

**ОЦІНЮВАННЯ ТОЧНОСТІ МЕТОДІВ ВІДБОРУ МОДЕЛЬНИХ ДЕРЕВ  
ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОМПОНЕНТІВ НАДЗЕМНОЇ ФІТОМАСИ  
ВІЛЬХОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ**

**В. І. БЛИЩИК**, кандидат сільськогосподарських наук

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*E-mail: blysh@nubip.edu.ua*

***Анотація.** Важливим завданням при оцінюванні компонентів надземної фітомаси деревостанів є отримання достовірних даних, які без відповідної точності експериментальних досліджень у лісі зібрати неможливо. На тимчасових пробних площах з суцільною рубкою модельних дерев оцінено компоненти надземної фітомаси 18-річного вільхового молодняка та стиглого 62-річного вільхового деревостану різними методами. Визначення компонентів фітомаси вільхових деревостанів здійснювалося методами середнього модельного дерева, трьох модельних дерев (одне з найменших, середнє і одне з найбільших за діаметром), а також способом пропорційного ступінчастого представництва відбирали 5, 7, 9 і 15 модельних дерев. Збір дослідних даних на тимчасових пробних площах та їхнє лабораторно-камеральне опрацювання проводили за методикою П. І. Лакиди. Наведено коефіцієнти варіації компонентів фітомаси дерев вільхи клейкої. При закладанні тимчасових пробних площ у молодняках вільхи клейкої Українського Полісся кількість модельних дерев, узятих для експерименту, може бути обмежена дев'ятьма. Для забезпечення 10 % точності дослідження компонентів фітомаси стиглих вільхових деревостанів достатньо відібрати й опрацювати не більше ніж сім модельних дерев на пробній площі.*

***Ключові слова:** точність, метод, фітомаса, модельне дерево, тимчасова пробна площа, коефіцієнт варіації.*

Одним із важливих завдань при розробці нормативно-інформаційного забезпечення для оцінювання компонентів надземної фітомаси деревостанів головних лісотвірних порід є отримання адекватних даних. Очевидно, що зібрати повну і достовірну інформацію для опрацювання нормативів неможливо без відповідної точності експериментальних досліджень у лісі.

Вирішуючи проблему точності експерименту та достатньої для цього

кількості модельних дерев (у межах пробної площі), багато вчених проводили спеціальні дослідження (О. С. Аткин [1], М. О. Бабіч [2], П. І. Лакида [3], Л. Ю. Родін та ін. [4], В. А. Усольцев [5; 6], А. І. Уткін [7]). Автори майже одноставно доходять висновку про непридатність методу середньої моделі для оцінювання компонентів фітомаси насадження [2; 5; 7]. Багато науковців оптимальним вважають метод пропорційного ступінчастого представництва [1; 3; 5; 6]. Проте зазначено, що збільшення кількості модельних дерев (МД) понад 10 призводить до надмірних затрат часу і коштів, а не до підвищення точності дослідження [6].

Результати проведених в Україні фундаментальних досліджень компонентів фітомаси лісових екосистем свідчать про те, що на їхнє формування впливають різні чинники: лісорослинні умови, густина деревостану, індивідуальні особливості деревних видів тощо. Крім цього, важливо дослідити вплив методики визначення надземної фітомаси деревостану, а саме методів відбору модельних дерев та їхню кількість на точність експерименту.

**Мета дослідження:** встановити, як впливають методи відбору первинних одиниць вибірки (модельних дерев) та їхня кількість на точність оцінювання компонентів надземної фітомаси деревостанів вільхи клейкої.

**Матеріали і методика дослідження.** Для дослідження надземної фітомаси вільхових насаджень використано як традиційні методи вимірювальної й перелікової таксації, так і специфічні прийоми, запозичені з інших галузей біологічних і технічних наук. Збір дослідних даних на тимчасових пробних площах (ТПП) та їх лабораторно-камеральне опрацювання проводили за методикою П. І. Лакиди [3; 8].

Методика закладання ТПП із суцільною рубкою МД така сама, як і при відборі кількох МД за способом пропорціонального ступінчастого представництва, лише додатково визначали координати кожного модельного дерева у межах проби і протяжність крони з півночі на південь та із заходу на схід із подальшим нанесенням цих даних на міліметровий папір.

**Результати дослідження.** Об'єктом дослідження слугували компоненти надземної фітомаси деревостанів вільхи клейкої, оцінені в одному з державних лісових підприємств Українського Полісся (ДП «Соснівське лісове господарство» Рівненського обласного управління лісового та мисливського господарства).

