

УДК 630\*5

Доц. Г.Г. Гриник, д-р с.-г. наук – НЛТУ України, м. Львів

## ДИНАМІКА ОСНОВНИХ ТАКСАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯЛИНОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ РІЗНИХ ЕКСПОЗИЦІЙНО-ОРОГРАФІЧНИХ ГРУП УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Розроблені моделі росту у висоту та за діаметром, моделі динаміки відносної та абсолютної повноти деревостанів і загальних запасів для модальних ялинових гірських деревостанів різних класів бонітету адекватно описують особливості росту в межах виділених експозиційно-орографічних груп (ЕОГ) та у ТЛЮ С<sub>2</sub>-С<sub>3</sub> і у ТЛЮ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub>. Коефіцієнти рівнянь визначено із відповідною точністю.

За ростом у висоту ялинових деревостанів переважають деревостани I<sup>b</sup> класу бонітету III та II ЕОГ у ТЛЮ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub>. Деревостани I<sup>a</sup> класу бонітету у ТЛЮ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> переважають у рості у висоту деревостани у ТЛЮ С<sub>2</sub>-С<sub>3</sub>. У ТЛЮ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> за динамікою відносної повноти найвищими значеннями показника характеризуються деревостани I<sup>b</sup> класу бонітету II ЕОГ та I<sup>b</sup> та I<sup>a</sup> класів бонітету III ЕОГ. У ТЛЮ С<sub>2</sub>-С<sub>3</sub> найвищими значеннями відносної повноти відзначаються деревостани I класу бонітету I ЕОГ та I<sup>a</sup> класу II ЕОГ. У рості за діаметром переважають деревостани I<sup>a</sup> класу бонітету III ЕОГ. Найвищими значеннями абсолютної повноти характеризуються в типах С<sub>2</sub>-С<sub>3</sub> деревостани I<sup>a</sup> класу бонітету I і II ЕОГ, а у ТЛЮ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> – деревостани I<sup>b</sup> класу бонітету III ЕОГ. За динамікою загального запасу деревостану найкращі показники відзначено для деревостанів I<sup>a</sup> класу бонітету I і II ЕОГ у ТЛЮ С<sub>2</sub>-С<sub>3</sub> та I<sup>b</sup> класу бонітету II та III ЕОГ у ТЛЮ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub>.

**Ключові слова:** гірські модальні ялинові деревостани, експозиційно-орографічні групи, таксаційні показники, динаміка.

**Вступ.** В умовах Українських Карпат значно поширені деревостани з переважанням у складі ялини європейської (смереки). Площа ялинових деревостанів сягає 21,4 % від лісопокритої площі регіону [2-4]. Ялина формує тут мішані і чисті за складом деревостани. Ялина європейська вибаглива до родючості і рівномірного зволоження ґрунту, чутлива повітряної і вітрової сухості, до пізніх весняних приморозків, у Карпатах росте на родючих, багатих на гумус і живильні речовини буроземних ґрунтах [11]. Найвищої продуктивності ялинові деревостани досягають на середньовологих суглинкових, слабо- і середньошелебеністих, добре дренованих ґрунтах [1].

Під час вивчення складних процесів та явищ необхідно використовувати моделі, за допомогою яких вивчають найбільш впливові чинники, що формують ті або інші особливості об'єкта. Модель дає змогу також навчитись правильно управляти об'єктом, апробуючи при цьому різні варіанти управління на моделі даного об'єкта. Конструкція моделей росту відображає організацію лісівничих знань і закономірностей окремих аспектів лісового розвитку для правильного ведення господарства [8]. Лісові моделі росту формують у лісівника погляд на комплексну інтеграцію між структурою і процесами, які відбуваються в лісовій екосистемі, та сприяють глибшому розумінню розвитку лісу. Для лісівничої практики лісові моделі росту – це необхідні допоміжні засоби ефективного економічного планування лісового підприємства [7, 8, 10]. Створення програми автоматичного оброблення даних, а також прогнозування розвитку насаджень на певний період, надає моделі практичності та мобільності.

**Мета дослідження** – здійснити моделювання основних таксаційних показників модальних ялинових деревостанів різних експозиційно-орографічних груп (ЕОГ) Українських Карпат.

**Обсяг дослідного матеріалу.** Для дослідження та моделювання динаміки таксаційних ознак модальних ялинових деревостанів використано матеріали 92 стаціонарних та тимчасових пробних площ. Зокрема, пробні площі закладені в штучних та природних ялинових деревостанах на території Львівської обл. – 34 шт., Івано-Франківської – 32 шт., Закарпатської – 16 шт. та Чернівецької – 10 шт. База пробних площ охоплює ялинові деревостани від молодняків до стиглих насаджень (від II до XI класів віку); значний діапазон діаметрів – від 4 до 48 ступеня товщини; значний діапазон висот – від 3 до 34 м. Середній клас бонітету для ялинових деревостанів у ТЛЮ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> становить I<sup>a</sup>,7, для ТЛЮ С<sub>2</sub>-С<sub>3</sub>-I,1, та варіює між I<sup>a</sup> та II. У дослідженнях також використано доповнений та зверифікований варіант повидільної бази, актуальної станом на 01.01.2004 р. За матеріалами бази даних, у гірських умовах Українських Карпат деревостани з переважанням ялини європейської (30 % і більше за запасом) зростають у 83734 таксаційних виділах та займають площу 397818,6 га.

**Методика дослідження.** Відібрано максимально продуктивні деревостани в межах груп типів лісорослинних умов із групуванням за принципом максимальних значень класів бонітету та відносної повноти із врахуванням експозиційно-орографічних характеристик рельєфу місць розташування деревостанів. За такої умови складені нормативи потенційної продуктивності відображатимуть оптимальний стан насаджень.

Групування деревостанів здійснено у типах лісорослинних умов (ТЛЮ) С<sub>2</sub>-С<sub>3</sub> та в ТЛЮ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> у межах груп віку та за належністю місць розташування деревостанів до висотного діапазону (ВД): від 300 до 800 м н.р.м, від 801 до 1099 м н.р.м., та від 1100 до 1600 м н.р.м; за експозиціями схилів: східні (Сх.), південно-східні (Пд.-Сх.), південні (Пд.), південно-західні (Пд.-Зх.), західні (Зх.), північно-західні (Пн.-Зх.), північні (Пн.) та північно-східні (Пн.-Сх.); за стрімкістю схилів: від 0 до 10 °, від 11 до 25 °, від 26 до 50 ° [4-6].

