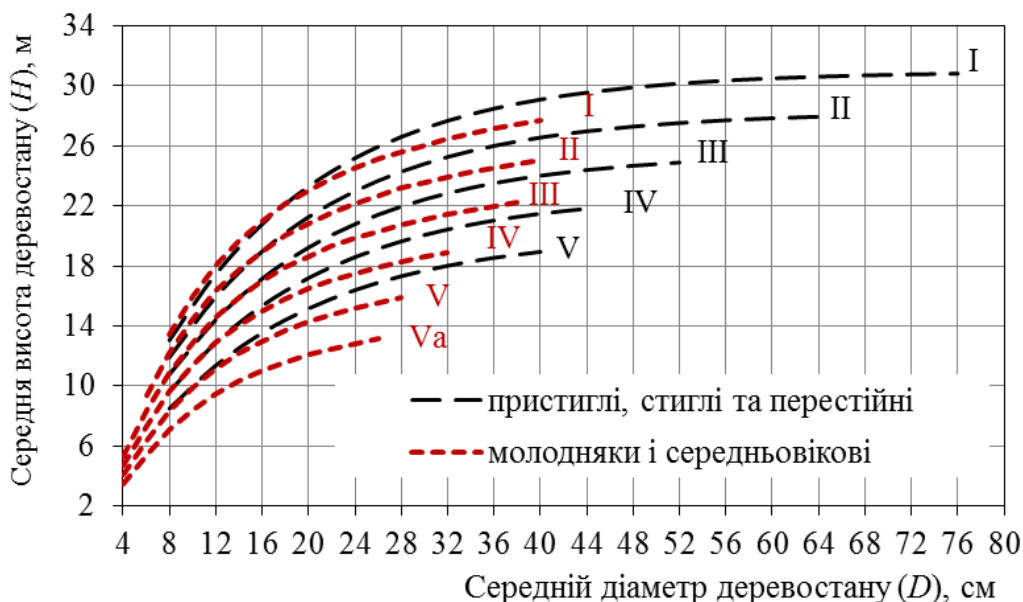


Рис. 1. Графічний вигляд розрядних шкал висот

Порівняння обчислених за розробленими моделями значень із фактичними середніми відносними висотами свідчить про незначні відхилення між ними: для молодняків і середньовікових деревостанів вони не перевищують $\pm 0,7\%$, пристиглих, стиглих та перестійних – $\pm 1,0\%$. Систематична помилка розроблених математичних моделей близька до нуля, а середньоквадратична – $0,5\%$.

Нумерацію розрядів та інтервал між ними узгоджено із відповідними чинними нормативами. Так, використовуючи середні значення висот (за розрядами для базових ступенів товщини) із чинних нормативів та розроблені математичні моделі (2) і (3), обчислювались середні висоти за ступенями товщини та розрядами висот. Далі було встановлено границі розрядів висот за ступенями товщини. Рішення щодо максимальних та мінімальних значень висот (розрядів)

для кожного діаметра приймалося на основі врахування фактичних даних та ймовірно можливих висот у кожному ступені товщини.

Порівняння розробленої розрядної шкали висот для пристиглих, стиглих та перестійних деревостанів із чинною свідчить про певну відмінність між ними. Так, розроблена шкала характеризується дещо меншою висотою до ступеня товщини 12 см (максимальне відхилення становить 6 %) і, навпаки, більшою – для ступенів товщини понад 12 см (максимальне відхилення становить 3 %).

За результатами перевірки значущості різниці між показниками повнодеревності стовбурів дерев липи серцелистої різних вікових груп (молодняки та середньовікові; пристиглі, стиглі та перестійні) та різних лісгосподарських округів виявилось, що на 5 % рівні значущості різниці між видовими числами стовбурів дерев порівнюваних груп немає.

За результатами дослідження залежності видового числа від інших таксаційних ознак деревних стовбурів було встановлено наявність оберненого зв'язку старого видового числа з висотою та діаметром дерева ($r_{fh} = -0,45$, $r_{fd} = -0,54$), множинний коефіцієнт кореляції – 0,54 при $r_{крит.}$ на 5 % рівні значущості дорівнює 0,14. Проте часткові коефіцієнти кореляції вказують на те, що модель видового числа можна будувати лише залежно від діаметра стовбура дерева на висоті грудей ($r_{fdh} = 0,33$, $r_{fvd} = -0,02$), ця обставина пояснюється тісним зв'язком між діаметром та висотою стовбура дерева. Враховуючи встановлені взаємозв'язки, було розроблено математичну модель видового числа залежно від діаметра дерева на висоті 1,3 м (d):

$$f = -4,166 + 4,849 \cdot d^{-0,0139} \quad (4)$$

Систематична помилка цієї моделі становить 0,1 %, а середньоквадратичне відхилення – 2,8 %. Адекватність розробленої математичної моделі також підтверджують асиметрія і ексцес розподілу залишків, значення яких відповідно дорівнюють 0,107 та 0,110, а їх основні помилки становлять 0,156 та 0,313.

Опрацьовані за математичною моделлю (4) значення видових чисел було порівняно із значеннями, покладеними в основу чинних нормативів об'єму. Так, розроблена математична модель видового числа має значні розбіжності із моделлю, яка покладена в основу чинних нормативів («Сортиментные таблицы для таксации леса на корню», 1984), розробленою під керівництвом К. Є. Нікітіна, що є результатом моделювання цього показника залежно від висоти дерева. Розбіжність опрацьованої моделі із моделлю, яка використовувалась у нормативі «Лісотаксаційний довідник» (2013), є несуттєвою (у 95 % випадків відхилення не перевищують 1 %).

Використовуючи класичну формулу лісової таксації, на основі розробленої моделі видового числа було опрацьовано проект таблиць об'єму стовбурів залежно від їхнього діаметра та висоти. В аналітичному вигляді модель об'єму стовбура липи можна виразити таким співвідношенням:

$$V = [0,7854 \cdot d^2 \cdot h \cdot (-4,166 + 4,849 \cdot d^{-0,0139})] \cdot 10^{-4} \quad (5)$$

Сортиментні таблиці у чинних нормативах (1984, 1993, 2013) не містять інформації про вихід окремих сортиментів, а тому така назва є невдалою. Під нею слід розуміти розмірно-якісну структуру, тобто поділ деревини на ділову (грубу,

середню, дрібну), дров'яну, відходи та ліквід із крони. Використання даного терміна пояснюється звиканням практиків до назви «сортиментні таблиці».

