

Література

1. Бала О.П. Моделирование прогнозу росту за середньою висотою в штучних дубових насадженнях України // Науковий вісник НАУ : зб. наук. праць. – Сер.: Лісівництво. – К. : Вид-во НАУ. – 2002. – № 54. – С. 219-224.
2. Гірс О.А. Лісовпорядкування : підручник / О.А. Гірс, Б.І. Новак, С.М. Кашпор. – К. : Вид-во "Арістей", 2004. – 384 с.
3. Лакида П.И. Моделирование динамической бонитетной шкалы для сосновых древостоев естественного происхождения Полесья Украины / П.И. Лакида, И.Л. Алексюк // Сборник научных трудов Института леса НАН Беларуси. – Гомель : Изд-во НАН Беларуси. – 2014. – Вып. 74. – С. 318-325.
4. Лакида П.И. Особливості динаміки таксаційних показників соснових деревостанів природного походження Полісся України / П.И. Лакида, А.Ю. Терентьев, І.Л. Алексюк // Збалансоване природокористування : зб. наук. праць. – К. : Вид-во. – 2014. – № 3. – С. 10-15.
5. Лакида П.И. Актуалізація параметрів росту штучних дубових деревостанів лісостепу України : монографія / П.И. Лакида, О.П. Бала. – Кореунь-Шевченківський : ФОП Гаврищенко В.М., 2012. – 196 с.
6. Лакида П.И. Штучні соснові деревостани Полісся України – прогноз росту та продуктивності : монографія / П.И. Лакида, А.Ю. Терентьев, Р.Д. Василюшин. – К. : Вид-во ФОП Майдаченко І.С., 2012. – 171 с.

Алексюк І.Л., Лакида П.И. Разработка системы актуализации таксационных показателей модальных сосновых древостоев естественного происхождения Полесья Украины

Представлены результаты разработки системы актуализации таксационных показателей модальных сосновых древостоев естественного происхождения Полесья Украины. На основе отношения значений таксационных показателей текущего года к следующему, с использованием моделей хода роста этих древостоев, построены уравнения актуализации средних показателей: высоты, диаметра, участия главной породы в составе яруса и запаса древостоя. Созданная система уравнений позволяет выполнять актуализацию таксационных показателей повыведельной базы данных ВО "Укрдослеспроект" при проведении непрерывного лесоустройства.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, модальные древостои, Полесье Украины, система актуализации, модель.

Aleksiyuk I.L., Lakyda P.I. The Development of a System for Actualization of Mensurational Indices of Modal Scots Pine Stands of Natural Origin in Ukrainian Polissya

Some results of the development of a system for actualization of mensurational indices of modal Scots pine stands of natural origin of Ukrainian Polissya are presented. Based on relation of values of mensurational indices in current year to the next one, using growth models for these stands, some equations for the actualization of stand mean height, mean diameter, species stock percentage and growing stock were developed. The developed system of equations allows actualization of mensurational indices of stand-wise database of PA "Ukrderzhlisproekt" during continuous forest inventory.

Key words: Scots pine, modal stands, Ukrainian Polissya, actualisation system, model.

УДК 630*[5+64+(23)](477.83/86)

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

СТАТИСТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВІОКРЕМЛЕННЯ ЕКСПОЗИЦІЙНО-ОРОГРАФІЧНИХ ГРУП ЯЛИЦЕВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Представлено теоретичні основи та методичні підходи щодо оцінювання росту та продуктивності гірських деревостанів ялиці білої в Українських Карпатах із врахуванням експозиційно-орографічних характеристик місць їхнього розташування та типів лі-

сорослинних умов. За результатами досліджень проаналізовано особливості росту гірських ялицевих деревостанів з урахуванням експозиційно-орографічних характеристик місць їхнього розташування, встановлено відповідні тенденції та закономірності. На основі математико-статистичного аналізу здійснено поділ досліджуваних деревостанів на експозиційно-орографічні групи в типах лісорослинних умов С₂-С₃ та D₂-D₃ та представлено їх графічну інтерпретацію.

Ключові слова: гірські деревостани, ялиця біла, експозиційно-орографічні групи, продуктивність, математико-статистичний аналіз.