У ТЛЮ С<sub>2</sub>-С<sub>3</sub> місцеположення оптимально-продуктивних деревостанів відповідають межах I ЕОГ. Для ялиників у ТЛЮ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> місцеположення оптимально-продуктивних деревостанів відзначено практично у всіх комірках субсекторів схилів в усіх діапазонах висот. Зважаючи на здійснену кластеризацію та статистичний аналіз згрупованих рядів деревостанів за експозиційно-орографічними особливостями рельєфу, виділення експозиційно-орографічних груп здійснено у ТЛЮ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> за трьома діапазонами висот [5, 6]. У вибраних гіготрофотопах умови зростання ялиників є оптимальними з точки зору продуктивності, тому оптимально-продуктивні деревостани тут розповсюджені широко. Встановлено, що ялинові деревостани I ЕОГ у ТЛЮ С<sub>2</sub>-С<sub>3</sub> зосереджені: на південно-західних, західних, північно-західних та північних експозиціях у діапазоні висот 300-1099 м н.р.м. за стрімкості схилу 0-50 °, на північно-східних експозиціях у діапазоні висот 300-1099 м н.р.м. за стрімкості схилу 0-50 ° та 1100-1600 м н.р.м. за стрімкості схилу 0-10 °, на східних експозиціях у діапазоні висот 300-1099 м н.р.м. за стрімкості схилу 0-50 ° та у діапазоні висот 1100-1600 м н.р.м. за стрімкості схилу 0-25 °, на південно-східних і південних експозиціях у діапазоні висот 300-1600 м н.р.м. за стрімкості схилу 0-50 °, решта деревостанів віднесена до II ЕОГ. Для ялинових деревостанів у ТЛЮ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> поділ на ЕОГ відповідають висотним діапазнам місця розташування: I ЕОГ – на усіх експо-

зицях за стрімкості схилу 0-50° у висотному діапазоні від 300 до 800 м н.р.м., II ЕОГ – від 801 до 1099 м н.р.м. та III ЕОГ – від 1100 до 1600 м н.р.м. [5, 6].

Під час моделювання для досліджуваних таксаційних показників враховано такі умови. Для регіону проведено усереднення форми кривих, які описують динаміку середньої висоти. Базовою взято середню висоту у 100-річному віці, яку вираховують на основі бонітетної шкали М.М. Орлова [10]. Таким чином, враховано пропозиції про універсалізацію підходу до бонітування деревостанів різних порід [7, 9]. Це дає змогу порівняти інтенсивність росту за висотою у деревних порід з подібними приростами на основі аналізу їх швидкоростлості [7].

Моделювання реалізовано з аналітичного опису динаміки середньої висоти, яку описано рівнянням

$$H = H_B \cdot \left( \frac{A_i^{a_0 - a_1 \cdot \text{LN}(A_i)}}{A_B^{a_0 - a_1 \cdot \text{LN}(A_B)}} \right)^{a_2}, \quad (1)$$

де:  $H$  – середня висота деревостану, м;  $H_B$  – базисна висота деревостану у віці 100 років, м;  $A_i$  – вік деревостану, років;  $A_B$  – базисний вік деревостану у 100 років, років;  $a_0 \dots a_2$  – значення коефіцієнтів рівняння.

Між середніми діаметрами та висотами встановлено тісний кореляційний зв'язок. При констатації рівня продуктивності та віку деревостану із бази даних вибрано таксаційні пробні площі з максимальними показниками запасу, а з їх числа вибрано об'єкти з найбільшою величиною середнього діаметра. На їх основі створено модель середнього збігу. На основі значень середньої висоти деревостанів та відносної повноти розраховано динаміку середнього діаметра. Величину середнього діаметра описано моделлю

$$D = (a_0 + a_1 \cdot H_B) \cdot P^{a_2} \cdot H^{a_3 + a_4 \cdot H_B}, \quad (2)$$

де  $P$  – відносна повнота деревостану.

З метою моделювання відносної повноти використовуємо модель

$$P = a_0 \cdot A_i^{a_1} + a_2 \cdot H^{a_3} + a_4 \cdot H_B^{a_5}. \quad (3)$$

Важливою лінійною залежністю є пряма видових висот. Проте існує нижня межа застосування прямої на малих висотах. К.С. Нікітін використав рівняння  $F = a + b \cdot H^{-c}$  [9]. У загальному вигляді пряма видових висот має S-подібну форму. З існуючих прямих росту безперечно тільки залежності  $HF$  від  $H$  для активного періоду росту. Решта лінійних моделей є наближенням до степеневі залежності. Встановлено, що найвагомішим чинником для середнього видового числа є середня висота та менш вагомим – середній діаметр. Решта чинників неістотно збільшують дисперсію експерименту, а тому їх вплив на зміну цього показника незначний. Запаси деревостанів описано моделлю (4), а абсолютні повноти – (5):

$$M = P \cdot (a_0 + a_1 \cdot H_B) \cdot H^{a_3 - a_4 \cdot \text{LN}(H) - a_5 \cdot \text{LN}(H)^2}; \quad (4)$$

$$G = (a_0 + a_1 \cdot H_B + a_2 \cdot H_B^2) \cdot (1 - e^{-a_3 \cdot H_B^{a_4 \cdot A}})^{a_5 \cdot \text{LN}(H_B) + a_6}, \quad (5)$$

де:  $M$  – запас деревостану, м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>;  $G$  – сума площ поперечних перетинів, м<sup>2</sup>·га<sup>-1</sup>.

Середні показники встановлюють для класу віку як середньозважена за густиною річного відпаду величина. Здійснені дослідження та аналіз літературних джерел свідчать про неістотність коливання дисперсій залежності між середніми висотою та видовим числом ростиучої частини деревостану та відпаду.

Однією з умов вибору оптимальних вхідних параметрів для моделювання росту за відповідними таксаційними показниками є здійснення кореляційного аналізу. Отримані результати дадуть змогу вибрати найбільш значущі таксаційні показники для моделювання росту за висотою та діаметром або встановити тип залежності між рядами розподілів відповідних таксаційних показників деревостанів. Коефіцієнти кореляції між таксаційними показниками ялиників наведено у табл. 1.