Під час моделювання показників розмірно-якісної структури дерев липи було обрано методику, яка базується на закономірностях розподілу об'єму стовбура дерева на окремі категорії у відносних величинах.

Важливим питанням є вивчення розмірно-якісної структури крони дерев, оскільки за даними власних спостережень усереднене значення частки крони липи від загально об'єму дерева становить близько 15 %. Враховуючи низьку якісну структуру та відносно незначні об'єми крон дерев, цілком виправданим є спрощений розподіл їхнього об'єму лише на ліквідну та неліквідну частини.

Дослідження об'єму та розмірно-якісної структури гілок виконувалось за методикою, аналогічною тій, що використовувалась під час відповідних досліджень стовбурів дерев. Так, спочатку на основі масиву дослідної інформації щодо об'єму та розмірно-якісної структури окремих гілок було розроблено математичні моделі об'єму гілки та відсотка ліквіду із нього залежно від діаметра гілки на нульовому зрізі. Далі маючи переліки гілок окремо для кожного модельного дерева, використовуючи опрацьовані моделі, було обчислено об'єм крони та ліквіду із неї для цих модельних дерев.

Статистичний аналіз масиву дослідних даних підтвердив існування значущої (на 5 % рівні) залежності відсотка об'єму крони від діаметра дерева на висоті грудей (значення коефіцієнта кореляції становить -0,25 при $r_{крит.} = 0,13$). Враховуючи це, було розроблено математичні моделі відсотка крони від об'єму дерева та ліквіду від об'єму крони залежно від діаметра дерева на висоті 1,3 м:

$$P^{кр.} = 10,13 + 28,56 \cdot d^{-0,6108}, \quad (6)$$

$$P^{лікв.} = \begin{cases} 0 & d < 10\text{см} \\ 102,3 - 113,0 \cdot \text{arctg}(10,92/d) & d \geq 10\text{см} \end{cases}, \quad (7)$$

де $P^{кр.}$ – відсоток об'єму крони від загального об'єму дерева, %; $P^{лікв.}$ – відсоток ліквідної деревини від об'єму крони, %.

Діапазон значень відсотка крони від об'єму дерева знаходиться в межах 10–20 %, що цілком логічно пояснюється біологічними особливостями дерев, які зростають у лісостанах. Із збільшенням діаметра дерева частка ліквідної деревини у загальному об'ємі крони зростає, що пояснюється появою товстих гілок.

Аналіз залежності показників розмірно-якісної структури стовбурів дерев липи від інших таксаційних параметрів показав, що найбільш значущою є їх залежність від діаметра на висоті 1,3 м.

На основі дослідних даних було опрацьовано математичні моделі розмірно-якісної структури стовбурів дерев липи, що зростає у молодняках і середньовікових деревостанах залежно від діаметра дерева на висоті 1,3 м:

$$P_{dil.} = 0,8470 - 3,362 \cdot d^{-1,136}, \quad (8)$$

$$P_{відх.} = 0,1592 - 3,710 \cdot d^{-2,389}, \quad (9)$$

$$P_{др.} = 1 - P_{dil.} - P_{відх.}, \quad (10)$$

$$P_{зр.} = \begin{cases} 0 & d < 26\text{см} \\ 1,3345 - 1675 \cdot d^{-2,192} & d \geq 26\text{см} \end{cases}, \quad (11)$$

$$P_{дрб.} = \begin{cases} P_{діл.} & d \leq 12\text{см} \\ -0,0017 + 3142 \cdot d^{-4,010} & d > 12\text{см} \end{cases}, \quad (12)$$

$$P_{ср.} = 1 - P_{зр.} - P_{дрб.}, \quad (13)$$

де $P_{діл.}$, $P_{др.}$, $P_{відх.}$, $P_{зр.}$, $P_{ср.}$, $P_{дрб.}$ – частка ділової деревини, дров та відходів від об'єму стовбура, а грубої, середньої, дрібної від об'єму ділової деревини.

Графічну ілюстрацію розроблених моделей розмірно-якісної структури зображено на рис. 2.

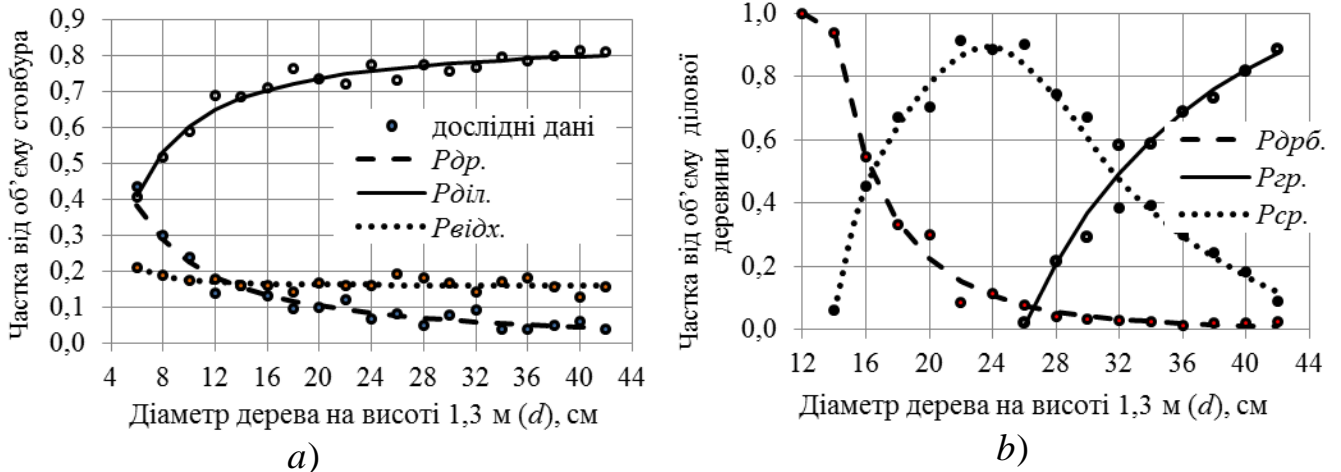


Рис. 2. Моделі розмірно-якісної структури стовбурів липи у молодняках і середньовікових деревостанах: а) за категоріями деревини; б) ділової деревини за категоріями крупності.

