

# І. ЛІСОВЕ ТА САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО

УДК 676.034:658:001.82

Зав. лаб. ботанічного ресурсознавства

В.М. Мінарченко, д-р біол. наук –

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, м. Київ

## РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДІВ ЕКСПРЕС-ОБЛІКУ РЕСУРСІВ *CONVALLARIA MAJALIS* L.<sup>1</sup>

Представлено результати розроблення моделі експрес-обліку ресурсів *Convallaria majalis* L. в польових умовах, отримані на основі статистичного аналізу сировинно значущих показників популяцій цього виду, включаючи методи багатовимірного регресійного аналізу. Серед шести аналізованих показників *Convallaria majalis* статистично значущими виявилися: проективне покриття, щільність пагонів і маса парціального пагона. Застосування крокової регресії дало змогу виділити найбільш значущі змінні і сформулювати алгоритм визначення щільності запасу за всіма показниками і окремими з них. На основі результатів статистичного оброблення даних складено таблиці для обліку ресурсів конвалії в польових умовах.

**Ключові слова:** методи обліку, регресійний аналіз, ресурси, *Convallaria majalis* L.

Облік недеревних рослинних ресурсів, зокрема ресурсів лікарських рослин, є необхідною умовою забезпечення їх сталого використання та збереження [3]. Потреба кількісного обліку ресурсів *Convallaria majalis* L., оминаючи зважування сировини на кожній обліковій ділянці, обумовила необхідність розроблення алгоритму оцінювання ресурсів конвалії за визначальними морфометричними ознаками для підвищення ефективності польових ресурсних досліджень.

Облік ресурсів конвалії традиційно здійснюють за класичними ресурсними методиками з закладанням облікових ділянок у різних лісорослинних умовах і подальшим опрацюванням отриманих даних [4, 5]. Цей метод дає змогу отримати точні дані на конкретних масивах, однак є трудомістким. Тому над удосконалення методів обліку ресурсів *Convallaria majalis* ресурсознавці працювали тривалий час. У 90-ті роки ХХ ст. розроблений І.Л. Криловою та її колегами [6] експрес-метод для визначення ресурсів конвалії за проективним покриттям у межах конкретних районів європейської частини Росії. Однак зіставлення наших фактичних і отриманих, відповідно до запропонованої авторами розрахункової таблиці, результатів обліку ресурсів конвалії дає розбіжність 20-50 %, це підтверджує позицію авторів, що дані таблиці можуть бути об'єктивними для обліку ресурсів цього виду лише у межах географічного регіону, де збирались статистичні показники [6]. Тестування запропонованого експрес-методу під час обліку ресурсів конвалії у Львівській, Волинській, Рівненській, Житомирській, Черкаській та Київській областях свідчить, що головною причиною відхилення фактичних даних щільності запасу сировини *C. majalis* від прогно-

зованих за проективним покриттям є складність точного визначення відсотка проективного покриття на різних стадіях розвитку рослин та за різних погодних умов, оскільки проекція листків конвалії – показник, який дуже варіює. Листки конвалії за достатнього зволоження ґрунту на початку цвітіння (коли збирається сировина) зазвичай займають майже вертикальне положення і лише в умовах нестачі вологи чи у другій половині вегетації займають положення 45-60°, що істотно змінює показники проективного покриття. У спекотну погоду проекція листків цього виду рослин може істотно змінюватись і визначити чітко його проективне покриття можуть лише досвідчені ресурсознавці. Отже, показник проективного покриття на різних стадіях розвитку рослин конвалії і за різних погодних умов може істотно відрізнятися, що збільшує похибку під час обліку ресурсів. Окрім того, у запропонованій авторами таблиці експрес-обліку ресурсів *C. majalis* [74-78] наявні дані щодо щільності запасу надземної маси конвалії лише у межах 45 % її проективного покриття.

