

Atamanyuk V.V. Modeling of the Scattering Fields of Distributed Radio-location Objects and Scenes

The analysis of methods for characterizing the scattering of complex radar objects is done. A mathematical model of the radiolocation signals from multispectral target-background scene that defined as a polygonal model is considered. The approach, based on investigation of the field scattered by complex object on the surface of receiving aperture as a function of carrying frequency of probing signal and fragments of the formatting surface coordinates is proposed. Scattering characteristics of complex objects having practical Importance are obtained by modelling.

Keywords: complex radiolocation object, scattering of electromagnetic waves, polygonal model, characteristics of scattering objects.

УДК 674.[09+093]

Проф. Ю.І. Грицюк, д-р техн. наук – НУ "Львівська політехніка"; доц. С.І. Коширець, канд. техн. наук – НЛТУ України, м. Львів

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РОЗМІРНО-ЯКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОЛОД ХВОЙНИХ ПОРІД НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИХОДУ РАДІАЛЬНИХ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ

Проведено двофакторний дисперсійний аналіз ефективності виходу радіальних пиломатеріалів під час розкрявання колод хвойних порід розвальню-сегментним та розвальню-сегментно-кутовим способом для різних розмірних груп діаметрів колод за різних коефіцієнтів еліптичності поперечного перерізу колоди. При цьому враховано ще й такі фактори, як кривизна та довжина колоди. Результати проведеного дослідження свідчать про те, що із збільшенням розмірної групи діаметрів колод змінюється еліптичності поперечного перерізу дедалі більше впливає на вихід радіальних пиломатеріалів у бік збільшення для розвальню-сегментно-кутового способу. Щодо розвальню-сегментного способу розкряю, то ефект досліджуваних факторів має зворотний характер.

Ключові слова: двофакторний дисперсійний аналіз, якісний фактор, способи розкряю колод на пиломатеріали, еліптичність поперечного перерізу колоди, ефективність виходу радіальних пиломатеріалів.

У попередній нашій роботі [1] обґрунтовано актуальність цієї тематики досліджень та з'ясовано, що на зміну значень ефективності виходу радіальних пиломатеріалів кожен з якісних факторів впливає не поодинокі, а у сукупності разом. Це означає, що для більш змістовної постановки самої задачі та значно конструктивнішого аналізу її фізичного змісту доцільно використовувати не одні, а хоча б двофакторний дисперсійний аналіз. Тому спробуємо дослідити зміну значень ефективності виходу радіальних пиломатеріалів залежно від еліптичності поперечного перерізу колод та їх розмірної групи діаметрів для розвальню-сегментного та розвальню-сегментно-кутового способу розкряю. Якісним фактором *A* тут є еліптичність поперечного перерізу колоди (k^e), а якісним фактором *B* – розмірна група діаметрів колод. Кількість рівнів варіювання кожного фактора дорівнює $m = k = 4$. Загальна кількість проведених спостережень становила $N = m \cdot k \cdot n = 160$. Як відгуки спостережень кожного з дослідів експерименту приймемо кількісний показник – ефективність виходу радіальних пиломатеріалів, значення якого визначається відношенням об'єму отриманих радіальних пиломатеріалів до об'єму розкряної колоди [3], записують у відсотках.

Табл. 1. Результати статистичного оброблення експериментальних даних – ефективності виходу радіальних пиломатеріалів при розвальню-сегментному способі розкряю