Зважаючи на високу мінливість показників розмірно-якісної структури, найкращим підтвердженням адекватності розроблених математичних моделей є їх графічний аналіз.

Розроблені також наступні математичні моделі розмірно-якісної структури стовбурів дерев липи у пристиглих, стиглих та перестійних деревостанах:

$$P_{діл.} = 0,4588 \cdot (d - 6)^{0,2251} \cdot \text{EXP}(-0,009799 \cdot (d - 6)), \quad (14)$$

$$P_{відх.} = 0,1698 + \frac{0,1172}{d - 6,343}, \quad (15)$$

$$P_{др.} = 1 - P_{діл.} - P_{відх.}, \quad (16)$$

$$P_{зр.} = \begin{cases} 0 & d < 28\text{см} \\ 1 - 22,20 \cdot \text{EXP}(-0,1216 \cdot d) & d \geq 28\text{см} \end{cases}, \quad (17)$$

$$P_{дрб.} = \begin{cases} P_{діл.} & d \leq 12\text{см} \\ -0,038 + 1,275 / (d - 13,36) & d > 12\text{см} \end{cases}, \quad (18)$$

$$P_{ср.} = \begin{cases} 0 & d < 14\text{см} \\ 1 - P_{зр.} - P_{дрб.} & d \geq 14\text{см} \end{cases}, \quad (19)$$

Графічне підтвердження відповідності розроблених математичних моделей розмірно-якісної структури дослідним даним зображено на рис. 3.

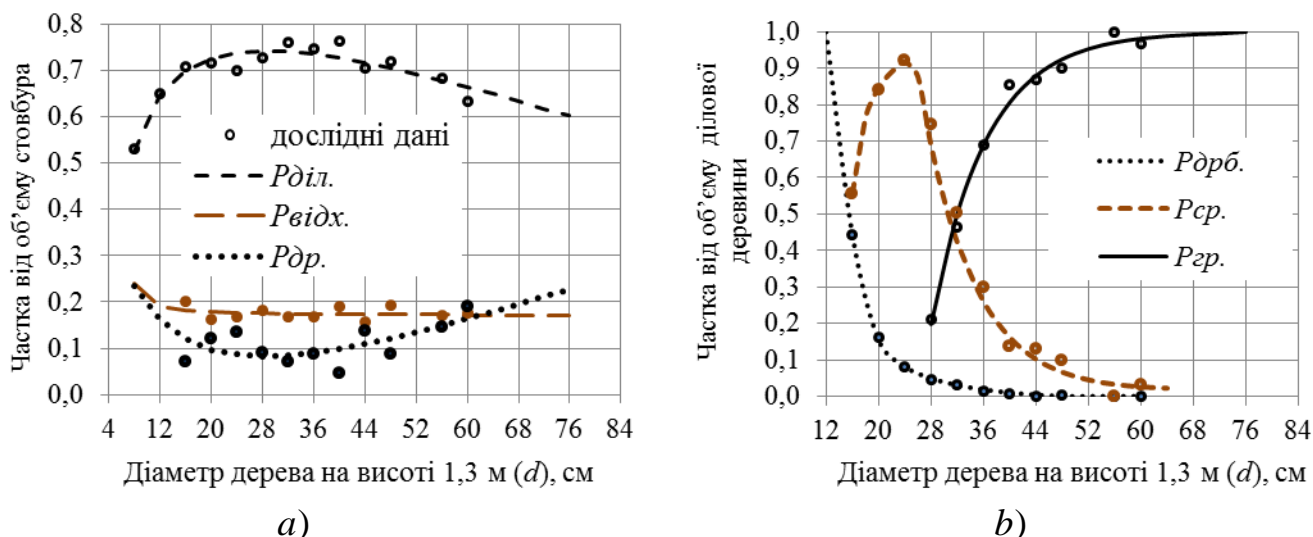


Рис. 3. Моделі розмірно-якісної структури стовбурів липи у пристиглих, стиглих та перестійних деревостанах: а) за категоріями деревини; б) ділової деревини за категоріями крупності.

За опрацьованими моделями висоти, повнодеревності, розмірно-якісної структури стовбурів та крони, розроблено таблиці розмірно-якісної структури для таксації деревостанів липи різних вікових груп за розрядами висот. За формою та змістом розроблені таблиці узгоджено із відповідними чинними в Україні нормативами. Фрагмент розроблених сортиментних таблиць наведено у табл.

Таблиця

Сортиментні таблиці для таксації пристиглих, стиглих та перестійних липових деревостанів (Розряд висот I)

Діаметр, см	Висота, м	Об'єм стовбура у корі, м ³	Об'єм у діловому стовбурі, м ³				Об'єм крони, м ³			
			ділової деревини				дров	відходів	ліквід	неліквід
			грубої	середньої	дрібної	разом				
8	13,1	0,04	—	—	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01
12	17,5	0,10	—	—	0,06	0,06	0,02	0,02	0,00	0,02
16	20,8	0,21	—	0,08	0,07	0,15	0,02	0,04	0,01	0,03
20	23,3	0,36	—	0,22	0,04	0,26	0,04	0,06	0,02	0,04
24	25,2	0,54	—	0,37	0,03	0,40	0,04	0,10	0,04	0,04
28	26,6	0,76	0,11	0,42	0,03	0,56	0,07	0,13	0,06	0,05
32	27,7	1,01	0,37	0,36	0,02	0,75	0,08	0,18	0,09	0,06
36	28,5	1,30	0,66	0,28	0,02	0,96	0,11	0,23	0,12	0,06
40	29,1	1,61	0,94	0,22	0,01	1,17	0,16	0,28	0,16	0,06
44	29,6	1,95	1,23	0,16	0,01	1,40	0,21	0,34	0,20	0,07
48	29,9	2,32	1,51	0,13	0,00	1,64	0,28	0,40	0,24	0,07
52	30,2	2,72	1,80	0,08	0,00	1,88	0,37	0,47	0,29	0,07
56	30,4	3,14	2,07	0,06	0,00	2,13	0,47	0,54	0,34	0,07
60	30,5	3,58	2,33	0,05	0,00	2,38	0,58	0,62	0,39	0,07
64	30,6	4,05	2,60	0,03	0,00	2,63	0,72	0,70	0,44	0,07
68	30,7	4,54	2,85	0,02	0,00	2,87	0,89	0,78	0,50	0,07
72	30,8	5,05	3,10	0,02	0,00	3,12	1,06	0,87	0,56	0,07
76	30,8	5,59	3,36	0,00	0,00	3,36	1,27	0,96	0,63	0,06

За результатами порівняння даних матеріальної оцінки 9 пробних площ, виконаних за чинними та розробленими для таксації молодняків і середньовікових деревостанів липи сортиментними таблицями було встановлено систематичне заниження чинними нормативами як окремих категорій, так і загального запасу в цілому.