Інший підхід до визначення біологічних ресурсів конвалії за типом лісорослинних умов і за повнотою деревостану запропонований О.М. Гриник [2]. Цей метод дає дуже наближені результати щодо ресурсної значущості *Convallaria majalis*, оскільки формування сировинних ценопопуляцій *C. majalis* визначається комплексом багатьох чинників і наші дослідження свідчать, що ресурсозначущі ценопопуляції цього виду на території України займають менше ніж 10 % площі лісів, оптимальних для зростання конвалії. Причому в подібних ценотичних умовах ресурсна значущість *C. majalis* може вирізнятись на порядок, оскільки на її ресурсні показники істотно впливають освітлення, вологість та багатство ґрунту. У запропонованій автором таблиці експрес-визначення ресурсів конвалії за проективного покриття 30-100 % щільність особин становить 10-100 шт./м<sup>2</sup> у досліджуваних типах лісорослинних умов [2], що дає велику розбіжність ресурсних характеристик та унеможлиблює застосування цих даних для обліку ресурсів.

**Метою роботи** було розробити алгоритм експрес-обліку ресурсів *Convallaria majalis* у польових умовах на основі статистичного аналізу комплексу сировинно значущих показників, включаючи методи багатовимірного регресійного аналізу.

**Матеріал і методи дослідження.** Для комплексного статистичного опрацювання відібрано дані 100 ценопопуляцій конвалії, для яких наведено комплексні дані щодо проективного покриття ( $P/p$ , %), щільності запасу сировини ( $M$ , г/м<sup>2</sup>), висоти рослин ( $H$ , см), щільності наземних пагонів ( $Nr$ , ум./м<sup>2</sup>), маси 1 пагона ( $m_1$ , г), довжини і ширини листової пластинки ( $l$ ,  $w$ , см), щільності генеративних пагонів ( $Ng$ , ум./м<sup>2</sup>). Всього опрацьовано близько 400 власних геоботанічних описів з ресурсною характеристикою ценопопуляцій *C. majalis* (проективне покриття, щільність запасу сировини, висота рослин та ін.) за пропорційним принципом щодо їхньої ресурсної значущості у різних регіонах України (за винятком Криму).

Дослідження побудовано на застосуванні регресійного аналізу. Він дає змогу встановити наявність зв'язку між певною змінною (залежною) та іншими (незалежними) змінними і передбачити значення залежної змінної за значення-

<sup>1</sup> Автор висловлює подяку за надання цінних консультацій у статистичному опрацюванні наявних даних д-ру біол. наук І.І. Дзевєрину – Інститут зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України

ми визначальних незалежних [1]. Для статистичного оброблення використано первинні дані кількісних показників морфометричних та вагових характеристик конвалії. Вибір змінних для побудови остаточної регресійної моделі здійснено на основі алгоритму крокової регресії (метод включення). Кроковий алгоритм дає змогу виділити визначальні змінні (найтісніше корельовані зі значеннями досліджуваної характеристики). Як залежну змінну в моделі взято щільність запасу сировини конвалії; як незалежні – інші ресурсні характеристики.

**Результати дослідження.** Попередній статистичний аналіз засвідчив, що виділені нами основні ресурсозначущі показники *Convallaria majalis* однорідні і достатні за обсягом, тісно корелюють між собою і можуть бути важливими для експрес-визначення ресурсів. З'ясування такого зв'язку дає змогу побудувати вірогідну модель експрес-обліку ресурсів конвалії за індикаторними показниками його ресурсної значущості.

Загалом на Україні ресурсні показники конвалії невисокі: у більшості обстежених ценопопуляцій середні показники її проективного покриття становили 5-10 % при щільності запасу від 27 до 107 г/м<sup>2</sup>, а проективне покриття 20 % і більше зазначене лише на 125 масивах.

Загальною закономірністю зміни ресурсних показників конвалії є збільшення щільності запасу сировини разом зі збільшенням кількості і розмірів пагонів. Найваріабельнішим показником є щільність пагонів, найменше – їхня висота. Серед проаналізованих геоботанічних описів у 63 % з них висота рослин *C. majalis* була > 30 см; у 12 % – < 25 см.

До визначальних характеристик щільності запасу сировини конвалії належать також показники ширини і довжини листкової пластинки. Встановлено, що в умовах обмеженого зволоження ширина листкової пластинки конвалії становить 4-7 см, а на свіжих і вологих ґрунтах – 5-10 см, що істотно впливає на показники щільності запасу сировини. Довжина листкової пластинки конвалії менше варіює за різного зволоження, але висота рослин у сухих біотопах на 15-30 % менша, ніж у свіжих та вологих. Нижче наводимо результати статистичного аналізу вісьмох ресурсних показників ценопопуляцій *C. majalis* з різних регіонів України.