Табл. 1. Коефіцієнти кореляції між таксаційними показниками ялиників

Таксаційний показник	$A$ , років	$H$ , м	$D$ , см	$G$ , м <sup>2</sup> ·га <sup>-1</sup>	$P$	$F$	$M$ , м <sup>3</sup> ·га <sup>-1</sup>
Вік, років ( $A$ )	1	–	–	–	–	–	–
Середня висота, м ( $H$ )	0,879 <sup>-0,040</sup>	1	–	–	–	–	–
Середній діаметр, см ( $D$ )	0,912 <sup>-0,038</sup>	0,889 <sup>+0,048</sup>	1	–	–	–	–
Сума площ перерізів, м <sup>2</sup> ·га <sup>-1</sup> ( $G$ )	0,457 <sup>+0,022</sup>	0,692 <sup>+0,043</sup>	0,435 <sup>+0,018</sup>	1	–	–	–
Відносна повнота ( $P$ )	-0,483 <sup>-0,023</sup>	-0,347 <sup>-0,034</sup>	-0,513 <sup>+0,024</sup>	0,408 <sup>+0,019</sup>	1	–	–
Видове число ( $F$ )	-0,425 <sup>-0,017</sup>	-0,512 <sup>-0,017</sup>	-0,434 <sup>+0,022</sup>	-0,426 <sup>-0,017</sup>	0,110 <sup>+0,005</sup>	1	–
Запас, м <sup>3</sup> ·га <sup>-1</sup> ( $M$ )	0,695 <sup>+0,031</sup>	0,876 <sup>+0,025</sup>	0,680 <sup>+0,029</sup>	0,899 <sup>+0,041</sup>	0,076 <sup>+0,003</sup>	-0,331 <sup>+0,016</sup>	1

Встановлено тісну кореляційну залежність між віком і середніми значеннями висоти та діаметра деревостанів (табл. 1). Сума площ перерізів з віком має низьку кореляцію, а відносна повнота і видове число характеризуються оберненим зв'язком. Середня висота має достатньо високий коефіцієнт кореляції зі середнім діаметром та запасом деревостану загалом. Кореляційна залежність між середньою висотою і сумою площ перерізів характеризується середнім рівнем, а відносна повнота і видове число – оберненим середнім рівнем. Середній діаметр має найвищий ступінь кореляції із середньою висотою, а сума площ перерізів – із запасом деревостану загалом. Відносна повнота має незначний ступінь кореляції із видовими числами та із загальним запасом деревостану.

Зважаючи на особливості динаміки таксаційних показників модальних деревостанів із врахуванням особливостей ведення лісового господарства, одним із ключових таксаційних показників, від якого істотно залежать інші, є значення відносної повноти насадження. Крім того, цей показник представлений у відносних одиницях, що дає змогу використовувати його для моделювання динаміки значень середніх діаметрів та загального запасу.

Результати дослідження. Для дослідження складних систем, до яких належать лісові екосистеми, застосовують моделювання. Зважаючи на кореляційний аналіз таксаційних ознак досліджуваних ялинових деревостанів (табл. 1) та шляхом вибору рівняння, яке найбільш адекватно описує відповідні моделі, застосовано рівняння виду (1), вхідними параметрами якого є базова висота за шкалою М.М. Орлова у віці 100 років, вік деревостану та базовий вік (100 років).

Розв'язок рівняння залежності здійснювали шляхом пошуку мінімуму квадратів різниці емпіричних і модельованих значень, а адекватність моделі оці-

новали за значенням коефіцієнта детермінації  $R^2$ . За результатами узагальнення та моделювання у висоту росту деревостанів розраховано для I та II ЕОГ для різних типів лісорослинних умов значення коефіцієнтів функції (1), які наведено у табл. 2 для відповідних деревостанів, характеристика та розмір вибірки яких були достатні для здійснення моделювання. Перевірку отриманих результатів здійснювали за допомогою порівняльного аналізу отриманих модельованих значень з емпіричними даними повидільної бази даних та з результатами досліджень на постійних і тимчасових пробних площах. Значення коефіцієнта детермінації є достатньо високим, що пояснюється достатньою кількістю деревостанів відповідних класів бонітету в межах відповідних ЕОГ.

Табл. 2. Коефіцієнти функції моделі динаміки основних таксаційних показників ялинових деревостанів різних ЕОГ у ТЛЮ  $C_2-C_3$  та ТЛЮ  $D_2-D_3$

Тип рівняння	ТЛЮ	ЕОГ	Коефіцієнти рівняння						$R^2$	
			$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$		$a_6$
Моделі динаміки висоти стовбура										
(1)	$C_2-C_3$	I	2,697	-0,244	0,104	-	-	-	-	0,94
		II	2,883	-0,262	0,104	-	-	-	-	0,91
	$D_2-D_3$	I	2,917	-0,266	0,103	-	-	-	-	0,95
		II	2,632	-0,232	0,106	-	-	-	-	0,97
		III	3,106	-0,289	0,102	-	-	-	-	0,93
	Моделі динаміки діаметра стовбура									
(2)	$C_2-C_3$	I	-0,187	0,009	-0,094	-0,002	79,253	-1,39	1,125	0,95
		II	-0,277	0,015	0,992	-0,001	787,63	-2,241	0,128	0,93
	$D_2-D_3$	I	-1,727	0,074	0,464	-0,003	136,43	-1,637	0,193	0,94
		II	-0,807	0,042	1,467	-0,029	781,52	-6,659	0,707	0,95
		III	-0,924	0,048	1,693	-0,031	778,09	-6,521	0,487	0,92
	Моделі динаміки відносної повноти									
(3)	$C_2-C_3$	I	-0,483	-5,416	6,846	-0,016	-6,733	-0,046	-	0,94
		II	-0,528	-5,369	8	-0,012	-8,001	-0,041	-	0,91
	$D_2-D_3$	I	-0,483	-5,416	7,064	-0,014	-6,514	-0,021	-	0,95
		II	-0,528	-5,369	8,167	-0,011	-7,832	-0,026	-	0,97
		III	-0,017	-4,811	7,311	0,022	-6,742	-0,02	-	0,93
	Моделі динаміки загального запасу									
(4)	$C_2-C_3$	I	0,242	3,909	-0,034	1,181	0,652	0,115	-	0,94
		II	0,196	1,719	-0,002	1,902	0,482	0,108	-	0,91
	$D_2-D_3$	I	0,389	11,385	0,19	-0,506	1,165	0,178	-	0,95
		II	0,42	18,448	0,315	-1,285	1,479	0,217	-	0,97
		III	0,091	3,66	0,066	2,04	0,327	0,086	-	0,93
	Моделі динаміки абсолютної повноти									
(5)	$C_2-C_3$	I	-59,44	5,79	-0,08	0,014	0,335	-1,325	7,049	0,94
		II	8,89	0,582	0,017	0,01	0,435	-1,049	6,09	0,91
	$D_2-D_3$	I	-19,56	2,834	-0,03	0,002	0,944	0,745	-0,084	0,95
		II	-8,118	2,077	-0,015	0,001	1,01	1,066	-1,161	0,97
		III	-64,67	5,747	-0,073	0,001	1,015	1,103	-1,263	0,93

Порівняльний аналіз передусім здійснювали для різних ЕОГ в однакових типах лісорослинних умов. Моделі динаміки росту у висоту ялиників у ТЛЮ  $C_2-C_3$  наведено на рис. 1, а  $D_2-D_3$  – на рис. 2.