В результаті перевірки розроблених для таксації запасу пристиглих, стиглих та перестійних липових деревостанів таблиць розмірно-якісної структури стовбурів дерев, шляхом оцінки систематичної помилки за t -критерієм Стюдента (на 5 % рівні значущості та кількості ступенів свободи $v=n-1$), було встановлено статистичну незначущість систематичних помилок під час таксації ділової деревини та загального запасу за розробленими нормативами.

Порівняльний аналіз розроблених для пристиглих, стиглих та перестійних деревостанів липи нормативів розмірно-якісної структури із чинними свідчить про значні відмінності між ними, зокрема середнє значення відхилення у виході ділової деревини становить 8 %. У цілому вихід ділової деревини (%) у чинних нормативах починає знижуватися після ступеня товщини 24 см, а в розроблених – після 32 см. Відсоток виходу дров за чинними нормативами зростає зі збільшенням діаметра, а за розробленою моделлю до ступеня товщини 32 см він спадає, а далі зростає. Значна різниця частки відходів (понад 10 %) спостерігається лише до ступеня товщини 16 см, а для решти відхилення не перевищують ± 5 %.

В результаті порівняння даних матеріальної оцінки 16 пробних площ, закладених у пристиглих, стиглих та перестійних деревостанах липи, виконаних за розробленими таблицями розмірно-якісної структури та відповідними чинними нормативами, було виявлено незначне систематичне заниження чинними нормативами загальних запасів ($\bar{x}=1,4$ %). За категоріями деревини середні значення відхилень становлять: у виході ділової деревини – $-9,5$ %, дров – $6,2$ %, відходів – $0,02$ %. За категоріями крупності ділової деревини: грубої – $-13,0$ %, середньої – $-7,6$ %, дрібної – $-12,1$ %.

Розділ 5 Особливості таксаційної будови і товарної структури липняків.

Основною складання товарних таблиць є пізнання закономірностей будови деревостанів, зокрема розподілу кількості дерев за діаметром. Математично ці закономірності прийнято виражати за допомогою функцій розподілу (нормальний розподіл, розподіл Грама-Шарльє типу А, логарифмічно нормальний розподіл, розподіл Вейбулла, гамма-розподіл, β -розподіл).

Для побудови теоретичних рядів розподілу кількості стовбурів за різними таксаційними показниками насаджень і, передусім, за діаметром дослідники пропонують різні моделі розподілів: К. Є. Нікітін, А. З. Швиденко – розподіл Шарльє; О. А. Макаренко, О. О. Атрощенко – криву Пірсона-1; В. В. Антанайтіс – логнормальний розподіл; R. Bailey, С. М. Свалов – розподіл Вейбулла та гамма-розподіл; В. Л. Черних – розподіл Грама-Шарльє (узагальнений нормальний розподіл); F. Zöhner, С. М. Кашпор – β -розподіл.

Зібрані дані переліково-виміральної таксації опрацьовувались на комп'ютері за допомогою програми «STRUC». За результатами цієї обробки було

обчислено: коефіцієнти мінливості (v), значення асиметрії та ексцесу (As , Es), ранги середнього за діаметром дерева (P_n), мінімальне й максимальне редуційні числа (фактичні – $R_{min.}$, $R_{max.}$, і теоретичні – $R_{max.(теор.)}$), співвідношення між відносними мінливостями діаметра ділових та дров'яних дерев до мінливості їхньої загальної кількості, позначено відповідно v'/v і v''/v , а також спеціальний показник – критерій *каппа* (κ), який характеризує відповідність наявних варіаційних рядів β -розподілу.

Коефіцієнт мінливості становить від 19,9 до 50,8 %. У 50 % переліків він знаходиться в межах від 30 до 40 %, у 14 % в межах до 30 % та у 36 % мінливість за діаметром становить понад 40 %, що є характерним для мішаних деревостанів. При цьому показник асиметрії коливається в межах $-0,38 \div 1,84$, а показник ексцесу $-0,98 \div 4,55$. Показник асиметрії у 51 % спостережень перевищує відповідні критичні значення, що вказує на відмінність емпіричних розподілів від закону нормального розподілу та пояснюється впливом рубок догляду.

Фактичні значення мінімального та максимального редуційних чисел знаходяться в межах $0,18 \div 2,96$, тобто, дослідні деревостани істотно відрізняються від класичних, що є характерним для мішаних насаджень. Ранг середнього дерева становить $51 \div 70$ %.

Важливим показником є критерій *каппа*, від'ємне значення якого вказує на перевагу β -розподілу над іншими теоретичними законами. Оскільки у переважній більшості дослідних деревостанів (90 %) критерій *каппа* є від'ємним, то для подальших досліджень будови деревостанів доцільним є використання саме β -розподілу.

Аналіз дослідних даних вказує на те, що під час моделювання наявних варіаційних рядів можна досягнути хороших результатів за допомогою кривої β -розподілу, щільність якої має вигляд:

$$f_{\beta}(x_i) = \frac{\Gamma(b_1 + b_2)}{\Gamma(b_1) \cdot \Gamma(b_2)} \cdot \frac{(x - l_1)^{b_1 - 1} \cdot (l_2 - x)^{b_2 - 1}}{(l_2 - l_1)^{b_1 + b_2 - 1}}, \quad (20)$$

де $\Gamma(\dots)$ – гама-функція (розширене поняття факторіалу); l_1 і l_2 – початкове й кінцеве значення кривої розподілу.

Значення b_1 і b_2 обчислюються із співвідношень:

$$b_1 = \frac{(\bar{D} - l_1) \cdot [(\bar{D} - l_1) \cdot (l_2 - \bar{D}) - \sigma^2]}{\sigma^2 \cdot (l_2 - l_1)}, \quad (21)$$

$$b_2 = b_1 \cdot \frac{l_2 - \bar{D}}{D - l_1}. \quad (22)$$

Отже, β -розподіл визначається чотирма параметрами: середнім арифметичним значенням, середнім квадратичним відхиленням (дисперсією), початковим і кінцевим значеннями діаметра.