Вступ. Ялицеві ліси Українських Карпат характеризуються високою стійкістю та продуктивністю, але зазнали суттєвої трансформації внаслідок масового вирубування у другій половині ХХ ст. Значні витрати та складність їхнього штучного відтворення призвели до істотного скорочення площ та заміни корінних яличників похідними ялинниками. Дослідження ялицевих деревостанів Українських Карпат здійснювали М.А. Голубець та ін. (1988), І.І. Молоткова (1965, 1967, 1968), М.П. Петранич (1967), Т.М. Порада (1969, 1990), А.Й. Швиденко (1952, 1966, 1967, 1980), М.П. Горошко та ін. (1998, 2000, 2011), І.П. Тереля (2000), Т.В. Парпан (2000, 2004). Ялиця біла вимоглива до ґрунту, але менше підпадає під негативні кліматичні та біотичні чинники, що позначається на її досить високій стійкості до вітровалів та стовбурових шкідників, порівняно з ялиною європейською. Продуктивність ялицевих лісів в Українських Карпатах, порівняно з продуктивністю букових деревостанів, є вищою.

Мета дослідження – встановити істотність сукупного впливу типів лісорослинних умов та експозиційно-орографічних характеристик рельєфу на таксаційні ознаки ялицевих деревостанів.

Об'єкт дослідження – процеси росту в ялицевих гірських деревостанах залежно від типів лісорослинних умов та експозиційно-орографічних характеристик схилів.

Методи дослідження. Використано лісівничі, таксаційні та біометричні методи досліджень, зокрема – перелікової таксації, порівняльної екології, а також математичної статистики та математичного моделювання [2, 3]. Теоретичні, методичні та експериментальні дослідження проведено на засадах системного підходу з використанням методик, адаптованих з сучасними інформаційними технологіями та комп'ютерною технікою.

Результати дослідження. На типологічній основі з урахуванням експозиційно-орографічних характеристик рельєфу місць розташування деревостанів здійснено аналіз таксаційних ознак для деревостанів з домінуванням ялиці білої для 11922 виділів (на основі повивідельної бази даних ВО "Укрдослеспроект", актуальної станом на 01.01.2004 р.). Результати аналізу підтверджуються дослідженнями, здійсненими на постійних і тимчасових пробних площах. Загальна площа досліджуваних ялицевих деревостанів становить 58004,1 га із загальним запасом 19342,45 тис. м³ деревини.

Вікова структура яличників вкрай нерівномірна: молодняки I класу займають 17,8 %, молодняки II класу – 16,8 %, середньовікові – 20,9 %, пристиглі – 14,3 %, стиглі – 26,1 % та перестиглі – 4,2 %. Більшість ялицевих деревостанів розташовані у висотному діапазоні (ВД) 300-800 м н.р.м. – 72,7 %. Зі збільшенням висоти над рівнем моря площі ялицевих деревостанів істотно

зменшуються. Більшість яличників усіх ВД розташовані на схилах стрімкістю 11-25°, причому у ВД 300-800 м н.р.м. частка деревостанів, розташованих на схилах стрімкістю 0-10°, переважає частку, розташованих на схилах стрімкістю 25-50°. У ВД 801-1099 м н.р.м. частка яличників на схилах із стрімкістю 25-50° переважає частку деревостанів, розташованих на схилах стрімкістю 0-10°.

У ВД 300-800 м н.р.м. у ТЛУ С₂ знаходиться 0,4 % площ яличників, С₃ – 35,7 %, D₂ – 0,1 %, D₃ – 36,4 %; у ВД 801-1099 м н.р.м.: С₂ – 0,1 %, С₃ – 18,0 %, D₃ – 8,2 %; у ВД 1100-1350 м н.р.м.: С₃ – 0,7 %, D₃ – 0,1 %. Найбільші площі у ВД 300-800 м н.р.м займають деревостани І класу бонітету (41,5 %), I^a (17,8 %), II (3,9 %) та I^b (1,8 %); у ВД 801-1099 м н.р.м. – I (15,9 %), I^a (5,3 %) та II (3,9 %); у ВД 1100-1350 м н.р.м. – I (0,5 %), II (0,2 %) та I^a (0,1 %).

