

щі [6]. Для визначення цих частот проводили експеримент на зразках деревностружкової плити з розмірами 300×50×18 мм. [4] Досліджували діапазон частот від 25 кГц до 1 МГц у головних напрямках осей матеріалу (рис. 1).

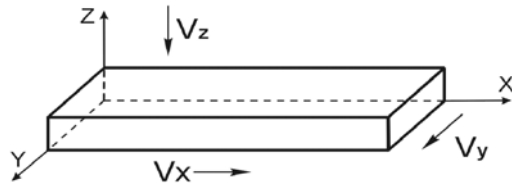


Рис. 1. Головні напрямки осей матеріалу, що досліджується

На рис. 2 наведено величини швидкості поширення переднього фронту поздовжньої хвилі в площині (V_x і V_y) і по товщині (V_z) з використанням ультразвукових перетворювачів з частотами 25, 40, 60, 100, 200, 400, 600 і 1000 кГц. Ці величини зростали зі збільшенням частоти акустичних перетворювачів. На частотах вище 60 кГц величини швидкостей в усіх напрямках осей не змінюються, тобто відповідають умовам поширення поздовжніх пружних хвиль у безмежному середовищі і, значить, забезпечують необхідну точність вимірювань.

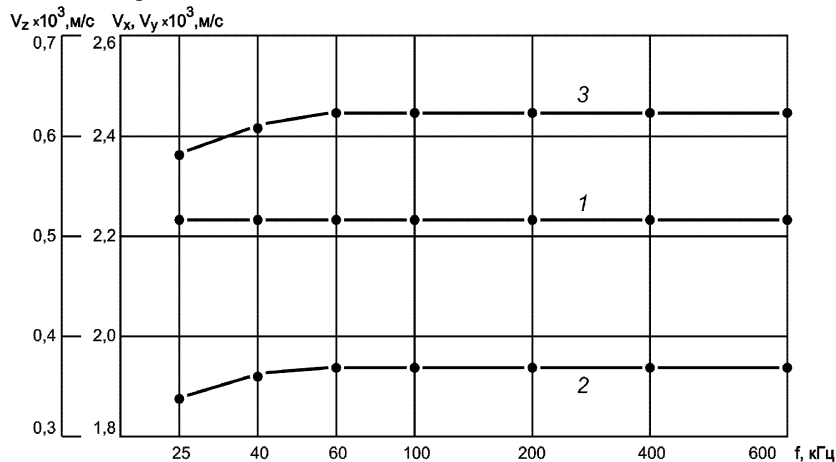


Рис. 2. Зв'язок швидкості поширення переднього фронту пружної поздовжньої хвилі в пресованому матеріалі з частотою УЗК, у напрямках: 1) по довжині (V_x); 2) по ширині (V_y); 3) по товщині зразка (V_z).

Висновок. Таким чином, дослідження акустичних характеристик пористих анізотропних деревинних матеріалів можна проводити за допомогою ультразвукового методу проникаючого випромінювання. Основні переваги цього методу – універсальність і низькозатратність. Основні вимірювані величини – швидкість і затухання амплітуди звукового сигналу. Мінімальна частота ультразвукових перетворювачів – 60 кГц. Недоцільно використовувати вищі частоти перетворювачів. Хоча за високих частот ультразвуку можна розраховувати на більшу точність вимірювань, однак у разі підвищення час-

тоти спостерігається значний ріст затухання ультразвукового сигналу в пористому композиційному матеріалі, зростають вимоги до ступеня оброблення поверхонь об'єкта, що контролюється та умов акустичного контакту.