Метою використання β -розподілу є встановлення для певного середнього (квадратичного) діаметра деревостану (D) за коефіцієнтом мінливості (v) та відповідними значеннями початку і кінця кривої l_1 і l_2 частот діаметрів за ступенями товщини. Перехід до вирівняних частот (n_i) здійснюється за

співвідношеннями:

– для ступенів від другого до передостаннього:

$$n_i = c \cdot n \cdot f_\beta(x_i), \quad (23)$$

– для першого (n_1) та останнього (n_k) ступенів товщини:

$$n_1 = n \cdot (x_1 + 2 - l_1) \cdot f_\beta\left(\frac{x_1 + 2 + l_1}{2}\right), \quad (24)$$

$$n_k = n \cdot (l_2 + 2 - x_k) \cdot f_\beta\left(\frac{x_k - 2 + l_2}{2}\right), \quad (25)$$

де n – обсяг вибірки (загальна кількість дерев); x_i – ступені товщини (x_1 , x_k – перший та останній); c – величина ступеня товщини.

Теоретичні частоти загальної кількості дерев кожного ступеня товщини для певного середньоквадратичного діаметра деревостану обчислювались за співвідношеннями (20–25) після апроксимації відносної мінливості (v) і мінімального ($R_{min.}$) та максимального ($R_{max.}$) редуційних чисел.

Коефіцієнт мінливості значуще на 5% рівні ($r_{обч} = -0,24$, а $r_{кр} = 0,15$) залежить від середнього (квадратичного) значення діаметра. Указана залежність описується рівнянням:

$$v = 43,6 - 0,310 \cdot D, \quad (26)$$

Для моделювання параметрів початку і кінця кривої (l_1 та l_2) було використано відповідні їм редуційні числа $R_{min.}$ і $R_{max.}$ Залежність $R_{min.}$ та $R_{max.}$ від D є статистично значущою на 5 % рівні, оскільки коефіцієнти кореляції відповідно дорівнюють $-0,25$ та $-0,40$ ($r_{кр} = 0,15$). Залежність між мінімальним та максимальним значенням діаметра описується рівняннями:

$$R_{min.} = 1,45 \cdot D^{-0,440}, \quad (27)$$

$$R_{max.} = 2,12 \cdot D - 0,0119, \quad (28)$$

Під час обчислення теоретичних частот дерев різних якісних категорій використано методику, запропоновану С. М. Кашпором (1987), яка полягає в дослідженні співвідношень v'/v та v''/v – відповідно відносних мінливостей діаметра ділових та дров'яних стовбурів до мінливості діаметра загальної кількості стовбурів, які за даними множинного регресійного аналізу значуще залежать лише від частки ділових (P') чи дров'яних (P'') дерев. Наявність вирівняних значень v' та v'' дозволяє визначити інший параметр розподілу для частини деревостану – середні значення діаметра ділових (\bar{D}') та дров'яних (\bar{D}'') стовбурів.

Оскільки залежності між відносними мінливостями діаметра ділових і дров'яних дерев та їхньої загальної кількості від якісного складу лісостану виявились значущими на 5 % рівні (коефіцієнти кореляції дорівнюють відповідно $-0,24$ та $0,28$), то для їхньої апроксимації було опрацьовано рівняння:

$$v'/v = 0,340 \cdot P' - 0,959, \quad (29)$$

$$v''/v = 0,421 + 0,579 \cdot P', \quad (30)$$

де P' – частка ділових дерев.

Перехід до вирівняних частотей здійснюється шляхом множення обчислених за моделлю (20) значень $f(x)$ на величину ступеня товщини та кількість дерев, а для ділових та дров'яних дерев ще й на їхню частку в лісостані. При цьому за загальну кількість дерев було прийнято 1000 шт., кількість ділових дерев знаходимо, виходячи із частки ділових дерев у деревостані ($P_{dil.}$) $n=1000 \cdot P_{dil.}$, кількість дров'яних дерев – за різницею.

Описаний алгоритм покладено в основу спеціальної програми «БУДОВА», використовуючи яку, було отримано узагальнені ряди розподілу дерев за ступенями товщини та категоріями технічної придатності.

Графічну інтерпретацію кривих розподілу наведено на рис. 4.

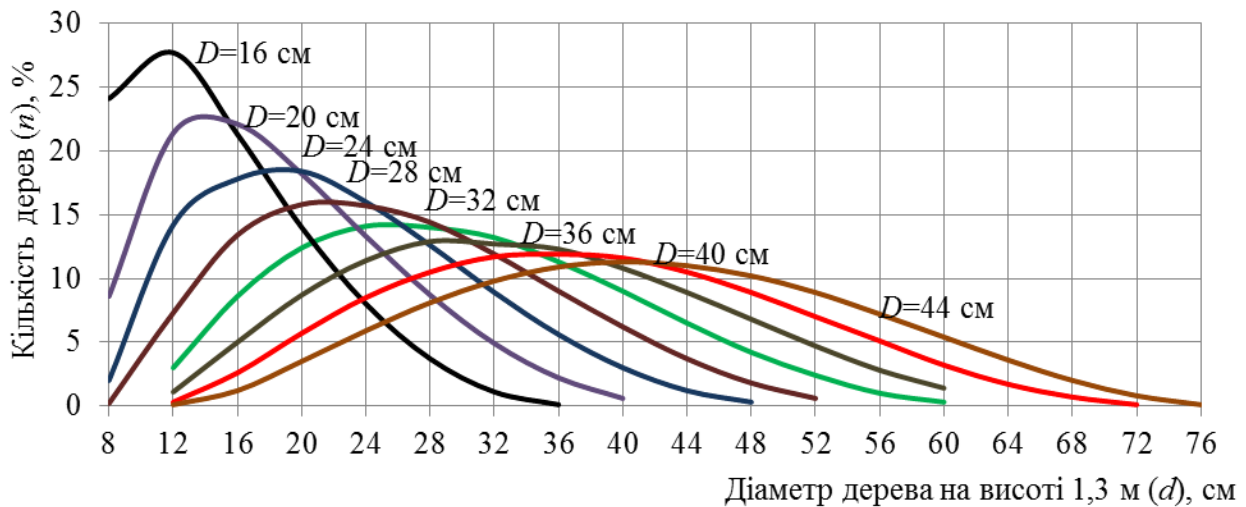


Рис. 4. Графічна ілюстрація моделей розподілу кількості стовбурів за ступенями товщини залежно від середнього діаметра (D) деревостану

Як видно із рис. 4 зі збільшенням середнього діаметра деревостану збільшується розмах кривої, а кількість стовбурів у центральних ступенях товщини зменшується, про що свідчить зменшення випуклості кривих.