Для розрахунку необхідних показників підібрано два модальні вільхові деревостани (перший – у молодняку, другий – у стиглому віці). В молодняку вільхи клейкої Бистрицького лісництва закладено ТПП величиною 0,06 га з обміром, визначенням координат дерев, картуванням крон і суцільною рубкою 118 модельних дерев. Таксаційна характеристика цього вільшняку: склад насадження – 10 Влч+Бп, Ос, середній вік – 18 років, середній діаметр – 12,0 см (діаметр дерев змінюється від 6 до 20 см), середня висота – 14,2 м (висота дерев змінюється від 9 до 16 м), клас бонітету – I<sup>a</sup>, відносна повнота – 0,92, тип лісорослинних умов – С<sub>4</sub>.

У стиглому вільховому деревостані Яцьковицького лісництва закладено ТПП із суцільною рубкою й обміром 56 дерев на площі 0,10 га. Таксаційна характеристика досліджуваного деревостану: склад насадження – 10 Влч, середній вік – 62 роки, середній діаметр – 29,7 см (діаметр дерев змінюється від 16 до 42 см), середня висота – 25,7 м (висота дерев змінюється від 21 до 28 м), клас бонітету – I, відносна повнота – 1,06, тип лісорослинних умов – С<sub>4</sub>.

Дослідження компонентів надземної фітомаси вільхових деревостанів передбачало визначення якісних показників фітомаси дерев (щільності стовбура та гілок, частки листя у деревній зелені та вміст абсолютно сухої речовини у листі). При розрахунку кількісних параметрів фітомаси деревостану застосовано аналітичний метод із використанням згаданих якісних показників, тобто компоненти надземної фітомаси (стовбурова деревина, кора стовбурів дерев, гілки дерев у корі, листя) розраховано в абсолютно сухому стані. Також для кожного масиву даних обчислено основні статистики розподілу, зокрема коефіцієнт варіації.

Визначення компонентів фітомаси вільхових деревостанів здійснювали

методами середнього МД, трьох МД (одне з найменших, середнє і одне з найбільших за діаметром), а також способом пропорціонального ступінчастого представництва відбирали 5, 7, 9 і 15 МД. З метою усунення суб'єктивізму дослідника при виборі модельних дерев розрахунок компонентів фітомаси вільшняків зазначеними методами проводили двічі («Вар. 1» і «Вар. 2» у таблицях) з використанням різних МД. Отримані за цими методами результати порівнювалися з фактичною величиною компонентів фітомаси вільхових деревостанів, яку розраховували за даними обмірів усіх МД пробної площі.

Точність визначення компонентів надземної фітомаси вільхового молодняка різними методами наведено у табл. 1. Фактична надземна фітомаса цього деревостану становить  $74,1 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$ , в тому числі стовбурова деревина –  $55,0 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$ , кора стовбурів дерев –  $8,1 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$ , гілки дерев у корі –  $7,6 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$  і листя –  $3,4 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}$ .

### 1. Точність оцінювання компонентів надземної фітомаси вільхового молодняка різними методами

Метод оцінювання фітомаси	Одиниці виміру	Компоненти надземної фітомаси деревостану								Надземна фітомаса деревостану	
		Стовбурова деревини		Кора стовбурів дерев		Гілки дерев у корі		Листя			
		Вар. 1	Вар. 2	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 1	Вар. 2
середнє МД	$\text{т}\cdot\text{га}^{-1}$	54,0	65,2	7,5	9,3	9,7	7,8	3,4	3,4	74,6	85,7
	відх., %	-1,8	18,5	-7,4	14,8	27,6	2,6	0,0	0,0	0,7	15,7
3 МД	$\text{т}\cdot\text{га}^{-1}$	51,1	58,4	7,8	8,9	9,6	9,0	3,8	3,9	72,3	80,2
	відх., %	-7,1	6,2	-3,7	9,9	26,3	18,4	11,8	14,7	-2,4	8,2
5 МД	$\text{т}\cdot\text{га}^{-1}$	54,2	56,5	8,2	8,2	9,1	9,1	3,9	4,2	75,4	78,0
	відх., %	-1,5	2,7	1,2	1,2	19,7	19,7	14,7	23,5	1,8	5,3
7 МД	$\text{т}\cdot\text{га}^{-1}$	53,7	57,7	8,0	8,2	8,6	8,3	3,7	3,9	74,0	78,1
	відх., %	-2,4	4,9	-1,2	1,2	13,2	9,2	8,8	14,7	-0,1	5,4
9 МД	$\text{т}\cdot\text{га}^{-1}$	51,3	58,7	8,0	8,8	7,6	8,0	3,4	3,7	70,3	79,2
	відх., %	-6,7	6,7	-1,2	8,6	0,0	5,3	0,0	8,8	-5,1	6,9
15 МД	$\text{т}\cdot\text{га}^{-1}$	53,4	57,0	8,3	8,3	7,8	7,4	3,6	3,6	73,1	76,3
	відх., %	-2,9	3,6	2,5	2,5	2,6	-2,6	5,9	5,9	-1,3	3,0

