

*the past 10 years there has been a tendency towards reduction of oak stands area. At the same time share of oak stands by area has also been decreasing. In Belorussian and Ukrainian Polissya medium-productive and high-productive oak stands dominate, with a relative stocking of 0.64 - 0.71. The age structure of oak stands is dominated by mid-aged ones. The most common are complex oak stands with share of oak trees between 30 and 40 per cent.*

**Keywords:** *Belarusian and Ukrainian Polissya, oak stands, area dynamics, structure, productivity.*

**УДК 630\*5.001.57**

**БАЗИСНА ЩІЛЬНІСТЬ КОМПОНЕНТІВ СТОВБУРІВ *ROBINIA PSEUDOACACIA* L. В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ**

**С. А. СИТНИК**, кандидат біологічних наук,

**Л. В. ПЛОТКА**, аспірант,\*

**Дніпровський державний аграрно-економічний університет**

*E-mails:* Sytnyk\_Svit@ua.fm, plotkalubov@gmail.com

**П. І. ЛАКИДА**, доктор сільськогосподарських наук

**Національний університет біоресурсів та природокористування  
України**

*E-mail:* petro.lakyda@ukr.net

**Анотація.** Проаналізовано експериментальні дані модельних дерев робінії несправжньоакації з тимчасових пробних площ у Північному Степу України. Визначено показники середньої базисної щільності деревини стовбурів, кори та деревини стовбурів у корі. Проведено статистичний аналіз і проаналізовано відповідність розподілу основних таксаційних ознак та величин базисної щільності закону нормального розподілу. Здійснено пошук кореляційних зв'язків середньої базисної щільності компонентів фітомаси стовбурів з таксаційними показниками дерев. Встановлено, що базисна щільність деревини і деревини у корі з віком, діаметром і висотою дерев має прямий, а базисна щільність кори – обернений зв'язок. Запропоновано математичні моделі для оцінювання середньої базисної щільності компонентів фітомаси стовбурів робінії.

**Ключові слова:** *робінія несправжньоакація; фітомаса компонентів стовбура; таксаційні показники; базисна щільність деревини.*

**Актуальність.** Дослідження біологічної продуктивності, екологічного та енергетичного потенціалу деревостанів лісоутворювальних порід передбачає оцінювання якісних ознак компонентів надземної фітомаси. Базисна щільність компонентів стовбурів деревних рослин залежить

\* Науковий керівник – доктор державного управління, професор Н. В. Бондарчук.

© С. А. Ситник, П. І. Лакида, Л. В. Плотка, 2017

насамперед від анатомічної будови структурних компонентів деревини, яка обумовлена генетично та детермінована впливом екологічних чинників умов зростання. З іншої позиції якісні характеристики деревини важливі як комерційні показники лісової сировини.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Щільність як якісний показник надземної фітомаси є предметом значної кількості сучасних закордонних досліджень [7–11]. В Україні вченими наукової школи П. І. Лакиди здійснені дослідження природної та базисної щільностей компонентів надземної фітомаси головних лісоутворювальних порід у різних природних зонах держави [1–5].

**Мета досліджень:** визначити показники середньої базисної щільності компонентів фітомаси стовбурів робінії несправжньоакації у лісових насадженнях Північного Степу України.

**Матеріал і методика досліджень.** Дослідження проводили на території Північного Степу України. Збір дослідних даних здійснювали у чистих і мішаних за складом насадженнях робінії несправжньоакації, підпорядкованих Державному агентству лісових ресурсів України. У процесі дослідження було зрубано й обміряно 20 модельних дерев (МД) на двадцяти тимчасових пробних площах, визначено їхні таксаційні показники. Відповідно до методики П. І. Лакиди для оцінювання базисної щільності деревини компонентів фітомаси стовбурів на модельних деревах випилювали дослідні зрізи деревини на пні, висоті 1,3 м і відносних висотах стовбура (0,1h; 0,25h; 0,5h; 0,75h) [1]. Базисну щільність деревини визначали як відношення маси зразка в абсолютно сухому стані до його об'єму у свіжозрубаному стані. Розрахунок математичних залежностей здійснювали за допомогою програмного забезпечення Statistica 8.0.