Література

1. Голубов И.А. Методы неразрушающего контроля древесных плит / И.А. Голубов. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1982. – 152 с.
2. Боголепов И.И. Промышленная звукоизоляция: теория, исследование, проектирование, изготовление, контроль / И.И. Боголепов. – Л. : Изд-во "Судостроение", 1986. – 367 с.
3. Клюев В.В. Неразрушающий контроль / В.В. Клюев. – Т. 3. Ультразвуковой контроль. – М. : Изд-во "Машиностроение", 2004. – 864 с.
4. Купчик Р.М. Формування виробів з деревинно-клеювої композиції із заданими акустичними характеристиками : дисс... канд. техн. наук / Р.М. Купчик. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ, 1996. – 147 с.
5. Колесников А.Е. Ультразвуковые измерения / А.Е. Колесников. – М. : Изд-во стандартов, 1982. – 240 с.
6. Ерыхов Б.П. Неразрушающие методы исследования целлюлозно-бумажных и древесных материалов / Б.П. Ерыхов. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1988. – 228 с.

Купчик Р.М. Исследование акустических свойств древесных материалов

Обосновано использование ультразвукового метода проникающего излучения для исследования акустических свойств древесных материалов. Рассмотрена суть этого метода и исследованы его основные технические параметры. Определены показатели, подлежащие измерению.

Ключевые слова: древесные материалы, акустические свойства, звукоизоляция, звукопоглощение, ультразвуковой метод.

Kupchyk R.M. Research of acoustic properties of wood materials

Using the ultrasonic method of penetrating radiation for studying the acoustic properties of woody materials is substantiated. The essence of this method is considered and its main technical parameters are examined. Defined indicators to be measured.

Keywords: woody materials, acoustic properties, sound proofing, sound absorption, ultrasonic method.

УДК 630*[811+812]

Доц. І.М. Сопушинський, канд. с.-г. наук –
НЛТУ України, м. Львів

АНИЗОТРОПІЯ ХВИЛЯСТО-ЗАВИЛЬКУВАТОЇ ДЕРЕВИНИ ЯСЕНА ЗВИЧАЙНОГО (*FRAXINUS EXCELSIOR* L.)

Досліджено щільність деревини ясену звичайного із прямоволокнустою та хвилясто-завилькуватою текстурою в абсолютно сухому, базисному та мокрому станах. Визначено особливості лінійного усихання та розбухання, кількість річних кілець в 1 см та середню ширину річного кільця хвилясто-завилькуватої деревини. Встановлено лінійні залежності показників усихання та розбухання деревини від структурного напрямку деревного волокна. Вивчено вплив кута нахилу деревного волокна на анізотропію деревини.

Ключові слова: ясен, анізотропія, фізичні властивості, декоративна деревина.

Вступ. Ясен звичайний за деревинознавчою класифікацією (*Fraxinus excelsior* L.) належить до класу кільцесудинних деревних порід із факультативним ядроутворенням [9, 10]. Ядро від світлих до темних відтінків утво-

рюється у віці 40 (60-80) років. Виявлено 95 декоративних форм ясена за фенотипом, які поділяють за формою листків, забарвленням листків і пагонів, за формою крони та характером росту тощо [1, 10].

За текстурою деревини виділяють стовбури ясена із прямоволоконистою та хвилясто-завилькуватою деревиною [4, 7, 11]. Декоративність деревини хвилясто-завилькуватої форми характеризується хвилями деревного волокна на тангентальному та радіальному зрізах. Така деревина є цінною сировиною для виготовлення декоративного струганого шпону, коштовних виробів із деревини, меблів тощо. Декоративна деревина аномалій є також інформаційним джерелом адаптації деревної рослини до довкілля [7, 9, 11].

Питання анізотропії деревини традиційно перебуває у центрі уваги деревознавців, а вивчення особливостей приросту деревини в дерев з аномальним ростом має важливе значення у контексті не тільки її властивостей, але й формування унікальної текстури. На сьогодні властивості хвилясто-завилькуватої деревини ясена звичайного досліджено недостатньо [4, 7, 9, 11].

Метою роботи є дослідження анізотропії властивостей прямоволоконистої та хвилясто-завилькуватої деревини ясена звичайного, а саме: показників макроструктури, щільності, усихання та розбухання.