№ колоди	Розрахункові групи діаметрів колод, см				36 ⁻¹ ...40 ⁻¹ , см				42 ⁻¹ ...46 ⁻¹ , см							
	24 ⁻¹ ...28 ⁻¹ , см		30 ⁻¹ ...34 ⁻¹ , см		Діапазон еліптичності поперечного перерізу колоди		36 ⁻¹ ...40 ⁻¹ , см		42 ⁻¹ ...46 ⁻¹ , см		42 ⁻¹ ...46 ⁻¹ , см					
	0,90... 0,95	1,00... 1,05	1,05... 1,10	1,00... 1,05	0,90... 0,95	1,00... 1,05	0,90... 0,95	1,00... 1,05	0,90... 0,95	1,00... 1,05	0,90... 0,95	1,00... 1,05				
Результати числового експерименту – ефективність процесу розкряю колод на радіальні пиломатеріали, %																
1	47,40	45,15	43,09	43,56	50,30	48,97	47,19	44,81	49,86	49,40	47,43	46,68	49,19	47,02	44,87	42,71
2	45,51	45,33	44,48	43,15	49,23	47,96	47,94	45,24	51,11	48,35	47,06	45,10	49,25	46,43	46,30	44,09
3	47,68	45,10	43,39	43,66	50,29	48,36	47,01	43,97	51,10	49,84	48,80	46,23	50,39	47,99	47,00	43,43
4	47,80	44,71	44,46	42,54	49,66	48,48	46,43	46,09	51,67	49,60	47,89	47,14	46,79	47,90	44,88	43,61
5	47,40	46,03	43,35	42,48	48,49	48,45	46,17	46,01	48,92	50,22	47,49	44,94	47,74	47,33	44,47	42,87
6	45,27	45,18	44,38	42,00	49,21	47,70	47,22	45,75	49,45	49,34	48,19	45,58	50,05	45,80	45,87	45,75
7	47,08	45,52	44,30	41,84	48,47	49,28	47,39	45,74	50,62	47,97	48,97	46,10	47,90	45,68	44,54	44,07
8	45,57	45,97	43,95	42,93	50,25	49,45	46,22	44,02	49,22	48,17	47,32	46,02	47,01	48,14	46,26	44,92
9	46,28	44,59	43,50	43,52	48,31	48,83	47,41	46,39	50,82	48,51	48,69	45,50	50,10	46,99	46,24	43,05
10	47,77	46,31	44,49	42,77	50,63	48,51	47,77	44,97	51,34	49,04	48,38	46,69	49,99	47,58	46,71	43,47
Показники статистичного оброблення експериментальних даних																
min	45,27	44,59	43,09	41,84	48,31	47,70	46,17	43,97	48,92	47,97	47,06	44,94	46,79	45,68	44,47	42,71
max	47,80	46,31	44,49	43,66	50,63	49,45	47,94	46,39	51,67	50,22	48,97	47,14	50,39	48,14	47,00	45,75
r	2,53	1,72	1,40	1,82	2,31	1,75	1,77	2,41	2,75	2,26	1,91	2,20	3,60	2,46	2,53	3,03
K	46,78	45,39	43,94	42,84	49,48	48,60	47,08	45,30	50,41	49,04	48,02	46,00	48,84	47,08	45,71	43,80
D _e	1,03	1,03	0,32	0,41	0,75	0,30	0,38	0,72	0,94	0,58	0,46	0,52	1,86	0,77	0,88	0,90
σ _e	1,02	0,57	0,55	0,64	0,87	0,55	0,62	0,85	0,97	0,76	0,68	0,72	1,36	0,88	0,94	0,95
V _e	2,17%	1,25%	1,26%	1,50%	1,75%	1,12%	1,32%	1,87%	1,93%	1,56%	1,42%	1,56%	2,79%	1,87%	2,05%	2,17%
P _e	0,32	0,18	0,17	0,20	0,27	0,17	0,20	0,27	0,31	0,24	0,22	0,23	0,43	0,28	0,30	0,30
T _e	0,69%	0,40%	0,40%	0,47%	0,55%	0,36%	0,42%	0,59%	0,61%	0,49%	0,45%	0,49%	0,88%	0,59%	0,65%	0,69%
P _н	0,63	0,35	0,34	0,40	0,54	0,34	0,38	0,53	0,60	0,47	0,42	0,45	0,84	0,55	0,58	0,59

Примітка: Довжина колоди – 3,0 м. Кривизна осі колоди – 0...4 %. Рівень значущості – 0,05

Табл. 2. Значення відгуків спостережень у дослідях експерименту – ефективність процесу розкרוю колод на радіальні пиломатеріали для двофакторного дисперсійного аналізу