З метою порівняння росту за висотою у ТЛЮ  $C_2-C_3$  взято деревостани I<sup>a</sup>-II класів бонітету. Зі збільшенням відносної повноти для таких деревостанів спостерігається збільшення значення середньої висоти у деревостані для дерев обох ЕОГ. Для деревостанів усіх класів бонітету I ЕОГ значення середньої висоти незначно більше, порівняно із II ЕОГ. Для II ЕОГ характерним є менш ак-

тивний ріст до віку 81-100 років, порівняно з I ЕОГ. Далі тенденції росту для обох ЕОГ зрівнюються. Деревостани III класу бонітету II ЕОГ у віці 81-90 років зрівнюються у рості за висотою із деревостанами I ЕОГ, після чого неістотно перевищують їх у рості за цим показником.

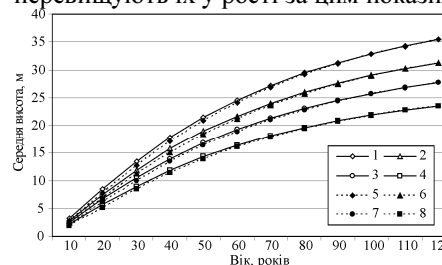


Рис. 1. Ріст у висоту ялинових деревостанів I<sup>a</sup>, I, II та III класів бонітету I та II ЕОГ у ТЛЮ  $C_2-C_3$ <sup>1</sup>

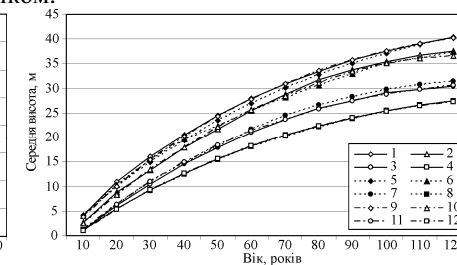


Рис. 2. Ріст у висоту ялинових деревостанів I<sup>b</sup>, I<sup>a</sup>, I та II класів бонітету I, II та III ЕОГ у ТЛЮ  $D_2-D_3$ <sup>2</sup>

У ТЛЮ  $D_2-D_3$  виділено три ЕОГ, які відповідають лісівничому поділу території Українських Карпат за висотною поясністю, а для порівняння вибрано ялиники I<sup>b</sup>-II класів бонітетів, як найбільш характерні для ТЛЮ  $D_2-D_3$ .

Ялиники I<sup>b</sup> класу бонітету I ЕОГ відзначаються більш активним ростом у висоту до віку 71 року, ялиники III ЕОГ неістотно відстають у рості від деревостанів I ЕОГ, а у віковому діапазоні 71-110 років навіть перевищують їх у рості за цим показником, а ялиники II ЕОГ відзначаються найнижчими показниками середньої висоти серед деревостанів I<sup>b</sup> класів бонітету до віку 110 років, після якого зрівноважуються з рештою у рості за середньою висотою.

Ялинові деревостани I<sup>a</sup> класу бонітету I та II ЕОГ до віку 60 років мають практично однакові тенденції росту за висотою. Деревостани III ЕОГ у віковому діапазоні 31-60 років перевищують їх у рості у висоту. Починаючи зі 61 року, найвищі значення для деревостанів цього класу бонітету характерні для деревостанів I ЕОГ. У цьому ж віковому діапазоні деревостани III ЕОГ переважають деревостани II ЕОГ.

Для ялиників I класу бонітету характерний краший ріст за висотою деревостанів II та III ЕОГ, порівняно з ялиниками I ЕОГ. У віці 61-120 років ріст у висоту ялиників цього класу бонітету I та III ЕОГ є практично ідентичними, а ялиники II ЕОГ перевищують їх за цим показником.

Ріст у висоту для ялиників II класу бонітету для усіх ЕОГ у ТЛЮ  $D_2-D_3$  до віку 120 років є практично однаковим і не має істотних розбіжностей.

За результатами кореляційного аналізу таксаційних показників досліджуваних ялинових деревостанів використано рівняння (2) для моделювання росту за діаметром. За результатами узагальнення та моделювання росту за діаметром деревостанів розраховано для I та II ЕОГ для різних ТЛЮ значення коефіцієнтів функції (2), які наведено у табл. 2 для відповідних експозиційно-орографічних груп ялин-

<sup>1</sup> 1, 2, 3 та 4 – значення для I<sup>a</sup>-III класів бонітету I ЕОГ; 5, 6, 7 та 8 – значення для I<sup>a</sup>-III класів бонітету II ЕОГ;

<sup>2</sup> 1, 2, 3 та 4 – значення для I<sup>b</sup>-II класів бонітету I ЕОГ; 5, 6, 7 та 8 – значення для I<sup>b</sup>-II класів бонітету II ЕОГ; 9, 10, 11 та 12 – значення для I<sup>b</sup>-II класів бонітету III ЕОГ

ників, а графічну інтерпретацію отриманих моделей представлено на рис. 3 для ТЛУ C<sub>2</sub>-C<sub>3</sub> та на рис. 4 для ТЛУ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub>.