Деревостани І класу бонітету у відносних показниках займають практично однакові площі у всіх ВД; площі деревостанів III класу бонітету від ВД 300-800 до 801-1099 м н.р.м. збільшуються, а з подальшим підняттям угору – зменшуються; площі деревостанів I^a та I^b класів бонітету зі збільшенням висоти н.р.м. зменшуються, а площі деревостанів II, IV та V класів бонітету збільшуються. Із збільшенням гіпсометричної висоти (ГВ) відносні площі ялицевих деревостанів повнотою 0,6-0,8 у межах ВД змінюються незначно. Для деревостанів повнотою 0,3-0,5 частка площ яличників від ВД 300-800 до 801-1099 м н.р.м. зменшується, після чого – збільшується до ВД 1100-1350 м н.р.м.; для деревостанів з повнотами 0,9-1,0 простежено зворотню тенденцію.

Із підвищенням над рівнем моря для яличників простежено зменшення площ, проте їхні відносна повнота та клас бонітету змінюються не суттєво. У цьому випадку, на ріст яличників істотніший вплив має стрімкість схилів – кращими умовами для росту яличників відзначено схили стрімкістю 11-25° та 25-50°, причому більшість деревостанів із вищими таксаційними показниками зосереджені саме на схилах стрімкістю 11-25°.

Для встановлення істотності сукупного впливу типів лісорослинних умов та експозиційно-орografічних характеристик рельєфу на таксаційні ознаки ялицевих деревостанів здійснено наступне групування та стратифікацію деревостанів у початкові групи у типах лісорослинних умов (ТЛУ) С₂-С₃ і в ТЛУ D₂-D₃ у межах груп віку та за належністю місць розташування деревостанів до ВД: від 300 до 800 м н.р.м., від 801 до 1099 м н.р.м., та від 1100 до 1350 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° [2-4].

Деревостани згруповано у відповідні початкові або вихідні підгрупи для подальшого включення до більших експозиційно-орografічних груп, які характеризуються однаковими або близькими особливостями динаміки таксаційних показників деревостанів досліджуваних порід, які з метою об'єднання були піддані кластерному аналізу з наступним опрацюванням методами математичної статистики, зокрема з використанням *t*-критерію Ст'юдента оцінено різницю між середніми значеннями окремих вибірок на *p*-рівні, який представляє собою оцінену міру впевненості у вірності статистичного значення. Наступним кро-

ком було порівняння показників варіації вибірок із використанням *t*-критерію Ст'юдента та *F*-критерію Фішера для підтвердження нульової гіпотези щодо різниці вибірок утворених ЕОГ деревостанів.

Для аналізу використано метод деревоподібної кластеризації, який застосовують під час формування кластерів відмінності або відстаней між об'єктами. Найбільш прямий шлях обчислення відстаней між об'єктами в багатовимірному просторі полягає в обчисленні "Евклідових відстаней" (та їх квадратів). Треба зауважити, що "Евклідова відстань" (і її квадрат) обчислюється за початковими, а не за стандартизованими (вирівняними) даними. "Евклідова відстань" розраховується як проста геометрична відстань у багатовимірному просторі за формулою

$$\text{відстань}(x, y) = \left\{ \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2 \right\}^{1/2}. \quad (1)$$

Як правило об'єднання використано метод Варда, який застосовує дисперсійний аналіз для оцінювання відстані між кластерами. Цей метод мінімізує суму квадратів різниці значень показника для будь-яких двох кластерів, які можуть бути сформовані на кожному кроці. Кластеризацію здійснено за такими таксаційними показниками деревостанів: середня висота, середній діаметр і запас на 1 га. Для прикладу, наведено графічну інтерпретацію отриманих кластерів для ялицевих деревостанів у ТЛУ С₂-С₃ (рис. 1).

У типах лісорослинних умов С₂-С₃ для яличників виокремлено дві експозиційно-орografічні групи та для порівняння відібрано деревостани I^a, I, II та III класів бонітету, а у ТЛУ D₂-D₃ – також дві ЕОГ, у яких для порівняльного аналізу відібрано деревостани I^b, I^a, I та II класів бонітету.