Об'єкт та методика дослідження. Для дослідження анізотропії властивостей прямоволоконистої та хвилясто-завилькуватої деревини ясена звичайного закладено пробну площу 0,5 га в ясеневому деревостані свіжої грабової діброви свіжого помірного теплого клімату району дніпровських грабових дібров подільського та правобережного секторів (ДП "Вінницьке лісове господарство", Вороновицьке лісництво, квартал 4, виділ 5.2, склад насадження – 6Бк2Яц1Ял1Яв, вік – 92 роки, бонітет – I та повнота – 0,70) [2, 5]. На пробній площі відібрано шість модельних дерев, з яких на висоті 1,3 м вирізали кряжі 0,5 м довжиною. Взірці виготовляли із стиглої деревини. Лінійне усихання та розбухання, базисну щільність (ρ_b), щільність в абсолютно сухому (ρ_0) та мокрому (ρ_w) станах визначали на стандартних взірцях розміром 20×20×30 мм³ [8]. Для вивчення особливостей анізотропії усихання та розбухання деревини ясена випиляні зразки поділили на три групи з нахилом деревного волокна: а) 0°...9°; б) 10°...25°; в) 26°...45° [3]. Середню ширину річного кільця ($S_{рiчн.кiл.}$) та кількість річних кілець в одному сантиметрі ($N_{рiчн.кiл.}$) вивчали на перпендикулярно діаметральних лініях поперечного зрізу стовбура.

Для статистичного аналізу результатів дослідження включили кількість проведених вимірювань (N), мінімальне значення (min), середнє арифметичне значення та його помилка ($M^{\pm m}$), максимальне значення (max), коефіцієнт варіації (V) та показник точності (P). Точність визначення середнього значення прийняли 5 % за достовірної ймовірності 0,95 [8].

Результати експериментальних досліджень. Величина анізотропії деревини має важливе значення під час удосконалення режимів сушіння, виготовлення столярних виробів та меблів із деревини [7, 8, 11]. Результати дослідження зміни щільності прямоволоконистої та хвилясто-завилькуватої деревини ясена звичайного, що розкривають особливості формування її структури і дають змогу змодельовати основні фізичні властивості деревини,

наведено в табл. 1. Внаслідок проведених наукових спостережень встановлено закономірне утворення двох рядів великих судин у ранній деревині річного приросту ясена звичайного [9-11]. Показники макроструктури (табл. 1) свідчать про збільшення ширини річного кільця у хвилясто-завилькуватій деревині ясена на 23-27 %.

Варіація щільності деревини тристадійного відбору взірців знаходиться в межах від 0,9 до 7,1 %, що свідчить про статистичну достовірність результатів дослідження [8]. Як видно з табл. 1, щільність деревини збільшується за умови збільшення кута нахилу деревного волокна, так базисна щільність при куті нахилу 0-9° становить 457 кг·м⁻³, а при куті нахилу 26-45° – 545 кг·м⁻³.

Табл. 1. Статистична характеристика показників макроструктури та щільності деревини ясена