Рівень варіювання фактора <i>B</i>	Рівень варіювання фактора <i>A</i>				Разом
	$k^e = 0,90...0,95$	$k^e = 0,95...1,00$	$k^e = 1,00...1,05$	$k^e = 1,05...1,10$	
Колода діаметром 24...28 см	47,40	45,15	43,09	43,56	1789,48
	45,51	45,33	44,48	43,15	
	47,68	45,10	43,39	43,66	
	47,80	44,71	44,46	42,54	
	47,40	46,03	43,35	42,48	
	45,27	45,18	44,38	42,00	
	47,08	45,52	44,30	41,84	
	45,57	45,97	43,95	42,93	
Колода діаметром 30...34 см	46,28	44,59	43,50	43,52	1904,58
	47,77	46,31	44,49	42,77	
	50,30	48,97	47,19	44,81	
	49,23	47,96	47,94	45,24	
	50,29	48,36	47,01	43,97	
	49,66	48,48	46,43	46,09	
	48,49	48,45	46,17	46,01	
	49,21	47,70	47,22	45,75	
Колода діаметром 36...40 см	48,47	49,28	47,39	45,74	1934,71
	50,25	49,45	46,22	44,02	
	48,31	48,83	47,41	46,39	
	50,63	48,51	47,77	44,97	
	49,86	49,40	47,43	46,68	
	51,11	48,35	47,06	45,10	
	51,10	49,84	48,80	46,23	
	51,67	49,60	47,89	47,14	
Колода діаметром 42...46 см	48,92	50,22	47,49	44,94	1854,36
	49,45	49,34	48,19	45,58	
	50,62	47,97	48,97	46,10	
	49,22	48,17	47,32	46,02	
	50,82	48,51	48,69	45,50	
	51,34	49,04	48,38	46,69	
	49,19	47,02	44,87	42,71	
	49,25	46,43	46,30	44,09	
Разом	50,39	47,99	47,00	43,43	7483,14
	46,79	47,90	44,88	43,61	
	47,74	47,33	44,47	42,87	
	50,05	45,80	45,87	45,75	
	47,90	45,68	44,54	44,07	
	47,01	48,14	46,26	44,92	
	50,10	46,99	46,24	43,05	
	49,99	47,58	46,71	43,47	

У табл. 1 показано отримані результати двофакторного дисперсійного аналізу для різних розмірних груп діаметрів колод та їх еліптичності поперечного перерізу, виконані у середовищі Excel за методикою [2, с. 176]. Назви рівнів варіювання двох основних якісних факторів, результати отриманих спостережень у кожному з проведених дослідів і частково виконані розрахунки деяких зведених показників наведено у табл. 2.

Згідно з методикою двофакторного дисперсійного аналізу [2, с. 176], розрахунок основних показників виконаємо у припущенні, що справедлива лінійна модель (1) зі взаємодією рівнів варіювання якісних факторів.

$$\bar{Y} = \left\{ \bar{Y}_i = \left\{ \bar{Y}_{ij} = \left\{ y_{iju} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha_i \cdot \beta_j + \varepsilon_{iju}, u = \overline{1, n}, j = \overline{1, k}, i = \overline{1, m} \right\} \right\} \right\}, \quad (1)$$

де: y_{iju} – результат u -го спостереження, отриманого на j -му рівні варіювання фактора B та i -му рівні варіювання фактора A ; μ – адитивна постійна, т. зв. середнє вибіркове значення; α_i – ефект впливу фактора A на i -му рівні варіювання; β_j – ефект впливу фактора B на j -му рівні варіювання; $\alpha_i \cdot \beta_j$ – ефект впливу взаємодії факторів A і B відповідно на i -му та j -му рівнях їх варіювання; ε_{iju} – помилка u -го спостереження на j -му рівні варіювання фактора B та i -му рівні варіювання фактора A .

У табл. 3 наведено суми значень відгуків спостережень у дослідях експерименту табл. 2, а також підсумки за рівнями варіювання відповідно факторів A і B . У табл. 4 наведено квадрати сум значень відгуків спостережень у дослідях експерименту табл. 2, а також квадрати підсумків за рівнями варіювання відповідно факторів A і B .