**Результати досліджень.** Вихідні дані дослідження було опрацьовано методами статистичного аналізу. Отримані значення основних статистик середньої базисної щільності деревини стовбурів ( $Pdl$ ), середньої базисної щільності кори стовбурів ( $Pkl$ ), середньої базисної щільності деревини стовбурів у корі ( $Pdl + kl$ ), а також таксаційних параметрів МД робінії несправжньоакації (вік ( $a$ ), діаметр ( $d_{1,3}$ ), висота ( $h$ )) наведено в табл. 1.

**1. Основні статистики таксаційних показників модельних дерев робінії несправжньоакації та середньої базисної щільності компонентів фітомаси стовбурів**

Ознака	Значення		Статистики			
	Min	max	$\bar{X}$	$\bar{\sigma}$	$A$	$E$
$a$ , років	3,0	89,0	40,8	23,2	0,514	-0,437
$d_{1,3}$ , см	4,5	28,6	16,6	7,1	-0,256	-0,851
$h$ , м	5,3	22,7	14,0	5,2	-0,380	-0,628
$Pdl$ , кг·(м <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	375,0	612,0	499,8	68,7	0,011	-0,839
$Pkl$ , кг·(м <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	214,0	421,0	300,8	46,6	0,485	1,406
$Pdl + kl$ , кг·(м <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	318,0	605,0	400,7	79,0	0,001	-0,684

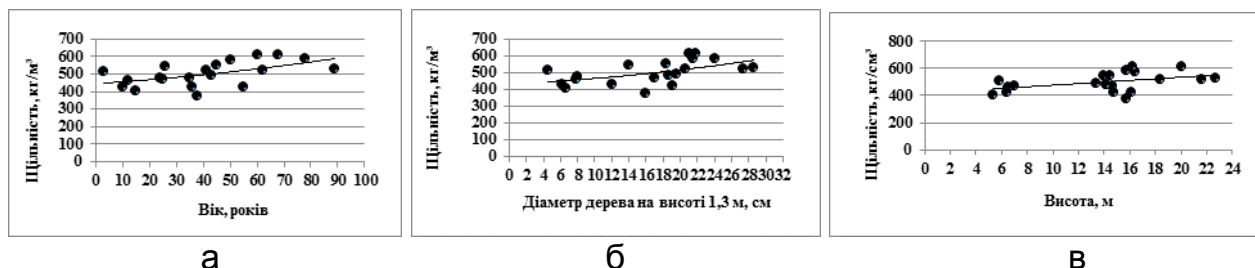
Сукупність даних досліджуваних параметрів компонентів фітомаси стовбурів відповідає умовам нормального розподілу (окрім базисної щільності кори), оскільки фактичні показники косості і крутості є меншими за їхні критичні значення:  $A_{кр} = 0,711$  ( $p \leq 0,05$ ),  $E_{кр} = 0,907$  ( $p \leq 0,01$ ) [7]. Розподіл більшості наведених показників характеризується від'ємними значеннями ексцесу (окрім базисної щільності кори), що свідчить про плосковершинність кривої розподілу.

Наявність та тісноту зв'язку базисної щільності компонентів фітомаси стовбурів з основними таксаційними показниками дерев робінії несправжньоакації встановлювали за допомогою кореляційного аналізу (табл. 2).

**2. Коефіцієнти кореляції середньої базисної щільності з таксаційними показниками дерев робінії несправжньоакації**

Показники дерев	Середня базисна щільність компонентів стовбура		
	деревина	кора	деревина у корі
<i>a</i> , років	+0,54	-0,46	+0,35
<i>d</i> <sub>1,3</sub> , см	+0,54	-0,23	+0,39
<i>h</i> , м	+0,45	-0,19	+0,42

Зміну середньої базисної щільності деревини стовбурів, кори стовбурів і деревини у корі графічно зображено на рис. 1–3.