Аналіз отриманих результатів свідчить (табл. 1), що точність оцінювання фітомаси деревини і кори стовбурів дерев практично не змінюється, починаючи з методу 5 МД. Це цілком обґрунтовується невисокими коефіцієнтами варіації об'єму деревини (64,2 %) та кори (65,8 %) дерев вільхи клейкої.

Компоненти фітомаси крони традиційно характеризуються високою

дисперсією, що істотно впливає на точність оцінювання їхніх параметрів. Зокрема, коефіцієнт варіації фітомаси гілок у корі становить 106,6 %, а деревної зелені (з якої оцінено листя) – 78,7 %. Розрахунки табл. 1 показують, що точність визначення компонентів фітомаси крони суттєво не змінюється, починаючи з методу 9 МД. Порівнюючи відхилення в межах одного методу, зрозуміло, що найбільша різниця між результатами спостерігається за методом середнього модельного дерева, а за іншими – значення показників близькі між собою.

Отже, при закладанні ТПП у молодняках вільхи клейкої Українського Полісся кількість МД, взятих для експерименту, може бути обмежена дев'ятьма.

Точність визначення компонентів надземної фітомаси стиглого вільхового деревостану різними методами наведено у табл. 2. Фактична надземна фітомаса цього деревостану становить 222,1 т·га<sup>-1</sup>, в тому числі стовбурова деревина – 173,4 т·га<sup>-1</sup>, кора стовбурів дерев – 34,3 т·га<sup>-1</sup>, гілки дерев у корі – 12,2 т·га<sup>-1</sup> і листя – 2,2 т·га<sup>-1</sup>.

## 2. Точність оцінювання компонентів надземної фітомаси стиглого вільхового деревостану різними методами

Метод оцінювання фітомаси	Одиниці виміру	Компоненти надземної фітомаси деревостану								Надземна фітомаса деревостану	
		Стовбурова деревини		Кора стовбурів дерев		Гілки дерев у корі		Листя			
		Вар. 1	Вар. 2	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 1	Вар. 2
середнє МД	т·га <sup>-1</sup> відх., %	196,3 13,2	168,6 -2,8	35,1 2,3	28,5 -16,9	12,3 0,8	12,0 -1,6	2,7 22,7	2,4 9,1	246,4 10,9	211,5 -4,8
3 МД	т·га <sup>-1</sup> відх., %	172,5 -0,5	161,0 -7,3	34,1 -0,6	27,9 -18,7	14,7 20,5	11,7 -4,1	1,7 -22,7	2,4 9,1	223,0 0,4	203,0 -8,7
5 МД	т·га <sup>-1</sup> відх., %	175,5 1,2	169,4 -2,3	34,1 -0,6	32,2 -6,1	13,2 8,2	11,5 -5,7	1,7 -22,7	2,4 9,1	224,5 1,1	215,5 -3,0
7 МД	т·га <sup>-1</sup> відх., %	177,3 2,2	180,0 3,5	36,7 7,0	34,1 -0,6	12,2 0,0	11,9 -2,5	2,0 -9,1	2,6 18,2	228,2 2,7	228,0 2,7
9 МД	т·га <sup>-1</sup> відх., %	176,7 1,9	180,3 4,0	36,7 7,0	32,9 -4,1	11,7 -4,1	11,5 -5,7	2,0 -9,1	2,4 9,1	227,1 2,3	227,1 2,3
15 МД	т·га <sup>-1</sup> відх., %	179,4 3,5	181,0 4,6	36,5 6,4	32,0 -6,7	12,7 4,1	11,1 -9,0	2,3 4,5	2,2 0,0	230,9 4,0	227,0 2,0

За даними табл. 2 можна стверджувати, що точність визначення фітомаси стовбурів дерев (особливо деревини) фактично стабілізується, починаючи з

методу 5 МД. Результат очевидний, оскільки коефіцієнти варіації об'єму стовбурів без кори і об'єму кори дерев вільхи клейкої становлять 41,8 % та 41,5 % відповідно.