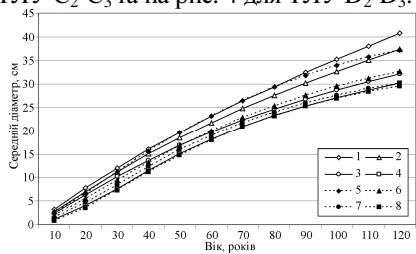


Рис. 3. Ріст за діаметром ялинових деревостанів I, II та III класів бонітету I та II ЕОГ у ТЛУ C<sub>2</sub>-C<sub>3</sub><sup>1</sup>

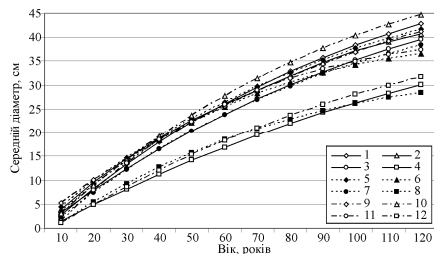


Рис. 4. Ріст за діаметром ялинових деревостанів I, II та III класів бонітету I, II та III ЕОГ у ТЛУ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub><sup>2</sup>

Ялиники I<sup>a</sup> класів бонітету I та II ЕОГ у ТЛУ C<sub>2</sub>-C<sub>3</sub> відзначаються найвищими значеннями середніх діаметрів. Ріст за діаметром ялиників II ЕОГ такий: до 51 року значення є нижчим, порівняно з деревостанами також класу бонітету I ЕОГ, впродовж 51-80 років значення практично є однаковими, після чого помітна тенденція до їх зниження. Ялиники I класу бонітету I ЕОГ переважають у рості за діаметром деревостани II ЕОГ.

Значення середніх діаметрів ялиників I класу бонітету II ЕОГ до віку 61 року є нижчими, порівняно з деревостанами II класу бонітету I ЕОГ, після чого помітне їх зростання. Найнижчими значеннями середніх діаметрів та близькими ростовими тенденціями характеризуються ялиники III класу бонітету I ЕОГ та II і III класів бонітету II ЕОГ, причому значення для ялиників III класу бонітету I та II ЕОГ практично однакові.

Ялиники I<sup>b</sup> класу бонітету I, II та III ЕОГ у ТЛУ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> мають близькі тенденції росту за середнім діаметром. Серед них найвищі значення від 81 року мають ялиники I ЕОГ, а найнижчі – III ЕОГ. Одночасно найвищими значеннями середніх діаметрів, порівняно із рештою деревостанів у ТЛУ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub>, від 41 року характеризуються ялиники I<sup>a</sup> класу бонітету III ЕОГ.

Ріст за діаметром ялиників I<sup>a</sup> класу бонітету I ЕОГ є близьким до росту деревостанів I<sup>b</sup> класу II ЕОГ до 91 року, після чого помітний спад росту. Ялиники I<sup>a</sup> класу бонітету II ЕОГ до 41 року мають подібну ростову тенденцію з деревостанами аналогічного класу бонітету I ЕОГ, після чого помітне істотне зниження у віці 61-70 років до рівня значень деревостанів III ЕОГ.

Для моделювання динаміки відносної повноти модальних гірських ялинових деревостанів використано модель (3), вхідними параметрами якої є вік деревостану, середня висота деревостану та базова висота за шкалою М.М. Орлова у віці 100 років. За результатами узагальнення та моделювання у висоту росту деревостанів для I та II ЕОГ для різних ТЛУ розраховано значення коефіцієнтів функції (3), які наведено у табл. 2 для відповідних груп деревостанів, а графічну інтерпретацію отриманих моделей представлено на рис. 5 у ТЛУ C<sub>2</sub>-C<sub>3</sub> та на рис. 6 у ТЛУ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub>.

Для ялиників I класу бонітету I ЕОГ характерні найвищі значення відносної повноти, порівняно з рештою взятих до аналізу деревостанів, а порівняно з ними, ялиники I<sup>a</sup> класу бонітету характеризуються нижчими значеннями відносної повноти. Значення відносної повноти для ялиників II класу бонітету

є досить істотним до віку 120 років – від 0,93 до 0,67. Такі деревостани до 61 року мають вищі значення відносної повноти, порівняно з ялиниками I<sup>a</sup> класу. Значення відносної повноти ялиників III класу бонітету I ЕОГ від 41 року є найнижчими, порівняно з ялиниками решти класів бонітету цієї ж ЕОГ. У віковому діапазоні 61-120 років тенденція до зниження відносної повноти таких деревостанів є менш стрімкою та змінюється від 0,70 до 0,64.

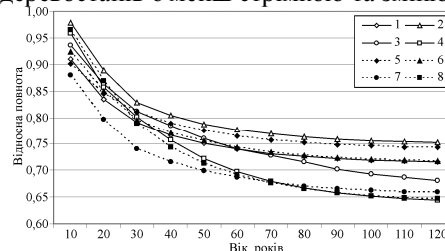


Рис. 5. Динаміка відносної повноти ялинових деревостанів I, II та III класів бонітету I та II ЕОГ у ТЛУ C<sub>2</sub>-C<sub>3</sub><sup>1</sup>

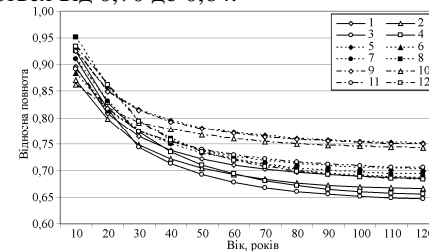


Рис. 6. Динаміка відносної повноти ялинових деревостанів I, II та III класів бонітету I, II та III ЕОГ у ТЛУ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub><sup>2</sup>

Значення відносної повноти ялиників I<sup>a</sup> та I класів бонітетів II ЕОГ, порівняно з ялиниками II та III класів бонітету, є вищими, причому найвищими значеннями відносної повноти у віці 31-120 років відзначаються деревостани I<sup>a</sup> класу бонітету. Від віку 71 року найнижчими значеннями відзначаються ялиники III класу бонітету.

Загалом для ялиників I ЕОГ вищими значеннями відносної повноти у віці від 51 року характеризуються деревостани I класу бонітету I ЕОГ, I<sup>a</sup> класу II ЕОГ та I<sup>a</sup> класу I ЕОГ та I класу II ЕОГ. Значення відносної повноти та динамічна тенденція для двох останніх у віці від 71 до 120 років є практично однаковими. Найнижчими значеннями відносної повноти у віці від 51 року характеризуються ялиники III класу бонітету I ЕОГ та II та III класів II ЕОГ. У віковому діапазоні 71-120 років значення відносної повноти для цих деревостанів є близькими.

Для дослідження динаміки абсолютної повноти модальних гірських ялинових деревостанів використовуємо модель (4), незалежними змінним якої є базова висота за шкалою М.М. Орлова у віці 100 років та вік деревостану. Коефіцієнти моделі (4) наведено у табл. 2, а графічну інтерпретацію отриманих моделей представлено для ТЛУ C<sub>2</sub>-C<sub>3</sub> на рис. 7, а для ТЛУ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> – на рис. 8.