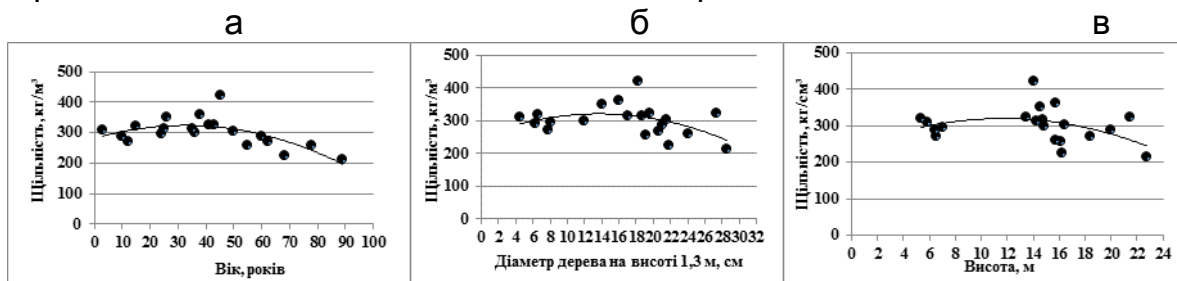


**Рис. 1. Залежність середньої базисної щільності деревини стовбура робінії несправжньоакації від: (а) віку; (б) діаметра дерев на висоті 1,3 м; (в) висоти**

Графічна інтерпретація варіабельності значень середньої базисної щільності деревини стовбурів дерев робінії несправжньоакації демонструє поступове зростання зазначеного показника зі збільшенням віку, діаметру<sub>1,3</sub> та висоти МД. Відмінності крайніх абсолютних значень склали 61,2 %: максимальне значення ( $612 \text{ кг} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$ ) зафіксовано для МД висотою 16,2 м, діаметром 21,8 см, віком 68 роки, що належить до перестиглої вікової групи, тоді як мінімальне ( $375 \text{ кг} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$ ) – для екземпляра з такими показниками: *a* – 38 років; *d*<sub>1,3</sub> – 16,0 см; *h* – 15,7 м.

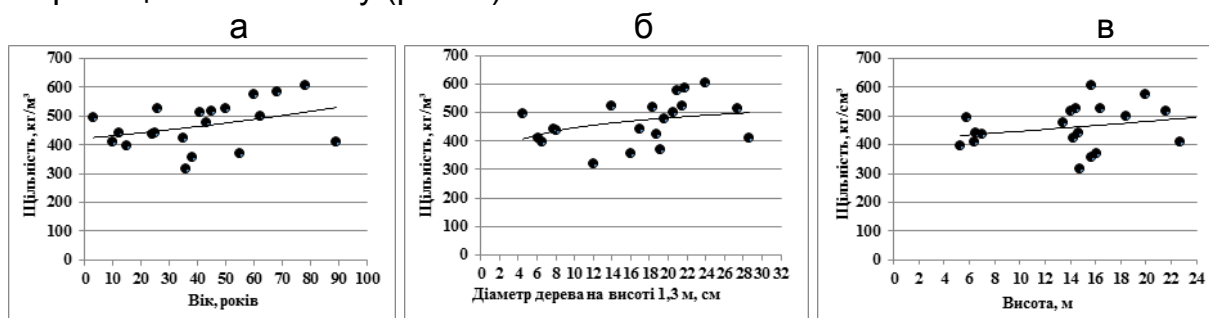
У дерев вікової групи молодняків робінії показники базисної щільності деревини мали дуже незначні відмінності: дерево віком 10 років –  $425 \text{ кг} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$ ; 12 років –  $463 \text{ кг} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$  та 15 років –  $407 \text{ кг} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$ . У дерев, віком наближеним до верхньої межі віку стиглості у Північному Степу України, мінливість значень середньої базисної щільності була такою: 35 років –  $479 \text{ кг} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$ , 36 років –  $425 \text{ кг} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$  та 38 років –  $375 \text{ кг} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$ .

Середня базисна щільність деревини стовбура робінії характеризується наростаючим типом із віком. Встановлена залежність може бути пов'язана із пропорційними змінами паренхімної тканини та судин – структурних елементів ксилеми. Також значущий вплив на базисну щільність деревини можуть виявляти варіації розмірів трахеїд і деревних волокон – головних складових деревини.



**Рис. 2. Залежність середньої базисної щільності кори стовбура робінії несправжньоакації від: (а) віку; (б) діаметра дерев на висоті 1,3 м; (в) висоти**

Абсолютні значення середньої базисної щільності кори характеризується істотним варіюванням відносно ліній тренду. Відзначено зниження значень даного показника зі збільшенням віку, діаметра<sub>1,3</sub> та висоти дерев. Встановлено слабку залежність середньої базисної щільності кори від основних таксаційних параметрів, що відповідає даним кореляційного аналізу (рис. 2).