Використовуючи методику С. М. Кашпора (1987), було обчислено теоретичні частоти кількості ділових та дров'яних дерев за ступенями товщини залежно від середнього діаметра деревостану та відсотка ділових дерев у ньому.

Використовуючи результати дослідження таксаційної будови деревостанів за діаметром і категоріями технічної придатності та розроблені моделі розмірно-якісної структури стовбурів дерев для стиглих і перестійних липових деревостанів (14–19), розроблено таблиці товарної структури для липових деревостанів. Входами у вказані таблиці є відсоток ділових дерев та середній діаметр деревостану, які за формою та змістом узгоджено із чинними нормативами товарності деревостанів листяних деревних порід України.

З метою перевірки відповідності фактичних рядів розподілу діаметра кривій β -розподілу використано статистичний критерій згоди Пірсона χ^2 . У переважній більшості випадків (90 %) обчислені значення χ^2 не перевищують відповідні їм критичні показники, а отже, гіпотеза про відповідність дослідних рядів кривій β -розподілу може бути прийнята.

Порівняння матеріальних оцінок 47 навмання відібраних виробничих

переліків, виконаних за розробленими таблицями розмірно-якісної структури та за опрацьованими товарними таблицями, підтверджує достатню точність розроблених нормативів товарної структури деревостанів липи та вказує на взаємозв'язок між вищевказаними нормативами. Так, відхилення між сумами запасів за категоріями деревини становить: для ділової деревини 0,4 %, дров – –0,4 %, відходів 2,9 %.

ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить значний за обсягом теоретичний та експериментальний матеріал. Результати роботи мають важливе практичне значення для обліку лісосировинних ресурсів в Україні.

За результатами проведеного наукового дослідження можна зробити наступні висновки:

1. Площа липових деревостанів на території України займає близько 36 тис. га, що становить 0,4 % від усіх вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок, а загальна площа деревостанів з участю липи – 930 тис. га (9 % від лісових ділянок вкритих лісовою рослинністю). Загальний запас липи становить 25,39 млн м³. Найбільша частка липняків сконцентрована у Північно-Східній, Центральній та Західній частинах України.

2. Близько 90 % усіх липових деревостанів зростають у лісостеповій природній зоні. Більшість із них (79 %) зростають за I та II класом бонітету переважно (70 %) з повнотою 0,7–0,8. Наведені особливості вказують на здатність липи формувати високопродуктивні деревостани.

3. За результатами вивчення форми та повнодеревності стовбурів дерев липи серцелистої виявлено та обґрунтовано статистично значущу на 5 % рівні залежність старого видового числа від діаметра стовбура на висоті грудей.

Доведено, що на 5 % рівні значущості статистичної різниці між видовими числами стовбурів дерев різних вікових груп і лісогосподарських округів немає. Вказана особливість дозволяє отримати єдину математичну модель показника повнодеревності.

Встановлено, що твірна стовбурів дерев липи, покладена в основу чинних нормативів, розроблених під керівництвом К. Є. Нікітіна, характеризується меншим збігом порівняно з дослідними даними. Так, середнє значення нульового класу форми $q_{0,0}$ у дослідних стовбурів на 17,5 % більше від нормативного, $q_{0,25}$ – на 3,6 %, $q_{0,5}$ – на 0,7 %, а вже $q_{0,75}$ менший на 10,6 %.

4. Результати дослідження співвідношення між висотами та діаметрами стовбурів дерев підтверджують висновки інших авторів про значущу відмінність між кривими висот, побудованими для деревостанів різних вікових груп (молодняки та середньовікові; пристиглі, стиглі та перестійні). Зважаючи на це таблиці для визначення розряду висот у липових деревостанах було розроблено для різних вікових груп.

5. За результатами дослідження розмірно-якісної структури дерев було встановлено її зв'язок із діаметром дерева на висоті грудей, а також статистично

значущу (на 5 % рівні) різницю між середніми значеннями частки ділової деревини (за співставними діаметрами) у загальному об'ємі стовбурів дерев липи різних вікових груп.

6. Здійснено моделювання показників розмірно-якісної структури стовбурів дерев липи окремо, для різних вікових груп (молодняки і середньовікові; пристиглі, стиглі та перестійні деревостани). Розроблено нормативи для таксації запасу липових деревостанів та його розмірно-якісної структури, які дозволяють якісніше оцінювати деревну продукцію під час відведення дерев та деревостанів липи у рубку.

7. Порівняння розроблених для пристиглих, стиглих та перестійних деревостанів липи нормативів розмірно-якісної структури із чинними (2013) засвідчило, що вихід ділової деревини за чинними нормативами є дещо менший ($\bar{X} = -8\%$), а вихід дров, навпаки, більший, що пояснюється зменшенням виходу ділової деревини (%) за чинними нормативами після ступеня товщини 24 см, а згідно проведених досліджень після 32 см.

8. Порівняння розроблених для молодняків і середньовікових деревостанів липи нормативів розмірно-якісної структури, із відповідними чинними нормативами, розробленими для таксації ясена (як альтернатива при відсутності нормативів для липи) засвідчило значні відхилення. Встановлено систематичне заниження чинними нормативами як окремих категорій, так і загального запасу в цілому. Середні значення відхилень становлять: для загального запасу – $-5,7\%$; відходів – $-24,4\%$; дров – $-3,5\%$; ділової деревини – $-4,8\%$; ділової деревини за категоріями крупності: груба – $-5,6\%$, середня – $-15,1\%$, дрібна – $-1,3\%$.

9. Встановлено, що середнє значення відсотка об'єму крони від загального об'єму дерева становить 15%, а відсоток ліквіду із крони від її об'єму знаходиться в межах $3\div 82\%$ і залежить від діаметра стовбура дерева на висоті грудей. Враховуючи вказану залежність опрацьовано математичні моделі відсотка крони від об'єму дерева, та частки ліквідної деревини від об'єму крони, залежно від діаметра дерева на висоті грудей.