Табл. 3. Суми значень відгуків спостережень у дослідях експерименту

Рівень варіювання фактора <i>B</i>	Рівень варіювання фактора <i>A</i>				Разом \bar{B}_j
	a_1	a_2	a_3	a_4	
b_1	467,76	453,89	439,39	428,44	1789,48
b_2	494,84	485,99	470,75	453,00	1904,58
b_3	504,11	490,44	480,21	459,95	1934,71
b_4	488,42	470,85	457,14	437,95	1854,36
Разом \hat{A}_i	1955,13	1901,17	1847,49	1779,35	7483,14

Табл. 4. Квадрати сум значень відгуків спостережень у дослідях експерименту

Рівень варіювання фактора <i>B</i>	Рівень варіювання фактора <i>A</i>				Разом \bar{B}_j
	a_1	a_2	a_3	a_4	
b_1	218799,14	206015,85	193067,84	183559,48	801442,31
b_2	244864,39	236188,77	221606,28	205210,36	907869,81
b_3	254129,64	240528,21	230600,91	211557,96	936816,72
b_4	238554,79	221697,86	208976,62	191803,28	861032,55
Разом \hat{A}_i	956347,96	904430,69	854251,65	792131,07	3507161,38

Згідно з методикою [2, с. 177] визначаємо відповідні F -відношення для кожного фактора і їх взаємодії:

$$F_{розрA} = 202,73; \quad F_{розрB} = 144,91; \quad F_{розрAB} = 0,996.$$

З табл. 2 [2, с. 224] для рівня значущості $q = 0,05$, відповідних кількостей ступенів свободи $f_A = m - 1 = 3$, $f_B = k - 1 = 3$ і $f_{ном} = m \cdot k \cdot (n - 1) = 144$ маємо $F_{табл} [0,05; 3; 144] = 2,6$, яке порівнюємо з отриманими значення $F_{розрA}$ і $F_{розрB}$. Оскільки $F_{розрA} \gg F_{табл}$, то робимо висновок про те, що ефект впливу якісного фактора A на зміну значень відгуків кожного з дослідів експерименту є значущим, тобто всі розглянуті в експерименті діапазони еліптичності поперечного перерізу колоди мають значний вплив на зміну значень ефективності виходу радіальних пиломатеріалів. Ефект впливу якісного фактора B – діаметрів колод різних розмірних груп також визнається значущим, оскільки $F_{розрB} \gg F_{табл}$. Ефект впливу взаємодії рівнів варіювання якісних факторів A і B визнається не значущим, бо $F_{розрAB} < F_{табл}$.

Згідно з методом найменших квадратів, обчислені оцінки невідомих параметрів $\bar{\Theta} = [\hat{\theta}_j, j = \overline{1, N}]$ лінійної моделі двофакторного дисперсійного аналізу (1), з урахуванням взаємодії рівнів варіювання якісних факторів, будуть мати числові значення, які наведено у табл. 5.

Табл. 5. Результати обчислення оцінок невідомих параметрів лінійної моделі двофакторного дисперсійного аналізу з урахуванням взаємодій рівнів варіювання якісних факторів