**Рис. 3. Залежність середньої базисної щільності деревини у корі стовбура робінії несправжньоакації від: (а) віку; (б) діаметра дерев на висоті 1,3 м; (в) висоти**

Значення середньої базисної щільності деревини у корі зі збільшенням віку, діаметра та висоти дерев досягає максимального рівня –  $605 \text{ кг} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$  у екземпляра віком 78 років із діаметром 24,0 см. Із графічної інтерпретації залежності середньої базисної щільності деревини у корі стовбура від висоти дерев видно, що найвищий її показник встановлений для моделі із висотою 15,7 м і саме у цих межах висот МД зосереджені найвищі значення пошукового параметру.

Враховуючи достатню однорідність дослідних даних за бонітетом та типом лісорослинних умов, на основі отриманих даних проведено пошук математичних моделей оцінювання середньої базисної щільності компонентів фітомаси стовбурів від основних таксаційних параметрів МД (табл. 3).

### 3. Моделі для оцінювання базисної щільності компонентів стовбура

Номер моделі	Вид рівняння	Коефіцієнт детермінації
<i>Для деревини</i>		
1	$Pdl = 478,79 \cdot \exp(0,003a)$	0,30
2	$Pdl = 422,28 \cdot \exp(0,002a) \cdot \exp(0,005d)$	0,31
3	$Pdl = 490,51 \cdot \exp(0,002a) \cdot \exp(0,011d) \cdot h^{-0,092}$	0,33
4	$Pdl = 435,01 \cdot \exp(0,002a) \cdot \exp(0,012d) \cdot \exp(-0,010h)$	0,33
<i>Для кори</i>		
5	$Pkl = 336,93 \cdot \exp(-0,003a)$	0,19
6	$Pkl = 311,91 \cdot \exp(-0,007a) \cdot \exp(0,140d)$	0,30
7	$Pkl = 222,30 \cdot \exp(-0,007a) \cdot \exp(0,0002d) \cdot h^{0,217}$	0,38
8	$Pkl = 211,76 \cdot \exp(-0,008a) \cdot d^{0,190} \cdot h^{0,058}$	0,40
<i>Для деревини у корі</i>		
9	$Pdl + Pkl = 428,08 \cdot \exp(0,028d) \cdot \exp(-0,028h)$	0,25
10	$Pdl + Pkl = 429,57 \cdot \exp(0,0005a) \cdot \exp(0,027d) \cdot \exp(-0,028h)$	0,25

Адекватність математичних моделей вихідним даним оцінювали за коефіцієнтами детермінації отриманих рівнянь. Наведено рівняння, які мають значення коефіцієнта детермінації, що є вищими за його критичне значення. Для рівня істотності ( $\alpha = 0,05$ ) для одно- та двофакторних моделей критичне значення дорівнює  $R^2 = 0,18$  та трифакторних  $R^2 = 0,25$ .

**Висновки та перспективи.** Середня базисна щільність деревини стовбурів робінії дорівнює  $499 \text{ кг} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$ , кори стовбурів –  $301 \text{ кг} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$ , деревини стовбурів у корі –  $466 \text{ кг} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$ . З основними таксаційними показниками ( $a, d_{1,3}, h$ ) середня базисна щільність деревини і деревини у корі стовбурів дерев робінії несправжньоакації має прямий, а базисна щільність кори – обернений кореляційний зв'язок. Зі збільшенням віку, діаметра і висоти дерев базисна щільність деревини стовбурів і деревини стовбурів у корі збільшується, а базисна щільність кори зменшується.

Отримані нами показники середньої базисної щільності компонентів фітомаси стовбурів робінії несправжньоакації у лісостанах Північного Степу України неможливо порівняти з даними для цієї породи, що зростає у інших природних зонах України, через брак таких досліджень.

#### Список використаних джерел

1. Лакида П. І. Фітомаса лісів України : [монографія] / П. І. Лакида. – Тернопіль : Збруч, 2002. – 256 с.
2. Лакида П. І. Фітомаса березових лісостанів Українського Полісся : [монографія] / П. І. Лакида, Л. М. Матушевич – К. : ННЦ ІАЕ, 2006. – 228 с.