Беручи до уваги високі коефіцієнти варіації компонентів фітомаси крони – гілок (78,9 %) та деревної зелені (56,1 %), виникає необхідність залучення більшої кількості МД для досягнення відповідної точності (10 %). Аналізуючи результати табл. 2, можна зробити висновок, що, починаючи з методу 7 МД, істотно не змінюється точність визначення компонентів фітомаси крони. Значне відхилення фітомаси листя за методом 7 МД (18,2 %), у одному із варіантів, можна пояснити нерепрезентативними МД, оскільки відбирали їх для розрахунку з масиву даних за діаметром, а висоту дерев до уваги не брали. Водночас, висота є одним із найважливіших морфометричних показників дерева, від якого залежить ріст і розвиток фотосинтезувального апарату, а отже і його розміри. У разі проведення досліджень у лісі така ситуація виключена, позаяк відповідно до методики модельне дерево має мати непошкоджену, нормально розвинену, симетричну крону.

Отже, для забезпечення 10 % точності дослідження компонентів фітомаси стиглих вільхових деревостанів, економії часу і коштів, достатньо під час закладання ТПП відібрати й опрацювати не більше ніж 7 модельних дерев.

**Висновки.** За результатами проведених досліджень встановлено, що для оцінювання фітомаси деревини і кори стовбурів дерев вільхових деревостанів (навіть із 5 % точністю), незалежно від їхнього віку, достатньо 5 модельних дерев. Однак, враховуючи, що компоненти фітомаси крони традиційно характеризуються високими коефіцієнтами варіації (які з віком знижуються), кількість МД, необхідних для визначення надземної фітомаси з 10 % точністю, у молодняках вільхи клейкої варто збільшити до 9 модельних дерев, а в стиглих деревостанах – до 7 модельних дерев. Тому, залежно від віку насаджень, на пробі необхідно відбирати від 5 до 9 МД способом пропорціонального ступінчастого представництва.

## Список використаних джерел

1. Аткин А. С. О точности учета различных фракций фитомассы в сосновых молодняках / А. С. Аткин // Леса и древесные породы Северного Казахстана. – Л. : Наука, 1974. – С. 57–63.
2. Бабич Н. А. О точности учета надземной фитомассы культур сосны / Н. А. Бабич // ИВУЗ Лесной журнал. – 1989. – № 1. – С. 112–115.
3. Лакида П. І. Фітомаса лісів України : [монографія] / П. І. Лакида. – Тернопіль : Збруч, 2002. – 256 с.
4. Родин Л. Е. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах / Л. Е. Родин, Н. П. Ремезов, Н. И. Базилевич – Л. : Наука, 1967. – 145 с.
5. Усольцев В. А. Методы таксации фитомассы деревьев : [метод. указ. для студ.-дипломн. очн. и заочн. обуч. специальности 1512] / В. А. Усольцев, З. Я. Нагимов. – Свердловск : УЛТИ, 1988. – 43 с.
6. Усольцев В. А. Моделирование структуры и динамики фитомассы древостоев / В. А. Усольцев. – Красноярск : Изд-во Красн. ун-та, 1985. – 192 с.
7. Уткин А. И. Биологическая продуктивность лесов (методы изучения и результаты) / А. И. Уткин // Лесоведения и лесоводство : [итоги науки и техники]. – М. : ВИНТИ, 1975. – Т. 1. – С. 9–189.
8. Хвойні деревостани України: фітомаса та експериментальні дані : [монографія] / П. І. Лакида, Р. Д. Василюшин, В. І. Блищик та ін. – Корсунь-Шевченківський : ФОП Гаврищенко В. М., 2016. – 480 с.