№ з/п	$\bar{Y}' = \bar{X}'^T \times \bar{Y}$	$\bar{\Theta} = \bar{G}^{-1} \times \bar{Y}$	№ з/п	\bar{Y}	$\bar{X}'^T \times \bar{\Theta} = \bar{Y}'$	$(\bar{Y} - \bar{Y}') / \bar{Y} \cdot 100$	
1	748,31	θ_1	44,866	1	46,78	46,776	0,006 %
2	195,51	θ_2	4,690	2	49,48	49,484	-0,003 %
3	190,12	θ_3	2,933	3	50,41	50,411	0,005 %
4	184,75	θ_4	1,562	4	48,84	48,842	-0,004 %
5	177,93	θ_5	-0,357	5	45,39	45,389	-0,005 %
6	178,95	θ_6	-1,308	6	48,60	48,599	0,001 %
7	190,46	θ_7	1,148	7	49,04	49,044	-0,005 %
8	193,47	θ_8	1,843	8	47,08	47,085	0,005 %
9	185,44	θ_9	-0,357	9	43,94	43,939	0,005 %
10	46,78	θ_{10}	-1,471	10	47,08	47,075	0,005 %
11	49,48	θ_{11}	-1,220	11	48,02	48,021	-0,005 %
12	50,41	θ_{12}	-0,988	12	45,71	45,714	0,003 %
13	48,84	θ_{13}	-0,357	13	42,84	42,844	0,004 %
14	45,39	θ_{14}	-1,101	14	45,30	45,300	0,003 %
15	48,60	θ_{15}	-0,347	15	46,00	45,995	0,000 %
16	49,04	θ_{16}	-0,598	16	43,80	43,795	0,001 %
17	47,08	θ_{17}	-0,357	-	-	-	-
18	43,94	θ_{18}	-1,180	-	-	-	-
19	47,08	θ_{19}	-0,501	-	-	-	-
20	48,02	θ_{20}	-0,250	-	-	-	-
21	45,71	θ_{21}	-0,357	-	-	-	-
22	42,84	θ_{22}	-0,357	-	-	-	-
23	45,30	θ_{23}	-0,357	-	-	-	-
24	46,00	θ_{24}	-0,357	-	-	-	-
25	43,80	θ_{25}	-0,357	-	-	-	-

У цій таблиці також наведено відносну похибку обчислень, що характеризує різницю між значеннями стовпця вільних членів СНР (\bar{Y}) і розрахованими значеннями цього ж стовпця (\bar{Y}'). Як бачимо, різниця між ними знаходиться у межах похибок обчислень.

Отже, з використанням отриманих значень оцінок невідомих параметрів $\bar{\Theta}$ лінійної моделі двофакторного дисперсійного аналізу (1), а також із врахуванням значень середніх квадратичних помилок для відгуків кожного з дослідів експерименту (у нашому випадку вони будуть однаковими – $0,266 \approx 0,27$), числові значення компонент моделі (1) для 4-х рівнів варіювання якісних факторів та їх взаємодій представлено у табл. 6.

Табл. 6. Числові значення компонент лінійної моделі двофакторного дисперсійного аналізу з урахуванням взаємодій рівнів варіювання якісних факторів

Відгук моделі	Складові компоненти моделі																									
	μ	a_1	a_2	a_3	a_4	b_1	b_2	b_3	b_4	$a_1 b_1$	$a_1 b_2$	$a_1 b_3$	$a_1 b_4$	$a_2 b_1$	$a_2 b_2$	$a_2 b_3$	$a_2 b_4$	$a_3 b_1$	$a_3 b_2$	$a_3 b_3$	$a_3 b_4$	$a_4 b_1$	$a_4 b_2$	$a_4 b_3$	$a_4 b_4$	
У11	44,87	4,69	-	-	-	-1,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
У12	44,87	4,69	-	-	-	1,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
У13	44,87	4,69	-	-	-	1,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
У14	44,87	4,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
У15	44,87	2,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
У21	44,87	2,93	-	-	-	1,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
У22	44,87	2,93	-	-	-	1,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
У23	44,87	2,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
У31	44,87	1,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
У32	44,87	1,56	-	-	-	1,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
У33	44,87	1,56	-	-	-	1,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
У41	44,87	1,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
У42	44,87	1,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
У43	44,87	1,56	-	-	-	1,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
У44	44,87	1,56	-	-	-	1,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Табл. 7. Числові значення компонент лінійної моделі двофакторного дисперсійного аналізу з урахуванням взаємодій рівнів варіювання якісних факторів