3. Лакида П. І. Фітомаса вільшняків Західного Полісся України : [монографія] / П. І. Лакида, І. В. Блищик. – Корсунь-Шевченківський : ФОП Майдаченко І. С., 2010. – 237 с.
4. Лакида П. І. Фітомаса та депонований вуглець дерев і деревостанів ясена звичайного у Правобережному Лісостепу України / П. І. Лакида, І. М. Матейко. – К. : Компринт, 2016. – 231 с.
5. Ковальська С. С. Щільність деревини стовбурів сосни звичайної в умовах Південного придніпровського Полісся / С. С. Ковальська // Науковий вісник НЛТУ України. – 2017. – № 27 (3). – С. 45–48.
6. Янцев А. В. Выбор статистических критериев / А. В. Янцев. – Симферополь : Изд-во ТНУ, 2012. – 136 с.
7. Fajardo A. Wood density is a poor predictor of competitive ability among individuals of the same species / A. Fajardo // Forest Ecology and Management. – 2016. – Vol. 372. – P. 217–225.
8. Giroud J. Regional variation in wood density and modulus of elasticity of Quebec's main boreal tree species / J. Giroud, J. Begin, M. Defo, C. Ung // Forest Ecology and Management. – 2017. – Vol. 400. – P. 289–299.
9. Nguyen H. Wood density: A tool to find complementary species for the design of mixed species plantations / H. Nguyen, J. Firn, D. Lamb, J. Herbohn // Forest Ecology and Management. – 2014. – Vol. 334. – P. 106–113.
10. Nogueira E. Normalization of wood density in biomass estimates of Amazon forests / E. Nogueira, Ph. Fearnside, B. Nelson // Forest Ecology and Management. – 2008. – Vol. 256 (5). – P. 990–996.
11. Pereira H. Variation of wood density and mechanical properties of blackwood (*Acacia melanoxylon* R. Br.) / H. Pereira // Materials & Design. – 2014. – Vol. 56. – P. 975–980.

### Referenses

1. Lakyda, P. I. (2002). Fitomasa lisiv Ukrainy [Phytomass of Ukrainian Forests: monograph]. Ternopil, 256.
2. Lakyda, P. I., Matushevych L. M. (2006). Fitomasa berezovykh lisostaniv Ukrainskoho Polissia [Phytomass of birch forest stands of Ukrainian Polissya]. Kyiv, 228.
3. Lakyda, P. I., Blyshchik, I. V. (2010). Fitomasa vilshniakiv Zakhidnoho Polissia Ukrainy [Phytomass of the Alps of the Western Polissya of Ukraine: monograph]. Korsun-Shevchenkivskiy, 237.
4. Lakyda, P. I., Mateiko I. M. (2016). Fitomasa ta deponovanyi vuhlets derev i derevostaniv yasena zvychainoho u Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [Phytomass and deposited carbon of ash trees and stands in the Right-bank Forest-steppe of Ukraine]. Kyiv, 231.
5. Kovalska, S. S. (2017). Shchilnist derevyny stovburiv sosny zvychainoi v umovakh Pivdennoho prydniprovskoho Polissia [Wood density of trunks of pine forest in the conditions of Southern Pridneprovsky Polissya]. Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University, 27.3, 45–48.

6. Yantsev, A. V. (2012). Vybor statystycheskykh kryteryev [Selection of statistical criteria]. Symferopol, 136.
7. Fajardo, A. (2016). Wood density is a poor predictor of competitive ability among individuals of the same species. *Forest Ecology and Management*, 372, 217–225.
8. Giroud, J., Begin, J., Defo, M., Ung, C. (2017). Regional variation in wood density and modulus of elasticity of Quebec's main boreal tree species. *Forest Ecology and Management*, 400, 289–299.
9. Nguyen, H., Firn, J., Lamb, D., Herbohn, J. (2014). Wood density: A tool to find complementary species for the design of mixed species plantations. *Forest Ecology and Management*, 334, 106–113.
10. Nogueira, E., Fearnside, Ph., Nelson, B. (2008). Normalization of wood density in biomass estimates of Amazon forests. *Forest Ecology and Management*, 256 (5), 990–996.
11. Pereira, H. (2014). Variation of wood density and mechanical properties of blackwood (*Acacia melanoxylon* R. Br.). *Materials & Design*, 56, 975–980.