Ми застосовували кластерний та регресійний аналіз для з'ясування залежності ресурсних показників *Convallaria majalis* від морфометричних параметрів рослин та інших ресурсозначущих характеристик.

Результати кластерного аналізу свідчать, що існує кілька незалежно варіюючих систем показників, що визначають ресурсну значущість ценопопуляцій *Convallaria majalis*. Визначено, що найтісніше пов'язані між собою показники щільності пагонів та проективного покриття (рис. 1). Вони обидва є найвизначальнішими (водночас майже рівнозначними) для визначення щільності запасу сировини, що підтверджується і результатами багатомірного регресійного аналізу. Тобто, щільність запасу сировини рівнозначно і найбільш тісно пов'язана з показниками проективного покриття та щільності пагонів. Встановлення такого зв'язку має дуже велике значення для експрес-обліку ресурсів конвалії, оскільки для підрахунку кількості пагонів на визначеній площі не потрібно бути висококваліфікованим ресурсознавцем.

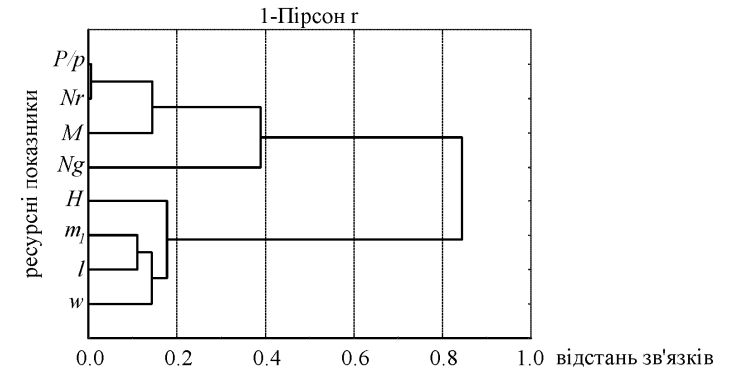


Рис. 1. Дендрограма ієрархічних зв'язків ресурсних показників *Convallaria majalis* (скорочення найменувань показників наведені вище)

Окремим блоком розміщені усереднені показники маси пагона *C. majalis*, довжини та ширини листкової пластинки, які близько пов'язані з висотою рослин і опосередковано – з щільністю запасу сировини. Щільність генеративних пагонів віддалено пов'язана зі щільністю запасу ( $r = 0,57$ ) та іншими ресурсними показниками ценопопуляцій конвалії (табл. 1).

Табл. 1 Кореляція ресурсних показників *Convallaria majalis* L.

Показники	<i>P/p</i>	<i>M</i>	<i>H</i>	<i>Nr</i>	<i>m<sub>l</sub></i>	<i>l</i>	<i>w</i>	<i>n<sub>i</sub></i>
<i>P/p</i>	1							
<i>M</i>	0,85	1						
<i>H</i>	-0,22	0,09	1					
<i>Nr</i>	0,99	0,85	-0,23	1				
<i>m<sub>l</sub></i>	-0,20	0,13	0,82	-0,21	1			
<i>l</i>	-0,26	0,05	0,78	-0,26	0,89	1		
<i>w</i>	-0,12	0,16	0,68	-0,13	0,86	0,66	1	
<i>Ng</i>	0,61	0,57	-0,07	0,61	-0,03	-0,10	0,12	1

Примітки: 1. Скорочення найменувань показників наведено у розділі "Матеріал і методи дослідження". 2. Курсивом виділено достовірні коефіцієнти кореляції з рівнем значущості  $p < 0,05$



Рис. 2. Прогнозовані і наявні значення показників щільності запасу сировини за визначеної щільності пагонів

Встановлено тісну кореляцію між щільністю запасу сировини і кількістю парціальних пагонів конвалії ( $r = 0,85$ ), яка має майже прямолінійний характер (рис. 2). Результати зіставлення фактичних та передбачуваних ресурсних показників щільності запасу сировини конвалії свідчать, що їх похибка варіює у межах 9 %.