10. Використовуючи β -розподіл опрацьовано математичну модель рядів розподілу кількості дерев липи у деревостанах за діаметром та категоріями технічної придатності. Перевірка відповідності фактичних рядів розподілу закону β -розподілу за допомогою критерія згоди χ^2 засвідчила узгодженість між ними у 90% випадків. Розроблено таблиці товарної структури запасу пристиглих та стиглих деревостанів липи.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Результати дисертаційних досліджень рекомендується використовувати Виробничим об'єднанням «Укрдержліспроект» (акт про впровадження від 01.04.2016 р.) під час лісотаксаційних робіт при проведенні базового та безперервного лісовпорядкування деревостанів Лісостепу України, а також лісогосподарськими підприємствами для оцінки сортиментної і товарної структури запасу липових деревостанів.

Для практичного застосування пропонуються:

1. Таблиці та математична модель об'єму стовбурів липи.
2. Математична модель видового числа стовбурів липи.
3. Таблиці для визначення розряду висот у липових деревостанах різних вікових груп (молодняки і середньовікові; пристиглі, стиглі та перестійні).
4. Математичні моделі і таблиці розподілу об'єму стовбурів за розмірно-якісними категоріями у липових деревостанах різних вікових груп.
5. Сортиментні таблиці для виконання матеріальної оцінки деревостанів липи різних вікових груп.
6. Таблиці товарної структури пристиглих і стиглих деревостанів липи.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Сошенський О. М. Аналіз продуктивності липових деревостанів України: [електронний ресурс] / Сошенський О. М., Гірс О. А., Свинчук В. А. / Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2015. – № 52. – Режим доступу до журналу: http://nd.nubip.edu.ua/2015_3/index.html. *(Здобувачем здійснено опрацювання дослідних даних і аналіз результатів, узагальнено висновки, написання статті)*.
2. Сошенський О. М. Розроблення нормативів для визначення запасу і розмірно-якісної структури стиглих липових деревостанів / О. М. Сошенський // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. – 2015. – Вип. 25.9. – С. 82–89.
3. Сошенський О. М. Таксаційна будова липових деревостанів за діаметром / О. М. Сошенський // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. – 2016. – Вип. 26.3. – С. 164–171.

Статті у наукових фахових виданнях України,

включених до міжнародної наукометричної бази даних:

4. Свинчук В. А. Особливості повнодеревності стовбурів дерев липи дрібнолистої Лісостепу України / В. А. Свинчук, **О. М. Сошенський** // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво. – 2014. – Вип. 189. – Ч. 2. – С. 65–70. *(Здобувачем здійснено опрацювання дослідних даних і аналіз результатів, узагальнено висновки, написання статті)*.
5. Сошенський О. М. Співвідношення між висотами та діаметрами стовбурів дерев у липових деревостанах / **О. М. Сошенський**, О. А. Гірс / Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво. – 2015. – Вип. 219. – С. 55–61. *(Здобувачем здійснено опрацювання дослідних даних і аналіз результатів, узагальнено висновки, написання статті)*.
6. Сошенський О. М. Розмірно-якісна структура стовбурів дерев липи у молодняках і середньовікових деревостанах / О. М. Сошенський // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво. – 2015. – Вип. 229. – С. 31–38.

Тези наукових доповідей:

7. Сошенський О. М. Моделювання об'єму стовбурів липи дрібнолистої в умовах Вінницької області / О. М. Сошенський // Лісове і садово-паркове господарство XXI сторіччя: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення: міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 13–14 березня 2014 року: тези доповіді. – К., 2014. – С. 39–41.

8. Сошенський О. М. Лісівничо-таксаційна характеристика липових деревостанів України / О. М. Сошенський // Всеукраїнська наукова конференція молодих вчених, приурочена 140-й річниці від дня народження видатного вченого пловоода П. Г. Шитта: наукова конференція, м. Умань, 6 травня 2015 року: тези доповіді. – Умань, 2015. – С. 129–131.

9. Сошенський О. М. Особливості ведення господарства у липових деревостанах / О. М. Сошенський, О. А. Гірс // Актуальні проблеми наук про життя та природокористування: III міжнародна науково-практична конференція молодих вчених, м. Київ, 28–31 жовтня 2015 року: тези доповіді. – К., 2015. – С. 121–123. (Здобувачем здійснено збір та аналіз інформації, узагальнено висновки, написано тези).

10. Сошенський О. М. Особливості співвідношення між висотами та діаметрами стовбурів дерев у липових деревостанах / О. М. Сошенський // Виклики XXI 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. 49–51.

11. Сошенський О. М. Закономірності зміни показників повнодеревності стовбурів дерев липи дрібнолистої (*Tilia cordata* Mill.) / О. М. Сошенський // 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. 64–66.

12. Сошенський О. М. Особливості таксаційної будови липових деревостанів / О. М. Сошенський // Актуальні проблеми лісового сектору та садово-паркового господарства: міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 14–15 квітня 2016 року: тези доповіді. – К., 2016. – С. 68–69.

АНОТАЦІЯ

Сошенський О. М. Особливості таксаційної будови, сортиментної і товарної структури деревостанів липи Лісостепу України. – 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.

Дисертаційну роботу присвячено вивченню кількісних та якісних характеристик запасу липових деревостанів, особливостей їхньої таксаційної будови та розробленні відповідних нормативів для потреб лісового господарства.

Виконано статистичний аналіз продуктивності липових деревостанів та

встановлено їхню лісівничо-таксаційну характеристику. Здійснено верифікацію чинних нормативно-довідкових матеріалів для таксації липи серцелистої, та обґрунтовано необхідність додаткового розроблення низки нормативів.

Викладено результати дослідження повнодеревності, співвідношення між висотами та діаметрами, розмірно-якісної структури стовбурів та крони дерев липи. Розроблено математичні моделі висоти, повнодеревності та розмірно-якісної структури стовбурів дерев, на основі яких побудовано розрядну шкалу висот, розрядні таблиці об'єму та розмірно-якісної структури запасу.

Наведено результати дослідження таксаційної будови липових деревостанів за діаметром. На основі β -розподілу опрацьовано математичну модель рядів розподілу кількості дерев за діаметром та категоріями технічної придатності. Розроблено таблиці товарної структури пристиглих та стиглих деревостанів липи.