Для ялицевих деревостанів у ТЛУ С₂-С₃ I та II ЕОГ встановлено незначну різницю між середніми значеннями досліджуваних показників у межах III-VII класів віку деяких деревостанів I^a, I та II класів бонітету, яка оцінена значенням *t*-критерію Ст'юдента, яке наближене або незначно перевищує критичне. У решті випадків різницю середніх значень досліджуваних показників за значенням *t*-критерію оцінено як неістотну на 5 % та 1 %-му рівнях значимості (табл.). Разом з тим розраховані значення *t*-критерію Ст'юдента та *F*-критерію Фішера свідчать про істотну різницю вибірок у межах деревостанів I та II ЕОГ. Значення критеріїв істотно перевищують критичне навіть на рівні значимості 0,1 %.

У типах лісорослинних умов D₂-D₃ яличники характеризуються близькістю середніх значень досліджуваних показників, що підтверджується значенням *t*-критерію Ст'юдента, яке не перевищує критичного значення. У деревостанах I^b, I^a, I та II класів бонітету I та II ЕОГ перевищення критичного значення *t*-критерію Ст'юдента трапляється рідко та має несистемний характер. Водночас розраховані значення *t*-критерію Ст'юдента та *F*-критерію Фішера істотно перевищують критичне значення як на 5 %, так і на 0,1 %-му рівнях значимості, що свідчить про істотну різницю вибірок у досліджуваних деревостанах за визначеними показниками.