Розсіяння показників щільності запасу сировини *C. majalis* зростає пропорційно до збільшення щільності парціальних пагонів. Найменше розсіяння виявлено у межах 50 шт./м<sup>2</sup> (рис. 3).

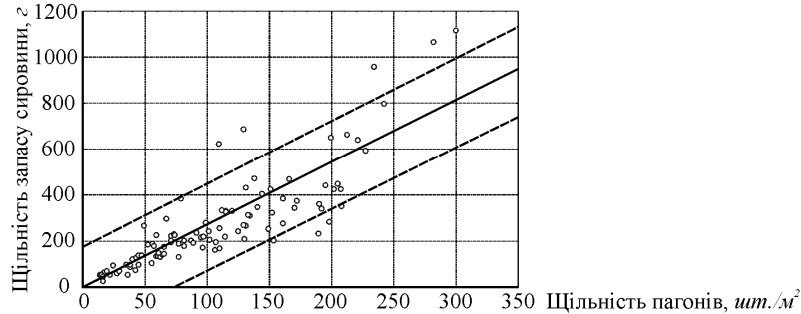


Рис. 3. Діаграма розсіяння показників щільності запасу сировини *Convallaria majalis* за різної щільності пагонів

Подібна картина спостерігається, якщо зіставити показники проективного покриття рослин та щільності запасу сировини (рис. 4).

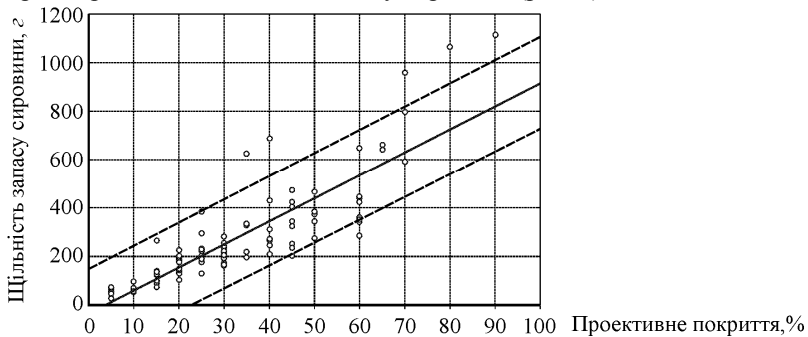


Рис. 4. Діаграма розсіяння показників щільності запасу сировини *Convallaria majalis* за різного проективного покриття

Загалом аналіз дисперсії показників щільності запасу сировини *C. majalis* за різної щільності надземних пагонів з точністю 91 % дозволив встановити, що близько 90 % вибірки попадає в діапазон довірчого інтервалу цих показників (рис. 3). Це дало змогу розробити розрахункову таблицю для визначення ресурсів конвалії за щільності надземних пагонів (табл. 2). Встановлено, що у середньому маса парціального пагона конвалії (з 2-х листків) складає  $2,7^{\pm 0,06}$  г, при висоті рослин 28-33 см. За допомогою статистичного аналізу визначена крива, яка відображає залежність щільності запасу сировини *C. majalis* за щільністю пагонів. Ми подасемо у таблиці діапазон значень щільності запасу надзем-

ної маси конвалії у межах щільності пагонів 20-220 шт./м<sup>2</sup> з інтервалом 20 шт., оскільки у нас наявні статистично достовірні показники у цьому обсязі. Щільність запасу вираховується за формулою:

$$M = -11,28 + 2,71 \cdot Nr, \quad (1)$$

де:  $M$  – щільність запасу сировини;  $Nr$  – щільність пагонів.

За невеликих значень щільності пагонів (до 20 шт./м<sup>2</sup>), щільність запасу сировини доцільно визначати як добуток кількості пагонів на середню масу пагона.

Табл. 2. Розрахункова таблиця визначення щільності запасу сировини *Convallaria majalis* за щільністю пагонів

Щільність пагонів, шт./м <sup>2</sup>	20-40	41-60	61-80	81-100	101-120	121-140	141-160	161-180	181-200	201-220
Щільність запасу сировини, г/м <sup>2</sup>	43-97	99-151	153-06	207-59	262-14	316-66	370-420	418-468	477-529	531-583

Аналогічно опрацьовані дані залежності щільності запасу сировини *Convallaria majalis* за різного проективного покриття рослин (за висоти рослин 28-35 см). Щільність запасу вираховуємо за формулою:

$$M = -35 + 9,5 \cdot P/p, \quad (2)$$

де:  $M$  – щільність запасу сировини;  $P/p$  – проективне покриття.