Показник	Деревина за кутом нахилу волокна	N, шт.	min	$M^{\pm m}$	max	V, %	P, %
Макроструктура деревини							
$N_{рiчн.кiл.}$, шт./см	хвилясто-завилькувата	49	2,5	4,0 ^{±0,10}	5,5	18,4	2,6
	0...9°	36	4,0	5,5 ^{±0,16}	7,0	17,8	3,0
	10...25°	14	4,5	5,2 ^{±0,16}	7,0	11,7	3,1
	26...45°	21	4,0	5,3 ^{±0,16}	6,5	13,6	3,0
$S_{рiчн.кiл.}$, мм	хвилясто-завилькувата	49	3,5	5,1 ^{±0,17}	8,2	23,2	3,3
	0...9°	36	2,8	3,8 ^{±0,11}	5,1	17,9	3,0
	10...25°	14	2,9	3,9 ^{±0,10}	4,3	9,2	2,5
	26...45°	21	3,0	3,8 ^{±0,11}	4,8	13,2	2,9
Щільність, кг·м ⁻³							
ρ_0	хвилясто-завилькувата	49	634	675 ^{±3,18}	745	3,3	0,5
	0...9°	107	525	593 ^{±3,43}	671	6,0	0,6
	10...25°	28	557	640 ^{±3,68}	675	4,7	0,9
	26...45°	42	635	659 ^{±1,57}	681	1,5	0,2
ρ_b	хвилясто-завилькувата	49	555	581 ^{±3,03}	635	6,1	0,9
	0...9°	71	457	511 ^{±4,29}	575	7,1	0,8
	10...25°	14	477	550 ^{±7,36}	583	5,0	1,3
	26...45°	21	545	567 ^{±3,20}	585	4,2	0,9
ρ_w	хвилясто-завилькувата	49	891	954 ^{±3,03}	1031	3,7	0,5
	W, %	30	58	61 ^{±0,41}	66	3,6	0,7
	0...9°	71	810	899 ^{±3,38}	971	3,2	0,4
	W, %	36	65	72 ^{±0,65}	79	5,4	0,9
	10...25°	14	858	924 ^{±9,26}	980	3,7	1,0
	W, %	14	62	67 ^{±1,10}	78	6,2	1,6
	26...45°	21	877	925 ^{±1,91}	969	0,9	0,2
	W, %	21	54	62 ^{±0,80}	68	5,9	1,3

Зміну щільності деревини пояснюють особливістю формування середнього шару клітинної стінки, а саме величини кута нахилу мікрофібрил, що потребує проведення додаткових експериментальних досліджень. Найбільша базисна щільність характерна для деревини ясена із хвилясто-завилькуватою структурою, що пояснюють збільшенням ширини річного кільця і відповідно пізньої деревини. Так, щільність хвилясто-завилькуватої дере-

вини ясена на $82 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ в абсолютно сухому стані та $70 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ у базисному стані більша, ніж у прямоволокнутої деревини.

Дослідження усихання та розбухання деревини з різним нахилом волокон розкриває причини виникнення внутрішніх напружень у деревині, які пов'язані із затриманою часткою деформації [7, 11]. Статистичну характеристику показників усихання та розбухання прямоволокнутої та хвилясто-завилькуватої деревини ясена звичайного подано в табл. 2.

Табл. 2. Статистична характеристика показників усихання та розбухання деревини ясена