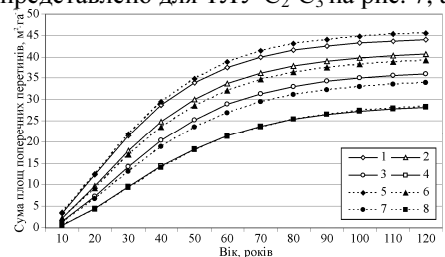


Рис. 7. Динаміка абсолютної повноти ялинових деревостанів I, II та III класів бонітету I та II ЕОГ у ТЛУ C<sub>2</sub>-C<sub>3</sub><sup>1</sup>

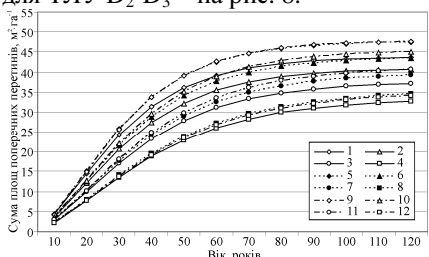


Рис. 8. Динаміка абсолютної повноти ялинових деревостанів I, II та III класів бонітету I, II та III ЕОГ у ТЛУ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub><sup>2</sup>

У ТЛУ  $C_2-C_3$  характерним є близькі значення абсолютної повноти та динаміка деревостанів однакових класів бонітетів. Найвищими значеннями показника відзначаються деревостани I<sup>a</sup> класу бонітету II ЕОГ. Для ялиників I класу бонітету вищі значення відносної повноти відзначено для деревостанів I ЕОГ. Порівняно із ялиниками II класу бонітету II ЕОГ, деревостани I ЕОГ характеризуються вищими значеннями абсолютної повноти. Різниця у значеннях та загальній тенденції динаміки абсолютної повноти для ялиників III класу бонітету обох ЕОГ практично немає.

Порівняно із  $C_2-C_3$ , у ТЛУ  $D_2-D_3$ , відзначено певні особливості динаміки абсолютної повноти для ялиників однакових класів бонітетів. Так, найвищі значення абсолютної повноти характерні для деревостанів I<sup>b</sup> класу бонітету III та II ЕОГ. Ялиники I<sup>b</sup> класу бонітету I ЕОГ мають порівняно нижчі значення абсолютної повноти. Деревостани I<sup>a</sup> класу бонітету II та III ЕОГ до 60 років характеризуються нижчими, порівняно з ялиниками I<sup>b</sup> класу I ЕОГ, показниками. Починаючи з віку 61 року значення показника для ялиників I<sup>a</sup> класу III ЕОГ бонітету перевищують значення для деревостанів I<sup>b</sup> класу бонітету I ЕОГ. Від віку 101 року значення показника для ялиників I<sup>a</sup> класу бонітету II ЕОГ сягають значень для деревостанів I<sup>b</sup> класу I ЕОГ. Серед ялиників I класу бонітету найвищі значення абсолютної повноти характерні для деревостанів III ЕОГ, а найнижчі – для деревостанів I ЕОГ. З віку 101 року значення показника ялиників I класу бонітету III ЕОГ практично збігається із значеннями для деревостанів I<sup>a</sup> класу бонітету I ЕОГ. Ялиники II класу бонітету мають близькі значення абсолютної повноти, але для деревостанів I ЕОГ вони є найнижчими.

Для дослідження динаміки загального запасу модальних гірських ялинових деревостанів різних типів лісорослинних умов та ЕОГ використовуємо модель (5), незалежними змінними якої є середня висота деревостану, базова висота за шкалою М.М. Орлова у віці 100 років та відносна повнота деревостану. Коефіцієнти моделі (5) наведено у табл. 2, а графічну інтерпретацію отриманих моделей представлено для ТЛУ  $C_2-C_3$  на рис. 9, а для ТЛУ  $D_2-D_3$  – на рис. 10.

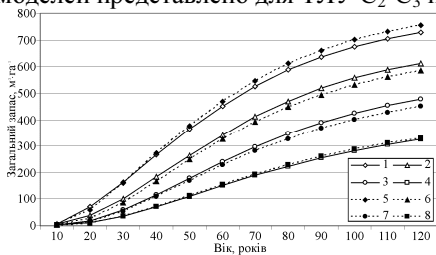


Рис. 9. Динаміка загального запасу ялинових деревостанів I<sup>a</sup>, I, II та III класів бонітету I та II ЕОГ у ТЛУ  $C_2-C_3$ <sup>1</sup>

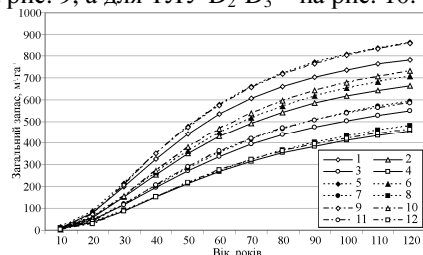


Рис. 10. Динаміка загального запасу ялинових деревостанів I<sup>a</sup>, I<sup>b</sup>, I та II класів бонітету I, II та III ЕОГ у ТЛУ  $D_2-D_3$ <sup>2</sup>

Аналізуючи отримані моделі динаміки загального запасу ялиників у ТЛУ  $C_2-C_3$ , встановлено, що найвищими значеннями показника характеризуються деревостани I<sup>a</sup> класу бонітету II ЕОГ. Дещо нижчі значення загального запасу характерні для ялиників I<sup>a</sup> класу бонітету I ЕОГ. Порівняно із ялиниками I класу бонітету II ЕОГ, деревостани I ЕОГ групи мають вищі значення

показника. Аналогічна тенденція спостерігається і для ялиників II класу бонітету. Ялиники III класу бонітету I ЕОГ характеризуються дещо нижчими значеннями загальної повноти, порівняно із деревостанами II ЕОГ. Тенденція динаміки загального запасу є практично однаковою для ялиників обох ЕОГ до віку 40 років, після чого простежується збільшення значення показника для деревостанів II ЕОГ.

Для ялиників у ТЛУ  $D_2-D_3$  максимальними значеннями загального запасу характеризуються деревостани I<sup>b</sup> класу бонітету II та III ЕОГ, а деревостани I ЕОГ, починаючи з 21 року, відстають від них.