Відгук моделі	Складові компоненти моделі																									
	μ	a_1	a_2	a_3	a_4	b_1	b_2	b_3	b_4	$a_1 b_1$	$a_1 b_2$	$a_1 b_3$	$a_1 b_4$	$a_2 b_1$	$a_2 b_2$	$a_2 b_3$	$a_2 b_4$	$a_3 b_1$	$a_3 b_2$	$a_3 b_3$	$a_3 b_4$	$a_4 b_1$	$a_4 b_2$	$a_4 b_3$	$a_4 b_4$	
У11	49,70	-2,81	-	-	-	-4,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
У12	49,70	-2,81	-	-	-	-1,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
У13	49,70	-2,81	-	-	-	-0,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
У14	49,70	-2,81	-	-	-	0,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
У21	49,70	-2,22	-	-	-	-4,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
У22	49,70	-2,22	-	-	-	-1,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
У23	49,70	-2,22	-	-	-	-0,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
У31	49,70	-2,22	-	-	-	-4,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
У32	49,70	-2,22	-	-	-	-1,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
У33	49,70	-2,22	-	-	-	-0,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
У41	49,70	-2,22	-	-	-	-4,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
У42	49,70	-2,22	-	-	-	-1,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
У43	49,70	-2,22	-	-	-	-0,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
У44	49,70	-2,22	-	-	-	0,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Аналізуючи числові дані цієї таблиці, бачимо, що очікувані значення відгуків кожного з дослідів експерименту, тобто значення ефективності виходу радіальних пиломатеріалів складаються з т. зв. середнього вибіркового значення μ , зі значення ефекту α_i фактора A на i -му рівні його варіювання, зі значення ефекту β_j фактора B на j -му рівні його варіювання, а також зі значень їх відповідних взаємодій залежно від вагомості кожного з них.

Окрім цього, практично усі рівні варіювання якісних факторів і їх взаємодії мають як негативний, так і позитивний вплив на зміну значень очікуваних відгуків кожного з дослідів експерименту, що достовірно відображає фізичний зміст розглянутої задачі. На рис. (а) подано зміну значень ефективності виходу радіальних пиломатеріалів за розвальню-сегментного способу розкрою.

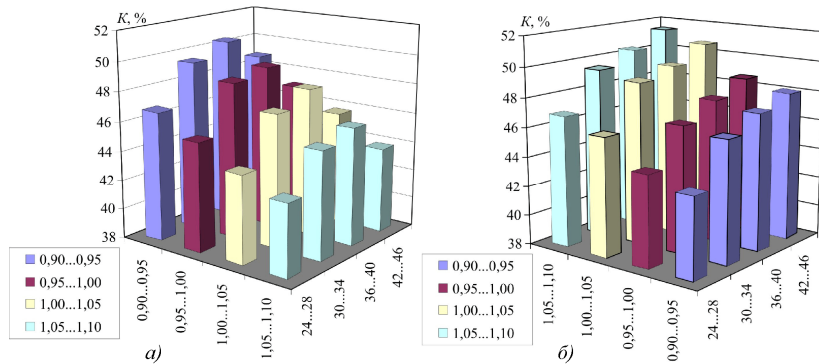


Рис. Зміна ефективності виходу радіальних пиломатеріалів залежно від еліптичності поперечного перерізу колод та їх розмірних груп діаметрів за: а) розвальню-сегментного та б) розвальню-сегментно-кутового способу розкрою

За такою ж методикою [2] досліджено вплив еліптичності поперечного перерізу колод та їх розмірних груп діаметрів на ефективність виходу радіальних пиломатеріалів, отриманих внаслідок розкрою колод розвальню-сегментно-кутовим способом. Числові значення компонент моделі (1) для 4-х рівнів варіювання якісних факторів та їх взаємодій подано у табл. 7.

Аналізуючи числові дані табл. 7, бачимо, що практично всі рівні варіювання якісних факторів і їх взаємодії мають як негативний, так і позитивний вплив на зміну значень очікуваних відгуків кожного з дослідів експерименту, що достовірно відображає фізичний зміст розглянутої задачі. На рис. (б) представлено зміну значень ефективності виходу радіальних пиломатеріалів за розвальню-сегментно-кутового способу розкрою колод.

Внаслідок виконаного дослідження, пов'язаного з виявленням впливу еліптичності поперечного перерізу колод та їх розмірних груп діаметрів на зміну значень ефективності виходу радіальних пиломатеріалів, з'ясовано такі основні аспекти цього питання.