Показник	Деревина за кутом нахилу волокна	N, шт.	min	$M^{\pm m}$	max	V, %	P, %
Усихання, %							
β_t	хвилясто-завилькувата	49	7,4	$9,1^{\pm 0,09}$	9,9	6,8	1,0
	0...9°	71	8,1	$8,7^{\pm 0,03}$	9,1	3,3	0,4
	10...25°	14	7,3	$8,2^{\pm 0,11}$	8,7	4,8	1,3
	26...45°	21	6,1	$7,1^{\pm 0,10}$	7,7	6,4	1,4
β_r	хвилясто-завилькувата	49	3,9	$4,8^{\pm 0,06}$	5,8	8,7	1,2
	0...9°	71	3,9	$4,5^{\pm 0,05}$	5,5	9,0	1,1
	10...25°	14	4,4	$5,6^{\pm 0,17}$	6,5	11,1	3,0
	26...45°	21	6,0	$6,8^{\pm 0,08}$	7,4	5,2	1,1
β_l	хвилясто-завилькувата	49	0,4	$0,7^{\pm 0,04}$	1,5	37,8	5,4
	0...9°	71	0,1	$0,5^{\pm 0,02}$	0,9	39,7	4,7
	10...25°	14	0,2	$0,4^{\pm 0,05}$	0,7	41,4	11,1
	26...45°	21	0,1	$0,4^{\pm 0,04}$	0,8	44,8	9,8
β_V	хвилясто-завилькувата	49	12,1	$14,0^{\pm 0,10}$	14,9	5,1	0,7
	0...9°	71	12,1	$13,2^{\pm 0,06}$	14,5	3,8	0,5
	10...25°	14	12,2	$13,8^{\pm 0,21}$	14,4	5,7	1,5
	26...45°	21	12,4	$13,7^{\pm 0,13}$	14,6	4,2	0,9
Розбухання, %							
α_t	хвилясто-завилькувата	49	8,0	$10,0^{\pm 0,11}$	11,0	7,4	1,1
	0...9°	71	8,7	$9,5^{\pm 0,04}$	10,1	3,7	0,4
	10...25°	14	7,8	$9,0^{\pm 0,12}$	9,6	5,1	1,4
	26...45°	21	6,5	$7,5^{\pm 0,11}$	8,3	6,4	1,4
α_r	хвилясто-завилькувата	49	4,1	$5,0^{\pm 0,07}$	6,1	9,1	1,3
	0...9°	71	4,2	$4,8^{\pm 0,05}$	5,8	8,9	1,1
	10...25°	14	4,8	$6,0^{\pm 0,17}$	6,8	10,6	2,8
	26...45°	21	6,4	$7,4^{\pm 0,11}$	8,4	6,8	1,5
α_l	хвилясто-завилькувата	49	0,4	$0,7^{\pm 0,04}$	1,5	38,1	5,4
	0...9°	71	0,1	$0,5^{\pm 0,03}$	0,9	45,1	5,4
	10...25°	14	0,2	$0,5^{\pm 0,07}$	0,9	56,9	15,2
	26...45°	21	0,1	$0,4^{\pm 0,04}$	0,8	45,0	9,8
α_V	хвилясто-завилькувата	49	13,7	$16,3^{\pm 0,14}$	17,6	5,9	0,8
	0...9°	71	13,7	$15,3^{\pm 0,08}$	16,9	4,3	0,5
	10...25°	14	14,1	$16,0^{\pm 0,25}$	16,8	5,8	1,6
	26...45°	21	14,2	$15,9^{\pm 0,17}$	17,2	4,9	1,1

Як видно з табл. 2, середні значення усихання та розбухання є найбільшими для хвилясто-завилькуватої деревини ясена. Так, показники усихання хвилясто-завилькуватої деревини більші, ніж у прямоволокнутої, у

тангентальному напрямку на 0,3 %, радіальному – 0,4 % та за об'ємом – 0,8 %. За відносної точності вибіркового середнього 5 % коефіцієнт варіації для об'ємного усихання та розбухання коливається від 3,8 до 5,9 % і є меншим від допустимого 16 % [8].

Результати дослідження показників лінійного усихання та розбухання деревини залежно від кута нахилу деревного волокна можна подати у вигляді регресійних залежностей, що дасть змогу врахувати анізотропію деревини у технологічних процесах її оброблення (рис. 1, 2).

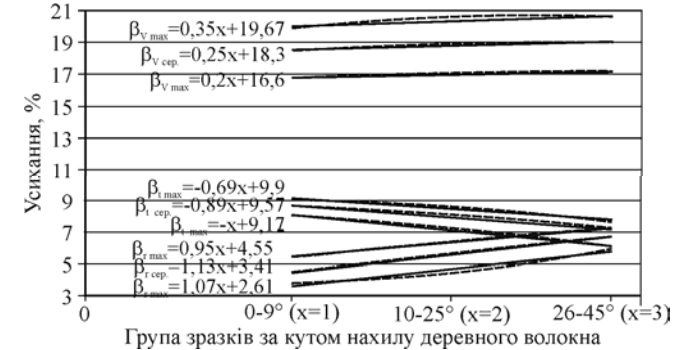


Рис. 1. Вплив кута нахилу деревного волокна на анізотропію усихання деревини ясена