### **БАЗИСНАЯ ПЛОТНОСТЬ КОМПОНЕНТОВ ФИТОМАССЫ СТВОЛОВ *ROBINIA PSEUDOACACIA* L. В СЕВЕРНОЙ СТЕПИ УКРАИНЫ**

**С. А. Сытник, П. И. Лакида, Л. В. Плотка**

**Аннотация.** Проанализированы экспериментальные данные модельных деревьев робинии псевдоакации, произрастающих в Северной Степи Украины. Определены показатели средней базисной плотности древесины стволов, коры и древесины стволов в коре робинии псевдоакации. Проведен статистический анализ и проанализировано соответствие основных таксационных признаков и исследуемых показателей закону нормального распределения. Проведен поиск корреляционных связей средней базисной плотности компонентов фитомассы стволов с таксационными показателями деревьев. Установлено, что базисная плотность древесины и древесины в коре с возрастом, диаметром<sub>1,3</sub> и высотой деревьев имеет прямую, а средняя базисная плотность коры – обратную связь. Предложены математические модели для оценивания зависимости средней базисной плотности компонентов фитомассы стволов робинии от биометрических показателей деревьев.

**Ключевые слова:** робиния ложноакация; фитомасса компонентов стволов; таксационные показатели; корреляционная связь.

### **BASIC DENSITY OF BLACK LOCUST TRUNK PHYTOMASS IN THE NORTHERN STEPPE OF UKRAINE**

**S. Sytnyk, P. Lakyda, L. Plotka**

**Abstract.** The experimental data of model tree from temporal plots in the Northern Steppe of Ukraine were analyzed. The indexes of the average basic density of wood, bark and wood in the bark trunks of black locust trees were determined. The statistical analysis is carried out and the main biometric characteristic and the investigated indicators of the law of normality distribution

was analyzed. In the course of statistical analysis, it was determined that the basic wood density and basic wood in the bark with tree age, diameter and height has direct correlation, and basic bark density – inverse correlation. The mathematical models for the estimation of the average basic density of the components of phytomass of black locust trunks were proposed.

**Keywords:** black locust; trunk phytomass, taxation indexes; correlation.

УДК 630\*5:630\*17:582.685.4

**НОРМАТИВНО-ДОВІДКОВІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ТАКСАЦІЇ  
ДЕРЕВ І ДЕРЕВОСТАНІВ ЛИПИ СЕРЦЕЛИСТОЇ**

**О. М. СОШЕНСЬКИЙ,  
В. А. СВИНЧУК,**

кандидати сільськогосподарських наук

**Є. Ю. ХАНЬ**, аспірант\*

**Національний університет біоресурсів і природокористування**

E-mails: soshenskyi@nubip.edu.ua; svynchuk@nubip.edu.ua;

khan.evgeniy@gmail.com

**Анотація.** На основі повидільної бази даних таксаційної характеристики лісів та матеріалів останнього державного обліку лісів України виконано аналіз наявної площі та запасу липових деревостанів. Здійснено верифікацію таксаційних нормативно-довідкових матеріалів для липи серцелистої (*Tilia cordata* Mill.), на основі якої обґрунтовано актуальність дослідження. Зібрано достатній обсяг дослідного матеріалу та виконано його статистичний аналіз. Викладено результати дослідження основних таксаційних показників дерев та деревостанів липи серцелистої. Наведено методики розроблення відповідних лісотаксаційних нормативів. Виконано кореляційний аналіз та досліджено взаємозв'язки між основними таксаційними показниками. Опрацьовано математичні моделі висоти, об'єму стовбурів та крони, показників розмірно-якісної структури стовбурів дерев та модель рядів розподілу дерев за діаметром і категоріями технічної придатності. Розроблено систему нормативів для таксації липових деревостанів – таблиці для визначення розряду висот у липових деревостанах, таблиці об'єму стовбурів, таблиці розмірно-якісної структури стовбурів дерев липи, розрядні сортиментні таблиці для липових деревостанів різних вікових груп, таблиці товарної структури пристиглих і стиглих деревостанів липи. Виконано статистичну перевірку та обґрунтування адекватності опрацьованих математичних моделей.

\* Науковий керівник – кандидат сільськогосподарських наук, доцент О. П. Бала.

© О. М. Сошенський, В. А. Свинчук, Є. Ю. Хань, 2017