## References

1. Atkyn, A. S. (1974). O tochnosty ucheta razlychnykh fraktsyy fyto massy v sosnovykh molodnyakakh [On the accuracy of accounting various factions of live biomass of pine young stands]. Forest and tree species of Northern Kazakhstan. Leningrad, 57–63.
2. Babych, N. A. (1989). O tochnosty ucheta nadzemnoy fyto massy kul'tur sosny [On the accuracy of accounting aboveground live biomass of pine crops]. YVUZ Forest journal, 1, 112–115.
3. Lakyda, P. I. (2002). Fitomasa lisiv Ukrainy [Live biomass of Ukrainian forests]. Zbruch, 256.
4. Rodyn, L. E., Remezov, N. P., Bazylevych, N. Y. (1967). Metodicheskiye ukazaniya k yzuchenyyu dynamyky y byolohycheskoho kruhovorota v fyto tsenozakh [Methodical instructions to study of the dynamics and biological cycle in phytocenoses]. Moscow, 145.
5. Usol'tsev, V. A., Nahymov, Z. Ya. (1988). Metody taksatsyy fyto massy derev'ev [Methods of mensuration live biomass of trees]. Sverdlovsk, 43.
6. Usol'tsev, V. A. (1985). Modelyrovanye struktury y dynamyky fyto massy drevostoev [Modelling of the structure and dynamics of live biomass of stands]. Krasnoyarsk, 192.
7. Utkyn, A. Y. (1975). Byolohycheskaya produktyvnost' lesov (metody yzuchenyya y rezul'taty) [Biological productivity of forests (methods of study and

results)]. Forestry and silviculture. Moscow, 1, 9–189.

8. Lakyda, P. I., Vasylyshyn, R. D., Blyshchyk, V. I., Terentiev, A. Iu., Lakyda, I. P., Domashovets, H. S., Volodymyrenko, V. M., Bilous, A. M., Matushevych, L. M., Melnyk, O. M., Lakyda, M. O., Aleksiiuk, I. L., Lovynska, V. M., Stratii, N. V. (2016). Khvoini derevostany Ukrainy : fitomasa ta eksperymentalni dani [Coniferous stands of Ukraine : live biomass and experimental data]. Korsun-Shevchenkivskiy, 480.

## **ОЦЕНИВАНИЕ ТОЧНОСТИ МЕТОДОВ ОТБОРА МОДЕЛЬНЫХ ДЕРЕВЬЕВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ ОЛЬХОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ**

**В. И. Блыщик**

*Аннотация.* Важной задачей при оценке компонентов надземной фитомассы древостоев является получение достоверных данных, которые невозможно собрать без соответствующей точности экспериментальных исследований в лесу. На временных пробных площадях со сплошной рубкой модельных деревьев проведено оценивание компонентов надземной фитомассы 18-летнего ольхового молодняка и спелого 62-летнего ольхового древостоя различными методами. Определение компонентов фитомассы ольховых древостоев осуществлялось методами среднего модельного дерева, трех модельных деревьев (одно из самых маленьких, среднее и одно из крупнейших по диаметру), а также способом пропорционального ступенчатого представительства отбирали 5, 7, 9 и 15 модельных деревьев. Сбор исследовательских данных на временных пробных площадях и их лабораторно-камеральная обработка проводились по методике П. И. Лакиды. Приведены коэффициенты вариации компонентов фитомассы деревьев ольхи клейкой. При закладке временных пробных площадей в молодняках ольхи клейкой Украинского Полесья количество модельных деревьев, взятых для эксперимента, может быть ограничено девятью. Для обеспечения 10 % точности исследования компонентов фитомассы спелых ольховых древостоев достаточно отбирать и обрабатывать не более семи модельных деревьев на пробной площади.

*Ключевые слова:* точность, метод, фитомасса, модельное дерево, временная пробная площадь, коэффициент вариации.

## **ESTIMATION OF ACCURACY OF SELECTION METHODS OF MODEL TREES FOR DETERMINING ABOVEGROUND BIOMASS FRACTIONS OF ALDER STANDS**

**V. Blyshchyk**

*Abstract.* Obtaining valid data is a major challenge of assessing aboveground biomass fractions of stands, which can not be collected without the appropriate accuracy of experimental studies in a forest. The estimation of aboveground biomass fractions of an 18-year-old and a 62-year-old alder stands by different methods is carried out in the temporary sample plots by clear-cutting model trees.



*Determination of aboveground biomass fractions of alder stands was carried out by the methods of an average tree, three model trees (one of the smallest, average and one of the largest by diameter), as well as was selected 5, 7, 9 and 15 model trees by the method of proportional representation. Collecting experimental data in a forest on temporary sample plots and their laboratory and office processing were carried out using the method after P. I. Lakyda. Coefficients of variation of biomass fractions of black alder trees were estimated. The number of model trees selected for an experiment in black alder young stands of Ukrainian Polissya may be restricted to nine. In order to ensure the satisfactory accuracy of the study (10 %) of biomass fractions of mature alder stands is sufficient to select and process a maximum of seven model trees on the plot.*

**Keywords:** *accuracy, method, live biomass, model tree, temporary sample plot, a coefficient of variation.*