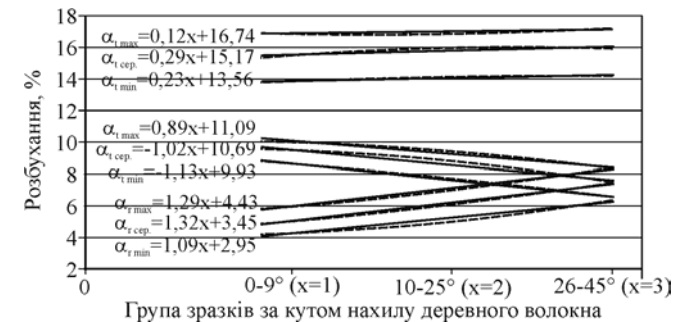


Рис. 2. Вплив кута нахилу деревного волокна на анізотропію розбухання деревини ясена

Прямолінійні залежності між кутом нахилу волокна та показниками лінійного усихання та розбухання у радіальному та тангентальному напрямках (рис 1, 2) встановлено за коефіцієнта детермінації $0,93 < R^2 < 0,99$ (дуже високий). Водночас зміна об'ємного усихання коливається в межах одного відсотка, що пояснюють затриманою деформацією зразків із різним нахилом деревного волокна відносно до осі стовбура.

Висновки. Результати дослідження дають змогу зробити такі висновки: а) ширина річного кільця у хвилясто-завилькуватій деревині ясена на 23-27 % більша, ніж у прямоволокнутої деревини; б) щільність хвилясто-завилькуватої деревини ясена більша на $82 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ в абсолютно сухому стані та $70 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ у базисному стані, ніж у прямоволокнутої деревини; в) показники

усихання хвилясто-завилькуватої деревини більші, ніж у прямоволокнустої, в тангентальному напрямку на 0,3 %, радіальному – на 0,4 % та за об'ємом – на 0,8 %; г) між кутом нахилу деревного волокна та анізотропією усихання і розбухання існують прямолінійні залежності.

Література

1. Баюра О.М. Ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.) та його форми: біоекологія, розмноження і використання в правобережному лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.03.01 "Лісові культури і фітомеліорація" / О.М. Баюра. – К., 2012. – 22 с.
2. Остапенко Б.Ф. Лісова типологія / Б.Ф. Остапенко, В.П. Ткач. – Харків : Вид-во ХДАУ, 2002. – 204 с.
3. Сопушинський І.М. Методичні аспекти структуроутворення декоративної деревини / І.М. Сопушинський // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.10. – С. 41-46.
4. Сопушинський І.М. Біоекологічні та біометричні особливості ясеня звичайного (*Fraxinus excelsior* L.) із завилькуватою деревиною / І.М. Сопушинський // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.8. – С. 13-19.
5. Тахтаджян А.Л. Система і філогенія цветкових растений / А.Л. Тахтаджян. – М. : Л. : Изд-во "Наука", 1966. – 610 с.
6. Гордієнко М.І. Ясени в Україні / М.І. Гордієнко, А.Ф. Гойчук, Н.М. Гордієнко та ін. / за ред. М.І. Гордієнко. – К. : Вид-во "Сільгоспосвіта", 1996. – 392 с.
7. Knigge K. Methodische Untersuchungen über die Möglichkeit der Drehwuchsfeststellung in verschiedenen Alterszonen von Laubhölzern / W. Knigge, H. Schulz // Holz als Roh und Werkstoff. – Heidelberg : Springer-Verlag. – 1959. – Heft 9. – S. 341-351.
8. Normen für Holz: DIN-Taschenbuch 31. – [8^{te} Aufl.]. – Berlin : Beuth Verlag GmbH, 2009. – 604 S.
9. Pliūra A. Common ash (*Fraxinus excelsior* L.): Technical guidelines for genetic conservation and use / A. Pliūra, M. Heuertz. – Rome : EUFORGEN, 2003. – 6 p.
10. Wallander E. Systematics of *Fraxinus* (Oleaceae) and evolution of dioecy / E. Wallander // Plant Syst. Evol. Springer. – 2008. – Vol. 273. – Pp. 25-49.
11. Wobst J. Variabilität der Faserneigung im Holz der Esche (*Fraxinus excelsior* L.) und Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franko) / J. Wobst, J.V. Oliver-Villanueva, R. Doebel // Holz als Roh- und Werkstoff. – 1994. – 52. – S. 342-346.