Серед ялиників I<sup>a</sup> класу бонітету найвищі значення, починаючи з 21 року, характерні для деревостанів III ЕОГ. Ялиники I ЕОГ відзначаються найнижчими значеннями загального запасу. Деревостани I класу бонітету II та III ЕОГ мають близькі вікові тенденції загального запасу та майже однакові значення показника. Ялиники I ЕОГ характеризуються найнижчими значеннями загального запасу. Для ялиників II класу бонітету є спільна вікова тенденція загального запасу деревостану. Найвищими значеннями показника характеризуються ялиники III ЕОГ, а найнижчими – I. Найвищі значення загального запасу характерні для ялиників I<sup>b</sup> класу бонітету II та III ЕОГ у ТЛУ  $D_2-D_3$ .

**Висновки.** Порівнюючи деревостани однакових класів бонітету різних ТЛУ, встановлено: ялиники I<sup>a</sup> класу бонітету у ТЛУ  $C_2-C_3$  відстають за ростом у висоту від деревостанів у ТЛУ  $D_2-D_3$ . Ріст у висоту ялиників I класу бонітету I та II ЕОГ у ТЛУ  $C_2-C_3$  та II ЕОГ у ТЛУ  $D_2-D_3$  є практично однаковим, а решта ялиників цього класу бонітету неістотно відстають від них. Ялиники II класу бонітету I та II ЕОГ у ТЛУ  $C_2-C_3$  відзначаються кращим ростом у висоту, порівняно із деревостанами у ТЛУ  $D_2-D_3$ .

Ялиники I класу бонітету I ЕОГ відзначаються стабільним ростом та найвищими значеннями середнього діаметра, порівняно із рештою деревостанів цього ж класу бонітету. Ялиники II ЕОГ до 91 року мають близькі до них значення середніх діаметрів та аналогічну тенденцію росту, після чого ріст сповільнюється, а значення середнього діаметра зменшується. Деревостани I класу бонітету III ЕОГ відзначаються незначним відставанням у рості до 21 року, а у віці 21-40 років значно переважають ялиники I ЕОГ, після чого значення показників опускаються до найнижчого рівня, порівняно із рештою деревостанів цього ж класу бонітету. Для ялиників II класу бонітету найвищі значення, починаючи з віку 61 року характерні для деревостанів III ЕОГ. Ялиники II ЕОГ переважають у рості до 61 року, після чого значення плавно зменшуються і у віці понад 101 рік є дещо нижчими, порівняно з деревостанами I ЕОГ.

Порівнюючи динаміку відносної повноти ялиників різних класів бонітету різних ЕОГ у ТЛУ  $D_2-D_3$ , можна дійти висновку щодо певної подібності тенденцій змін для деревостанів окремих ЕОГ. Найвищими значеннями у ТЛУ  $D_2-D_3$  відзначаються ялиники I<sup>b</sup> та I<sup>a</sup> класів бонітетів III ЕОГ та I<sup>b</sup> II ЕОГ. Найнижчими значеннями та близькими тенденціями динаміки відносної повноти характеризуються ялиники I<sup>a</sup>, I та II класів бонітетів I ЕОГ. Проміжними значеннями між найвищими та найнижчими значеннями відносної повноти та моделями їх динаміки характеризуються ялиники I і II класів бонітетів III ЕОГ, I<sup>a</sup>, I і II класів II ЕОГ та II класу I ЕОГ.

Загалом найвищі значення відносної повноти від 0,90-0,97 у віці 10 років до 0,74-0,76 у віці 120 років характерні для ялиників I класу бонітету I ЕОГ і I<sup>a</sup> класу II ЕОГ у ТЛЮ С<sub>2</sub>-С<sub>3</sub> та I<sup>b</sup> і I<sup>a</sup> класів III ЕОГ та I<sup>b</sup> II ЕОГ у ТЛЮ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub>.

Також необхідно відзначити, що найвищими значеннями абсолютної повноти характеризуються ялиники I<sup>b</sup> класу бонітету III ЕОГ у ТЛЮ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub>. Високими та близькими між собою значеннями показника характеризуються ялиники I<sup>a</sup> класу бонітету усіх ЕОГ для ТЛЮ С<sub>2</sub>-С<sub>3</sub> та I<sup>a</sup> і I<sup>b</sup> класу I та II ЕОГ у ТЛЮ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub>. Найнижчі значення абсолютної повноти характерні для ялиників III класу бонітету обох ЕОГ у ТЛЮ С<sub>2</sub>-С<sub>3</sub>.

Значення загального запасу для ялиників I<sup>b</sup> класу бонітету I ЕОГ у ТЛЮ С<sub>2</sub>-С<sub>3</sub> і I<sup>a</sup> класу бонітету III ЕОГ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub>, I<sup>a</sup> класу бонітету I та II ЕОГ у ТЛЮ С<sub>2</sub>-С<sub>3</sub>, мають близькі динамічні тенденції загального запасу, який у віці 120 років змінюється в межах від 720 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup> до 770 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>. Найнижчі значення показника у віці 120 років характерні для ялиників III класу бонітету обох ЕОГ у ТЛЮ С<sub>2</sub>-С<sub>3</sub> та становлять 325-330 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>.

### Література

1. Бондарчук В.Г. Геологія України / В.Г. Бондарчук. – К. : Вид-во АН УРСР, 1959. – 832 с.
2. Генсирук С.А. Ельники Восточных Карпат / С.А. Генсирук. – Львов, 1957. – 187 с.
3. Голубец М.А. Ельники Украинских Карпат / М.А. Голубец. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1978. – 264 с.
4. Гриник Г.Г. Лісівничо-таксаційна характеристика ялинових деревостанів Українських Карпат з урахуванням особливостей рельєфу / Г.Г. Гриник // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.12. – С. 12-24.
5. Гриник Г.Г. Експозиційно-орографічні моделі місцезональних оптимально-продуктивних деревостанів ялини європейської в Українських Карпатах / Г.Г. Гриник // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.9. – С. 19-24.
6. Гриник Г.Г. Математико-статистичне обґрунтування виділення експозиційно-орографічних груп ялинових деревостанів Українських Карпат / Г.Г. Гриник // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2014. – Вип. 24.9. – С. 32-40.
7. Давыдов М.В. Бонитирование насаждений с учётом особенностей их роста по высоте / М.В. Давыдов // Лесное хозяйство : журнал. – 1980. – № 4. – С. 55-58.
8. Моисеев В.С. Изучение производительности насаждений у зависимости от их строения и условий произрастания / Моисеев В.С., Нахабцев И.А. // Лесная таксация и лесоустройство : межвуз. сб. науч. трудов. – Красноярск : Изд-во КПИ, 1984. – С. 36-42.
9. Никитин К.Е. К вопросу бонитирования насаждений / К.Е. Никитин // Лесное хозяйство : журнал. – 1959. – № 4. – С. 7-13.
10. Орлов М.М. Лесоустройство / Орлов М.М. // Изд-во журн. "Лесное хозяйство, лесопромышленность и топливо". – М., 1927. – Т. 1 : Элементы лесного хозяйства. – 428 с.
11. Szafer W. Nieco o rozmieszczeniu geograficznym świerka w Polsce / W. Szafer // Sylwan, 1921. – S. 76-91.