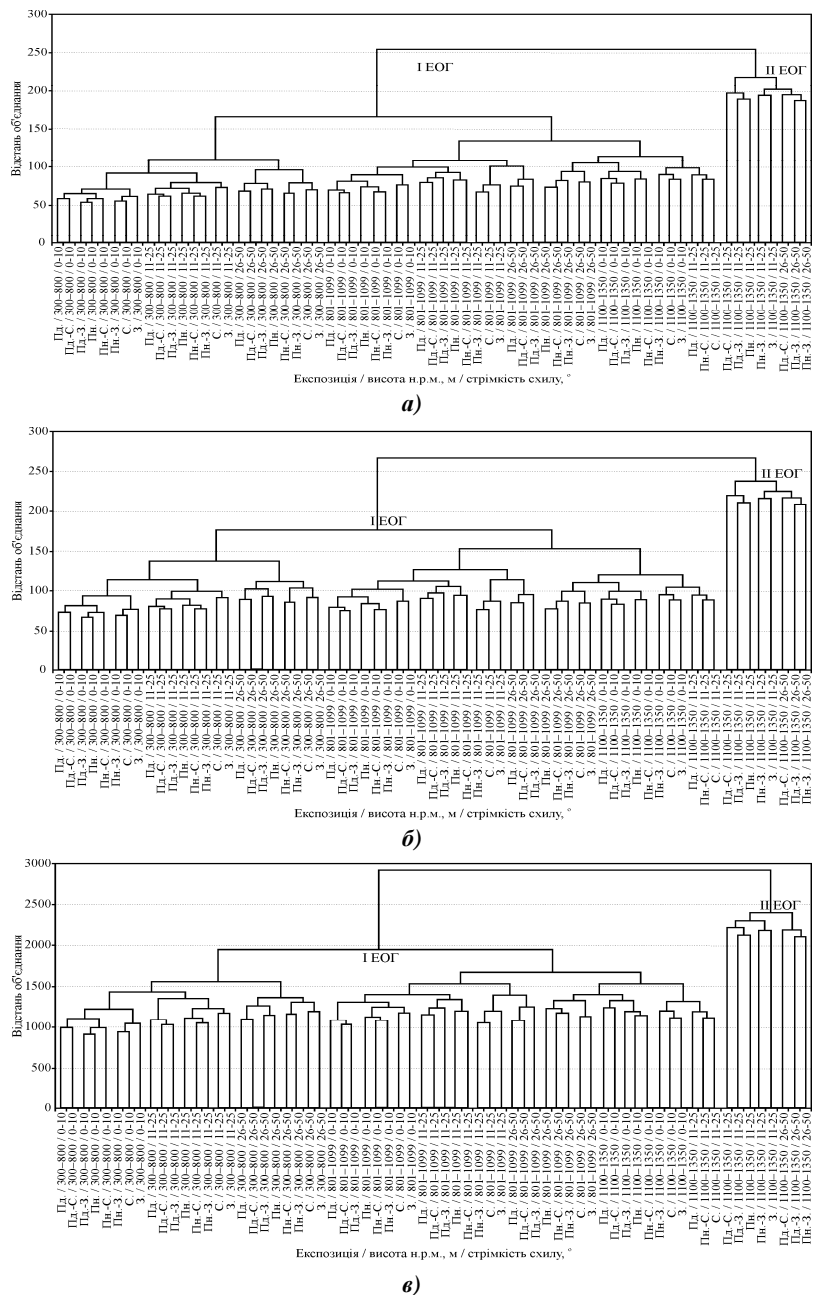


Рис. 1. Деревоподібна діаграма кластерних об'єктів гірських ялицевих деревостанів у ТЛУ С₂-С₃ при порівнянні за:
 а) середньою висотою; б) середнім діаметром; в) середнім запасом

Табл. Біометричні показники та розрахунок значущості різниці порівняння середньої висоти (м) ялицевих деревостанів I класу бонітету I та II експозиційно-орografічних груп у ТЛУ С₂-С₃, м

Клас віку	Середнє значення		Стандартне відхилення		Кількість ступенів свободи	p-рівень	t-критерій Ст'юдента	Критерій Фішера	Розраховане значення t-критерію
	I ЕОГ	II ЕОГ	I ЕОГ	II ЕОГ					
III	2,3	1,7	1,17	0,29	110	0,00	3,363	417,021	94,692
IV	4,8	4,4	2,30	2,49	433	0,00	1,617	0,945	0,418
V	10,5	10,0	1,34	1,13	305	0,00	2,442	34,605	17,455
VI	14,5	13,8	1,15	1,27	234	0,00	3,866	8,387	10,533
VII	17,6	17,2	1,11	1,06	260	0,00	2,052	48,641	17,139
VIII	20,2	19,6	0,92	0,80	225	0,00	2,815	127,593	17,786
IX	22,8	22,4	1,23	0,95	197	0,00	1,594	133,977	16,617
X	24,8	24,6	1,05	1,01	311	0,00	1,342	57,292	19,175
XI	26,5	27,1	1,17	1,17	400	0,00	3,282	29,271	19,508
XII	28,1	28,2	0,99	0,95	347	0,00	0,849	12,198	14,649
XIII	29,1	29,6	0,99	0,89	363	0,00	4,384	4,921	10,177
XIV	30,4	30,3	0,87	0,79	203	0,00	0,413	1,832	3,029
XV	30,8	31,4	0,90	1,17	121	0,00	2,950	0,850	0,616
XVI	31,5	31,9	1,08	1,12	107	0,00	2,033	0,831	0,684
XVII+	32,0	32,5	1,04	0,85	24	0,00	1,156	4,243	2,452

Треба зазначити, що у ТЛУ С₂-С₃ та D₂-D₃ ялицеві деревостани, включені до I ЕОГ, відрізняються від деревостанів II ЕОГ та переважають їх у рості за більшістю таксаційних показників (рис. 2). Таким чином, можна констатувати про доцільність здійснення моделювання основних таксаційних показників окремо для деревостанів відповідних класів бонітету у виокремлених експозиційно-орografічних групах. На рис. 2 у відповідних експозиційно-орografічних комірках субсекторів характеристик схилів вказано значення переважаючих класів бонітету досліджуваних ялицевих деревостанів.