Ключові слова: деревостан, математична модель, повнодеревність, об'єм, розмірно-якісна структура, β -розподіл, таксаційна будова, товарність, лісотаксаційні нормативи.

АННОТАЦІЯ

Сошенский А. М. Особенности таксационного строения, сортиментной и товарной структуры древостоев липы Лесостепи Украины. – 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.

Диссертационная работа посвящена изучению количественных и качественных характеристик запаса липовых древостоев, особенностей их таксационного строения и разработке соответствующих нормативов для лесного хозяйства.

Выполнен статистический анализ продуктивности липовых древостоев и определена их лесотаксационная характеристика. Установлено, что площадь липовых древостоев на территории Украины составляет около 36 тыс. га (около 90 % их произрастают в Лесостепи), а общий запас липы в древостоях Украины составляет более 25 млн м³. Наибольшая часть липняков сконцентрирована в Северо-Восточной, Центральной и Западной частях Украины.

Выполнена верификация таксационных нормативно-справочных материалов по липе серцелистной и обосновано необходимость дополнительной разработки ряда лесотаксационных нормативов для исследуемой породы.

Изложены результаты исследования полнодревесности, соотношения между высотами и диаметрами стволов, размерно-качественной структуры стволов и кроны деревьев липы. Выполнен корреляционный анализ между таксационными показателями и установлены взаимосвязи между ними.

Выявлена и обоснована статистически значимая (на 5 % уровне) зависимость старого видового числа от диаметра ствола дерева на высоте груди.

Установлено, что на 5 % уровне значимости нет разницы между видовыми

числами стволов деревьев липы разных возрастных групп и разных лесохозяйственных округов (за С. А. Генсируком, 2002). Это позволяет разработать единую математическую модель показателя полнодревесности.

Разработаны новые объёмные таблицы для стволов липы в зависимости от их высоты и диаметра на высоте груди.

Выявлены особенности соотношения между диаметрами и высотами стволов деревьев липы разных возрастных групп, определены параметры соответствующих математических моделей и разработаны разрядные шкалы высот. Обоснована необходимость разработки отдельных разрядных шкал высот для древостоев разных возрастных групп.

Приведены особенности размерно-качественной структуры стволов и кроны в исследуемых древостоях и разработаны соответствующие математические модели. Во время исследования использовалась методика К. Е. Никитина, А. З. Швиденка и Я. А. Юдицкого (1972, 1985), с помощью которой было разработано действующие нормативы.

На основании математических моделей полнодревесности, высоты и размерно-качественных категорий разработаны разрядные сортиментные таблицы для таксации деревьев и древостоев липы Лесостепи Украины.

Таблицы для установления разряда высот и сортиментные таблицы для таксации молодняков и средневозрастных древостоев липы Лесостепи Украины разработаны впервые.

В результате сравнения разработанных для приспевающих, спелых и перестойных липовых древостоев сортиментных таблиц с действующими («Лісотаксацийний довідник» (2013)) было установлено, что выход деловой древесины за действующими нормативами в среднем занижен на 8 %. В целом, кривая выхода деловой древесины за действующими нормативами начинает опускаться после ступени толщины 24 см, а за разработанными – после 32 см.

Проверка разработанных для таксации запаса приспевающих, спелых и перестойных липовых древостоев таблиц размерно-качественной структуры стволов деревьев выполнена путем оценки систематической ошибки за t -критерием Стьюдента (на 5 % уровне) показала незначимость систематических ошибок при таксации деловой древесины и общего запаса по разработанным нормативам.

Исследованы взаимосвязи между основными таксационными показателями и параметрами строения древостоев липы на основании чего установлено закономерности распределения деревьев в древостоях по диаметру. Установлено, что опытные ряды распределения диаметра в приспевающих и спелых древостоях липы хорошо аппроксимируются β -распределением. Получены обобщённые ряды распределения деревьев по ступенях толщины и качественных категориях. Впервые разработаны таблицы товарной структуры запаса приспевающих и спелых липовых древостоев. Выполнена проверка соответствия фактических рядов распределения закону β -распределения с помощью критерия согласия Пирсона – χ^2 , в результате которой было установлено их соответствие в 90 % случаев.

Используя полученные ряды распределения деревьев липы в древостоях по диаметру и категориях технической пригодности, а также результаты исследования размерно-качественной структуры деревьев разработаны таблицы товарной структуры запаса приспевающих и спелых липовых древостоев.

Результаты сравнения материальной оценки 47 лесосек, выполненной за разработанными сортиментными и товарными таблицами подтверждают точность разработанных товарных таблиц, в первую очередь, соответствие смоделированных и фактических рядов распределения деревьев липы в древостоях. В частности, отклонения между суммами запасов за категориями древесины составляют по деловой древесине 0,4 %, дровах –0,4 %, отходах 2,9 %.

Следует отметить, что товарные таблицы для таксации запаса приспевающих и спелых липовых древостоев разработаны впервые.

Ключевые слова: древостой, математическая модель, полнодревесность, объём, размерно-качественная структура, β -распределение, таксационное строение, товарность, лесотаксационные нормативы.

ANNOTATION

Soshenskiy O. M. Peculiarities of biometrics structure, wood sort and merchantability structure of linden tree stands in the Lisostep of Ukraine. – The Manuscript.

Thesis for awarding 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 dissertation deals with quantity and quality characteristics of volume stock of linden tree stands, peculiarities of their biometric structure and developing of corresponding standards for forestry.

Statistical analysis of productivity of the linden stands was performed and forest estimation characteristics were observed. The verification of information of small-leaved linden was done, on the basis of which the necessity of developing of a number of forest estimation standards for the studied species was proved.

The results of research of full-timber-factor, height-diameter ratio and size-quality structure of tree trunks and coma of linden trees were set out. Mathematical models of height, full-timber-factor, and size-quality structure were developed, on the basis of which height scale, volume and assortment tables were studied.

The results of research of biometrics structure of linden tree stands according to the diameter were given. On the basis of β -distribution mathematical model of distribution series of trees according to diameter and categories of technical competence was studied. The tables of merchantability structure of premature and mature linden tree stands were made.

Key words: tree stands, mathematical model, form factor, volume, size-quality structure, β -distribution, biometrics structure, merchantability, forest estimation standards.