1. На підставі статистичного оброблення значень відгуків спостережень кожного з дослідів експерименту встановлено, що за фіксованих значень еліптичності поперечного перерізу колод, залежно від різних їх розмірних груп діаметрів значення ефективності виходу радіальних пиломатеріалів змінюються у таких межах:

а) для розвальню-сегментного способу розкрою:

- при $k^e = 0,90 \dots 0,95$ – зростає з 46,78 до 50,41 і спадає до 48,84 %, тобто на 2,07 %;
- при $k^e = 0,95 \dots 1,00$ – зростає з 45,39 до 49,04 і спадає до 47,08 %, тобто на 1,70 %;
- при $k^e = 1,00 \dots 1,05$ – зростає з 43,94 до 48,02 і спадає до 45,71 %, тобто на 1,77 %;
- при $k^e = 1,05 \dots 1,10$ – зростає з 42,84 до 46,00 і спадає до 43,80 %, тобто на 0,95 %.

б) для розвальню-сегментно-кутового способу розкрою:

- при $k^e = 0,90 \dots 0,95$ – зростає з 43,38 до 48,05 на 4,67 %;
- при $k^e = 0,95 \dots 1,00$ – зростає з 44,15 до 48,64 на 4,49 %;
- при $k^e = 1,00 \dots 1,05$ – зростає з 46,01 до 50,72 на 4,71 %;
- при $k^e = 1,05 \dots 1,10$ – зростає з 46,86 до 51,44 на 4,58 %.

2. На підставі проведеного двофакторного дисперсійного аналізу встановлено числові значення компонент, з яких складаються відгуки кожного з дослідів експерименту, а також з'ясовано ступені впливів на них ефектів рівнів варіювання якісних факторів і їх взаємодій з позиції вагомості кожного з них, %:

а) для розвальню-сегментного способу розкрою:

- середнє вибіркоче значення – 44,87;
- ефекти впливів фактора A на рівнях варіювання – -1,31, 1,15, 1,84 і -0,36;
- ефекти впливів фактора B на рівнях варіювання – 4,69, 2,93, 1,56 і -0,36;
- ефекти впливів взаємодій факторів A і B відповідно на рівнях їх варіювання – від -1,47 до -0,36;
- помилки спостережень на рівнях варіювання – $\pm 0,27$.

б) для розвальню-сегментно-кутового способу розкрою:

- середнє вибіркоче значення – 49,70;
- ефекти впливів фактора A на рівнях варіювання – -2,81, -2,22, -0,14 і 0,58;
- ефекти впливів фактора B на рівнях варіювання – -4,00, -1,42, -0,47 і 0,58;
- ефекти впливів взаємодій факторів A і B відповідно на рівнях їх варіювання – від 0,49 до 0,58;
- помилки спостережень на рівнях варіювання – $\pm 0,26$.

3. Встановлено, що ефекти впливів якісних факторів A і B та їх взаємодій на зміну значень відгуків кожного з дослідів експерименту є значущими, тобто всі розглянуті в експерименті еліптичності поперечного перерізу колод та їх розмірних груп діаметрів мають значний вплив на зміну значень ефективності виходу радіальних пиломатеріалів, отриманих як під час розвальню-сегментного, так і розвальню-сегментно-кутового способів розкрою. Однак, якщо ефекти якісних факторів A і B мають домінуючі впливи (для першого способу розкрою – на рівні відповідно 202,73 і 144,91, а для другого – на рівні відповідно 149,97 і 233,54), то їх взаємодії практично не впливають (перший спосіб – на рівні 0,996, другий – на рівні 0,260).

Література

1. Грищок Ю.І. Дослідження впливу еліптичності поперечного перерізу торця колоди хвойних порід на ефективність виходу радіальних пиломатеріалів / Ю.І. Грищок, С.І. Коширєць // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2015. – Вип. 25.7. – С. 137-149.
2. Пижурин А.А. Исследование процессов деревообработки / А.А. Пижурин, М.С. Розенблит. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1984. – 232 с.
3. Яцишин С.І. Методика визначення та аналіз оптимальних схем розкрою колод на радіальні пиломатеріали / С.І. Яцишин, Ю.І. Грищок // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2007. – Вип. 17.1. – С. 137-149.