Сопушинський І.Н. Анізотропія свилегатої деревини ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.)

Исследована щільність деревини ясеня с прямоволокнустою і свилегатою текстурою в абсолютно сухом, базисном і мокром состояниях. Определены особенности линейной усушки и разбухания, количество годичных колец в 1 см и средняя ширина годичного кольца свилегатої деревини. Установлены линейные зависимости показателей усушки и разбухания деревини от структурного направления древесного волокна. Изучено влияние угла наклона древесного волокна на анізотропію деревини.

Ключевые слова: ясеня, анізотропія, фізическіє свойства, декоративная деревина.

Sopushynskyy I.M. Anisotropy of wave-grained wood of European ash (*Fraxinus excelsior* L.)

In the paper the oven-dry, basic and green density of ash wood with a straight- and wave-grained texture are studied. Peculiarities of the linear shrinkage and swelling, the number of annual rings in 1 cm and an average width of annual ring of wave-grained wood of Common ash were carried out. Linear correlations between the slope of wood grain and characteristics of shrinkage and swelling were determined. The effect of fiber angle on the anisotropy of wood was studied.

Keywords: European ash, anisotropy, physical properties, decorative wood.

4. ЕКОНОМІКА, ПЛАНУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ В ГАЛУЗЯХ

УДК 338.246.2(477)

Проф. Г.І. Башнянин¹, д-р екон. наук;

доц. О.М. Свінцов², д-р екон. наук; ст. викл. Н.Я. Скірка², канд. екон. наук;

доц. П.П. Гаврилко³, канд. екон. наук; ст. викл. М.Л. Потинський⁴, канд. екон. наук

ЕФЕКТИВНІСТЬ СТРУКТУРНИХ ЗРУШЕНЬ В НАЦІОНАЛЬНІЙ ЕКОНОМІЦІ УКРАЇНИ

Досліджено особливості структурних зрушень в економіці країни. Проведено статистичний аналіз валового випуску української економіки. Визначено основні напрями структурних змін, які необхідні для досягнення економічного зростання країни.

Ключові слова: структурні пропорції, структурні трансформації, валовий випуск, національна економіка.

Постановка проблеми. Сучасна національна економіка України є складною системою, яка характеризується сукупністю якісно визначених макроекономічних елементів або підсистем, які формують структурну модель національної економіки. Впродовж останніх років у країні відбуваються структурні зрушення, спрямовані на оптимізацію основних економічних пропорцій та формування оптимальної моделі національної економічної системи. Структурні зрушення або структурна перебудова в економіці передбачає такі структурні зміни, які обумовлюють якісне перетворення характеристик економічної системи, що відображені в кількісних показниках. Структурні економічні зміни повинні забезпечувати зростання економічного потенціалу країни, формування сучасної соціально орієнтованої економічної системи та зростання її міжнародної конкурентоспроможності.

Різні аспекти структурних перетворень в національній економіці досліджено в роботах видатних зарубіжних та вітчизняних науковців. Серед основних дослідників у цій сфері можна зазначити О.М. Бойка [1], Т.М. Бурбелу, М.О. Дуду [2], С.Ю. Глазьева [3], М.О. Кобзистого [5], О.В. Коломийцеву [6], О.Ю. Красильникова [7], В.І. Крючкову [8], І. Лукінова [10], К.В. Савченка [13], Т.П. Шинкоренко [14] й ін. Проте проблема структурних трансформацій економічного розвитку країни в напрямі забезпечення оптимальності й ефективності функціонування економіки потребує подальшого дослідження та вирішення конкретних проблематичних завдань.

Методика дослідження. Метою наукової роботи є дослідження закономірностей та аналіз ефективності структурних зрушень в національній економіці.

¹ Львівська КА;

² Дрогобицький державний педагогічний університет ім. Івана Франка;

³ Ужгородський навчальний центр Київського національного торговельно-економічного університету

⁴ Тернопільський національний економічний університет