Частка описів, де проективне покриття конвалії становило понад більше 80 % сягала близько 2 %, тому ми наводимо у таблиці ресурсні дані лише до 80 % проективного покриття рослин цього виду з проміжним інтервалом у 5 % (табл. 3). За проективного покриття конвалії < 5 % рекомендуємо визначати щільність запасу за щільністю пагонів.

Табл. 3. Розрахункова таблиця визначення щільності запасу сировини *Convallaria majalis* за проективним покриттям

Проективне покриття, %	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Щільність запасу сировини, г/м <sup>2</sup>	$12^{\pm 1,1}$	$60^{\pm 0,5}$	$107^{\pm 0,9}$	$155^{\pm 1,3}$	$202^{\pm 1,6}$	$250^{\pm 2,2}$	$297^{\pm 2,3}$	$345^{\pm 2,7}$	$392^{\pm 3,3}$	$440^{\pm 3,7}$	$487^{\pm 4,2}$	$535^{\pm 4,4}$	$582^{\pm 5,0}$	$630^{\pm 5,5}$	$677^{\pm 5,9}$	$725^{\pm 6,0}$

**Висновки.** Щільність запасу сировини *C. majalis* рівнозначно і найбільш тісно пов'язана з показниками проективного покриття та щільності пагонів, тому для експрес-обліку її ресурсів можна використовувати метод проективного покриття та метод щільності пагонів, для яких запропоновані розрахункові таблиці.

Морфометричні характеристики пагона опосередковано визначають ресурсну значущість ценопопуляцій *C. majalis*.

## Література

1. Афифи А. Статистический анализ с использованием ЭВМ : пер. с англ. / А. Афифи, С. Эйзен. – М. : Изд-во "Мир", 1982. – 488 с.
2. Гриник О.М. Залежність біологічного запасу конвалії звичайної залежно від повноти деревостану та від типу лісорослинних умов на заході України / О.М. Гриник // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.3. – С. 35-40.
3. Мінарченко В.М. Державний кадастр рослинного світу / В.М. Мінарченко // Збереження і сталі використання біорізноманіття України: стан, перспективи та заходи вдосконалення. – К. : Вид-во "Фітосоціоцентр", 2003. – С. 147-152.
4. Мінарченко В.М. Методика обліку рослинних ресурсів / В.М. Мінарченко, О.М. Мінарченко. – К. : ПП Вірлен, 2004. – 40 с.
5. Крылова И.Л. Методические указания по изучению запасов дикорастущих лекарственных растений / И.Л. Крылова, А.И. Шретер. – М. : Изд-во "Мир", 1971. – 21 с.
6. Крылова И.Л. Составление расчетных таблиц для оценки урожайности по проективному покрытию / И.Л. Крылова, В.И. Капорова // Растительные ресурсы. – 1992. – Т. 28, № 3. – С. 142-155.

### **Минарченко В.Н. Разработка методов экспресс-учета ресурсов *Convallaria majalis* L.**

Представлены результаты разработки модели экспресс-учета ресурсов *Convallaria majalis* L. в полевых условиях, разработанные на основании статистического анализа сырьево значимых показателей популяций этого вида, включая методы многомерного регрессионного анализа. Среди шести анализируемых показателей *Convallaria majalis* статистически значимыми оказались: проективное покрытие, плотность побегов и масса парциального побега. Применение шаговой регрессии позволило выделить наиболее значимые переменные и сформулировать алгоритм определения плотности запаса по всем показателям и отдельно из них. На основании результатов статистической обработки данных разработаны таблицы для учета ресурсов ландыша в полевых условиях.