### Гриник Г.Г. Динамика основных таксационных показателей еловых древостоев разных экспозиционно-орографических групп Украинских Карпат

Разработанные модели роста в высоту и по диаметру, модели динамики относительной и абсолютной полноты древостоев и общих запасов для модальных еловых горных древостоев разных классов бонитета адекватно описывают особенности роста в пределах выделенных экспозиционно-орографических групп (ЕОГ) и в типах лесорастительных условий (ТЛЮ) С<sub>2</sub>-С<sub>3</sub> и D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub>. Коэффициенты уравнений определены с соответствующей точностью.

По росту в высоту еловых древостоев преобладают древостои I<sup>b</sup> класса бонитета III и II ЕОГ в ТЛЮ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub>. Древостои I<sup>a</sup> класса бонитета в ТЛЮ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> преобладают в росте в высоту древостоев в ТЛЮ С<sub>2</sub>-С<sub>3</sub>. В ТЛЮ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> по динамике относительной пол-

ноты наивысшими значениями показателя характеризуются древостои I<sup>b</sup> класса бонитета II ЕОГ и I<sup>b</sup> и I<sup>a</sup> классов бонитета III ЕОГ. В ТЛЮ С<sub>2</sub>-С<sub>3</sub> наивысшими значениями относительной полноты отмечаются древостои I класса бонитета I ЕОГ и I<sup>a</sup> класса II ЕОГ. В росте по диаметру преобладают древостои I<sup>a</sup> класса бонитета III ЕОГ. Наивысшими значениями абсолютной полноты характеризуются в типах С<sub>2</sub>-С<sub>3</sub> древостоев I<sup>a</sup> класса бонитета I и II ЕОГ, а в ТЛЮ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> – древостои I<sup>b</sup> класса бонитета III ЕОГ. По динамике общего запаса древостоев наивысшие показатели отмечены для древостоев I<sup>a</sup> класса бонитета I и II ЕОГ в ТЛЮ С<sub>2</sub>-С<sub>3</sub> и I<sup>b</sup> класса бонитета II и III ЕОГ в ТЛЮ D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub>.

**Ключевые слова:** горные модальные еловые древостои, экспозиционно-орографические группы, таксационные показатели, динамика.

### Hrynyk H.H. Dynamics of assessments indexes of spruce forests stands of different exposition-oro-graphic groups of Ukrainian Carpathians

The patterns of growth are developed in a height and after a diameter, models of dynamics of relative and absolute stocking forests stands and general supplies for modal spruce mountain forests stands of different stand quality classes adequately describe the features of growth within the limits of the selected exposition-oro-graphic groups (EOG) and in type site conditions (TSC) of С<sub>2</sub>-С<sub>3</sub> and in to TSC of D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub>. The coefficients of equalizations are certain with the proper exactness.

After growth in the height of spruce forests stands prevail forests stands of I<sup>b</sup> stand quality classes III and II EOG in to TSC of D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub>. Forests stands of I<sup>a</sup> stand quality classes in it prevailed TSC of D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> in growth in the height of forests stands in to TSC of С<sub>2</sub>-С<sub>3</sub>. In to TSC of D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> after the dynamics of relative stocking the greatest values of index are characterize forests stands of I<sup>b</sup> stand quality classes II EOG and I<sup>b</sup> and I<sup>a</sup> stand quality classes III EOG. In to TSC of С<sub>2</sub>-С<sub>3</sub> the greatest values of relative stocking are mark forests stands of I stand quality classes I EOG and of I<sup>a</sup> class of II EOG. In growth after a diameter prevail forests stands of I<sup>a</sup> of stand quality classes of III EOG. Characterized the greatest values of absolute stocking in С<sub>2</sub>-С<sub>3</sub> types site conditions of forests stands of I<sup>a</sup> stand quality classes I and II EOG, and in TSC of D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> – forests stands of I<sup>b</sup> stand quality classes of III EOG. After the dynamics of general supply of forest stand the best indexes are marked for forests stands of I<sup>a</sup> stand quality classes I and II EOG in to TSC of С<sub>2</sub>-С<sub>3</sub> and of I<sup>b</sup> stand quality classes of II and III EOG in TSC of D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub>.

**Key words:** mountain modal spruce forests stands, exposition-oro-graphic groups, assessments indexes, dynamics.

УДК 630\*[182+22]

Ст. наук. співроб. Ю.С. Шпарик, д-р с.-г. наук;  
ст. наук. співроб. Р.М. Вітер, канд. с.-г. наук –  
Прикарпатський НУ ім. Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ

### ДИНАМІКА СТАНУ ЛІСІВ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ ЗА ДАНИМИ МОНІТОРИНГУ В 2010-2014 РОКАХ

Проаналізовано динаміку стану основних порід карпатського регіону впродовж 2010-2014 рр. за показниками моніторингу лісів: дефоліація, дехромация, довжина крони, пошкодження. Встановлено, що стан основних лісових порід за період спостережень був добрим. Дефоліацію і дехромацию ялиці віднесено до класу "незначна", а дуба, бука та ялини – "слабка". Пошкодження цих порід теж класифікують як "слабкі". Встановлено, що основними видами пошкоджень у хвойних порід були сухі сучки, у дуба – листогризучі шкідники, у бука – поперечний рак. Довжина крон ялини і дуба стабільна, а в бука і ялиці зафіксовано її збільшення. Порівняно з 2010 р. встановлено: незначне покращення стану бука і дуба, але зросла інтенсивність пошкоджень бука, а коливання стану дуба дуже інтенсивні; стан ялиці має тренд до незначного покращення; у ялини – тренд стабільний, однак дуже інтенсивні коливання показників в окремі роки.

**Ключові слова:** моніторинг лісів, основні породи, дефоліація, дехромация, довжина крони, пошкодження, динаміка.