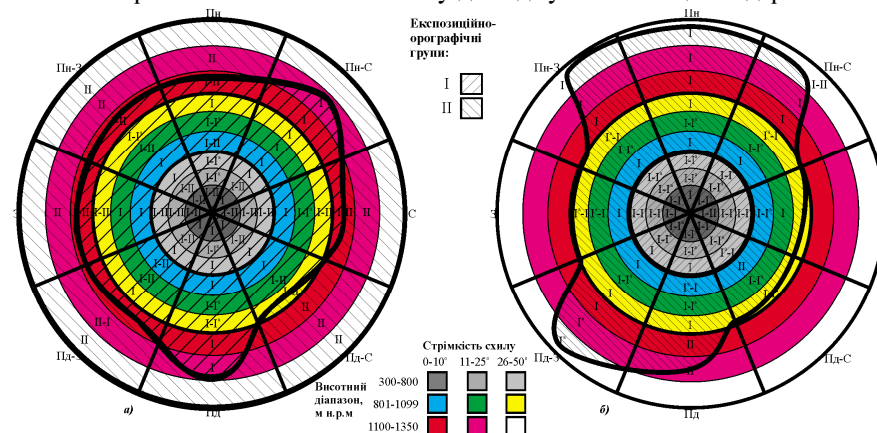


Рис. 2. Графічні моделі ЕОГ та місце розташування оптимально-продуктивних ялицевих деревостанів у ТЛУ С₂-С₃ (а) та D₂-D₃ (б)

У ТЛУ С₂-С₃ місце розташування оптимально-продуктивних деревостанів досліджуваних порід, як правило, відповідають межах I ЕОГ.

Зміни значень класів бонітету для відповідних місць розташування пояснюються відмінностями типів ґрунту в межах одного типу лісорослинних умов і походженням деревостану. З огляду на біоекологічні особливості ялиці білої оптимально-продуктивні ялицеві деревостани у ТЛЮ D₂-D₃ також розташовані в межах І ЕОГ.

Висновки. Для модальних гірських ялицевих деревостанів у ТЛЮ C₂-C₃ здійснено поділ на дві ЕОГ. Встановлено, що для І ЕОГ середнє значення класу бонітету становить І,1, а для ІІ ЕОГ – І,5. Частка ялицевих деревостанів І і вищих класів бонітету для І ЕОГ становить 77,3 %, а для ІІ ЕОГ – 34,8 %. Для деревостанів у ТЛЮ D₂-D₃ здійснено поділ також на дві ЕОГ. Встановлено, що для І ЕОГ середнє значення класу бонітету становить І^а,7; для ІІ ЕОГ – І,0. Частка ялицевих деревостанів І і вищих класів бонітету для І ЕОГ становить 91,4 %, для ІІ ЕОГ – 55,4 %.

Ялицеві деревостани І^а класу бонітету обох ЕОГ у ТЛЮ C₂-C₃ та І^б класу бонітету так само обох ЕОГ у ТЛЮ D₂-D₃ характеризуються найвищими значеннями середньої висоти та відносної повноти деревостанів. Максимальні значення середнього діаметра характерні для деревостанів І^б класу бонітету обох ЕОГ у ТЛЮ D₂-D₃. Деревостани І^а класу бонітету обох ЕОГ у ТЛЮ D₂-D₃ переважають деревостани аналогічного класу бонітету у ТЛЮ C₂-C₃ у рості за діаметром. Найвищі значення абсолютної повноти та загального запасу у ТЛЮ D₂-D₃ відзначено для деревостанів І^б класу бонітету обох ЕОГ, а у ТЛЮ C₂-C₃ – І^а класу бонітету. Потрібно зауважити, що деревостани І^а класу бонітету у ТЛЮ C₂-C₃ переважають у значеннях загального запасу деревостани у ТЛЮ D₂-D₃.

Література

1. Гриник Г. Г. Лісівничо-таксаційна характеристика ялицевих деревостанів Українських Карпат з урахуванням особливостей рельєфу / Г. Г. Гриник // Науковий вісник НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.13. – С. 17-28.
2. Гриник Г. Г. Лісівничо-таксаційні особливості та динаміка складу гірських яличників Українських Карпат / Г. Г. Гриник // Науковий вісник НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.4. – С. 12-27.
3. Гриник Г. Г. Експозиційно-орографічні моделі оптимально-продуктивних місцеположень деревостанів ялиці білої в Українських Карпатах / Г. Г. Гриник // Науковий вісник НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.10. – С. 14-19.
4. Гриник Г. Г. Ялиця біла в Українських Карпатах – експозиційно-орографічні моделі оптимально-продуктивних місцеположень деревостанів / Г. Г. Гриник // ІІ Міжнар. наук.-практ. конф. "Стан природних ресурсів, перспективи їх збереження та відтворення", 11-13 жовт. 2012 р. : матер. конф. – Дрогобич, 2012. – С. 49-51.