**Ключевые слова:** методы учета, регрессионный анализ, ресурсы, *Convallaria majalis*.

### **Minarchenko V.M. The methods development for expression- evaluation of *Convallaria majalis* L. resources.**

The results of the development of the model of resource evaluation of *Convallaria majalis* L. in the field conditions, based on statistical analysis of the raw-material-relevant characteristics of populations of this species, including multivariate regression analysis are presented. Among the six analyzed parameters of *Convallaria majalis* the statistically significant were: projective cover, shoot density and mass of the partial escape. Application walking distance regression possible to identify the most significant variables and formulate an algorithm for determining of the stock density by all indicators and by some of them. On the basis of statistical data the table for express- evaluation of resource of *Convallaria majalis* was developed

**Keywords:** accounting methods, regression analysis, resources, *Convallaria majalis*.

УДК 630\*53(477.8)

Доц. Р.Д. Василюшин, канд. с.-г. наук;

доц. А.Ю. Терентьев, канд. с.-г. наук;

доц. О.П. Бала, канд. с.-г. наук; здобувач О.М. Василюшин<sup>1</sup> –  
НУ біоресурсів і природокористування України, м. Київ

## **ХІД РОСТУ ШТУЧНИХ МОДАЛЬНИХ БУКОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ В УМОВАХ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ**

Наведено результати моделювання динаміки основних таксаційних показників модальних штучних деревостанів бука лісового в Українських Карпатах. На бонітетній основі розроблено таблиці ходу росту букових деревостанів за уніфікованою системою,

запропоновано науковцями Міжнародного інституту прикладного системного аналізу. Зроблено теоретичне обґрунтування можливості практичного використання розроблених нормативно-довідкових таблиць.

**Ключові слова:** хід росту, букові деревостани, моделювання, продуктивність, Українські Карпати.

У сучасних умовах розвитку вітчизняної лісотаксаційної науки постала об'єктивна необхідність створення нових регіональних нормативів, які описували б динаміку реальних деревостанів. Одним із важливих етапів на шляху до розроблення зазначених нормативів є вивчення, опис та оцінка динамічних процесів, які відбуваються в модальних деревостанах, з подальшим їх моделюванням. Результати останні і є базовою основою для побудови таблиць ходу росту (ТХР) модальних деревостанів, як важливого інструментарію для забезпечення раціональної системи обліку лісів та лісоуправління.

Таблиці ходу росту модальних деревостанів є певною усередненою характеристикою однорідних груп існуючих деревостанів окремого регіону, при цьому їх кількісне наповнення значною мірою залежить від інтенсивності та якісних параметрів попередньо здійснюваних лісогосподарських заходів [4]. При цьому, основною перевагою ТХР модальних деревостанів, порівняно з відповідними нормативами для "нормальних" деревостанів, які містять кількісну характеристику найбільш продуктивних у певних лісорослинних умовах деревостанів і слугують еталоном, на досягнення якого повинно бути спрямоване ефективне лісове господарство, є відображення динамічних процесів у реально існуючих деревостанах.

**Мета дослідження** – здійснити моделювання основних таксаційних показників та розробити таблиці ходу росту мішаних, штучних модальних букових деревостанів Українських Карпат.

**Матеріали і методика дослідження.** У роботі, разом із такими загальнонауковими методами дослідження, як системний аналіз, синтез, узагальнення та класифікація, було також використано конкретні (спеціальні) лісотаксаційні і біометричні методи пізнання. Кількісною базою для створення ТХР слугували дані 227 тимчасових пробних площ (взятих з бази даних кафедри лісової таксації та лісовпорядкування НУБіП України) та таксаційні показники з повидільної бази даних ВО "Укрдержліспроєкт", які характеризують штучні мішані деревостани бука лісового в межах чотирьох Карпатських областей.

Основою для створення динамічної бонітетної шкали була модель росту, розроблена кафедрою лісової таксації та лісовпорядкування Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП України) [3] для чистих, природних букових деревостанів, яка після приведення до базової висоти (за шкалою проф. М. Орлова) у віці 100 років набула такого вигляду:

$$H = \frac{1,31383 \cdot (1 - \exp(-0,013841 \cdot A \cdot (1 - \exp(-0,0312 \cdot A))))^{0,699}}{1,006 + 5,411 / A - 20,26 / A^2} \cdot H_{\text{баз}}, \quad (1)$$

де:  $H$  – середня висота деревостану, м;  $A$  – вік деревостану, років;  $H_{\text{баз}}$  – середня висота деревостану у базовому віці, м.

<sup>1</sup> Наук. керівник: проф. П.І. Лакида, д-р с.-г. наук