Гриник Г.Г. Статистическое обоснование особенностей выделения экспозиционно-орографических групп пихтовых древостоев Украинских Карпат

Представлены теоретические основы и методические подходы относительно оценки роста и производительности горных пихтовых древостоев Украинских Карпат с учетом экспозиционно-орографических характеристик мест их расположения и типов лесорастительных условий. По результатам исследований проанализированы особенности роста горных пихтовых древостоев с учетом экспозиционно-орографических характеристик мест их расположения, установлены соответствующие тенденции и закономерности. На основе математико-статистического анализа исследуемые древостои распределены на экспозиционно-орографические группы в типах лесорастительных условий C₂-C₃ и D₂-D₃ и представлена их графическая интерпретация.

Ключевые слова: горные древостои пихты белой, экспозиционно-орографические группы, производительность, математико-статистический анализ.

Hrynyk H.H. Statistic Ground to Selection of Exposition-Orographic Groups of Silver Fir Forest Stands of the Ukrainian Carpathians

Theoretical bases and methodical approaches are presented concerning the evaluation of growth and productivity of mountain silver fir forest stands of the Ukrainian Carpathians taking into account exposition-oro-graphic descriptions of places of their location and types of forests site conditions. As a result of researches the features of growth taking of mountain silver fir forest stands into account exposition-oro-graphic descriptions of places of their location are analyzed, the proper tendencies and conformities to the law are set. On the basis of mathematic and statistic analysis, dividing of probed forest stands is carried out by exposition-oro-graphic groups in the types of forest site conditions of C₂-C₃ and D₂-D₃; their graphic interpretation is presented.

Key words: mountain silver fir forest stands, exposition-oro-graphic groups, productivity, mathematic and statistic analysis.

УДК 630*53

Докторант А.М. Білоус¹, канд. с.-г. наук –
НУ біоресурсів і природокористування України, м. Київ

СТРУКТУРА ДЕПОНОВАНОГО ВУГЛЕЦЮ ВІЛЬХОВИХ ЛІСІВ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ

Представлено результати дослідження депонованого вуглецю в компонентах фітомаси і мортмаси вільхових насаджень Українського Полісся. Розроблено математичні моделі фітомаси стовбурів у корі, гілок у корі, підліску і підросту, живого надґрунтового покриву та мортмаси сухостою, деревної ламані, опадів грубих гілок і підстилки. Встановлено особливості структури депонованого вуглецю надземної рослинної біомаси вільхових насаджень. У молодняках *Alnus glutinosa* Gaerth. 81 % депонованого вуглецю міститься у фітомасі та 19 % – у мортмасі насаджень. У стиглих вільхових насадженнях частка депонованого вуглецю в компонентах фітомаси зростає до 88 %.

Ключові слова: вуглець, вільха (*Alnus glutinosa* Gaerth.), фітомаса, мортмаса, стовбур, гілки, листя, підлісок, живий надґрунтовий покрив, сухостій, деревна ламань, підстилка.

Вступ. Пом'якшення наслідків глобальних змін клімату та прогнозування стану біосфери вимагає реалізації системи інвентаризації парникових газів, зокрема вуглецю. Експериментальна оцінка депонованого вуглецю та дослідження особливостей його динаміки в екосистемах дає змогу сформувати первинну довідково-інформаційну базу для визначення бюджету вуглецю та зменшити невизначеність експертних оцінок обсягів поглинання та емісії вуглекислого газу. Різноманіття лісових формацій, передусім за продуктивністю, зумовлює необхідність здійснення масштабної та надзвичайно трудомісткої дослідної роботи для розроблення нормативно-інформаційного забезпечення оцінювання депонованого вуглецю насадженнями основних лісотвірних порід України.

Встановлення обсягу депонованого вуглецю в компонентах фітомаси і мортмаси вільхових насаджень має ключове значення для інвентаризації поглинутого вуглецю з атмосфери лісовими фітоценозами у контексті виконання міжнародних домовленостей щодо змін клімату. У середньому в фітомасі рос-

¹ Наук. консультант: проф. П.І. Лакида, д-р с.-г. наук