Грыцюк Ю.И., Коширець С.И. Исследование влияния размерно-качественных характеристик бревен хвойных пород на эффективность выхода радиальных пиломатериалов

Проведен двухфакторный дисперсионный анализ эффективности выхода радиальных пиломатериалов при раскросе бревен хвойных пород развально-сегментным и развально-сегментно-угловым способом для разных размерных групп диаметров бревен при разных коэффициентах эллиптичности поперечного сечения бревна. При этом учтены еще и такие факторы, как кривизна и длина бревна. Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что с увеличением размерной группы диаметров бревен изменение эллиптичности поперечного сечения все больше влияет на выход радиальных пиломатериалов в сторону увеличения для развально-сегментно-углового способа. Относительно развально-сегментного способа раскрося, то эффект исследуемых факторов имеет обратный характер.

Ключевые слова: двухфакторный дисперсионный анализ, качественный фактор, способы раскрося бревен на пиломатериалы, эллиптичность поперечного сечения бревна, эффективность выхода радиальных пиломатериалов.

Gryciuk Yu.I., Koshyrets S.I. The Research of the Softwood Size-quality Characteristics Influence on the Effectiveness of the Radial Timber Output

A two-factor variance analysis of radial timber efficiency in the process of cutting softwood logs by the sledge-segment and sledge-segment-angular method for different diameter logs size groups at the different axial ratio cross-section of the log has been conducted. Such quantitative factors as curvature and length of logs have been also taken into account. The results of this study show that in the process of increasing the size group diameter of logs the change of the cross-sectional ellipticity affects the output of the radial timber upward by the sledge-segment-angular method. Regarding sledge-segment method, the effect of the studied factors is reverse character.

Keywords: two-factor variance analysis, quality factor, methods of cutting logs for timber, the ellipticity of the cross-sectional logs, radial timber output efficiency.

УДК 004.021

Проф. В.М. Теслюк, д-р техн. наук; прив. підпр. А.І. Пукач, канд. техн. наук – НУ "Львівська політехніка"

РОЗРОБЛЕННЯ МОДИФІКОВАНОГО МЕТОДУ ФРАКТАЛЬНОГО СТИСНЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ

Розроблено модифікований алгоритм фрактального стиснення зображень, а також відповідні моделі на основі кольорових мереж Петрі, закладені в основу розробленого модифікованого методу фрактального стиснення зображень, призначеного для збільшення швидкодії фрактального методу із збереженням високого ступеня компресії та збереження оптимальної якості вихідного зображення, та спрощення його програмної реалізації з метою подальшого дослідження та практичного застосування переваг сімейства фрактальних методів компресії зображень.

Ключові слова: метод, алгоритм, фрактальне стиснення зображень, компресія зображень, кольорові мережі Петрі.

Вступ. На сьогодні частка графічної інформації серед усього цифрового інформаційного контенту є надзвичайно вагомою і продовжує зростати. І хоча рівень розвитку сучасних носіїв інформації дає змогу з легкістю "переварити" весь цей наплив графічної інформації, його ресурси, все ж, обмежені і потребують використання різноманітних наявних (а також удосконалення вже наявних та розроблення нових) методів стиснення (компресії) графічної інформації. На

цей час вже розроблено надзвичайно велику кількість різноманітних методів стиснення зображень. Їх використовують на практиці як поокремо, так і в симбіозі один з одним, усі вони мають свої переваги та недоліки. Проте виокремимо два з них, а саме: метод JPEG і фрактальний метод, оскільки JPEG на сьогодні є таким собі "монополістом ринку" компресії зображень, а фрактальний метод [1] є найбільш перспективним і може скласти достойну конкуренцію першому.

Розроблення модифікованого методу фрактального стиснення зображень. Як і в усіх наявних модифікаціях фрактального методу, робота представленого в цьому дослідженні модифікованого методу фрактального стиснення зображень розпочинається з розбиття вхідного зображення на домени та ранги (рис. 1: зелений колір – домени, червоний – ранги).

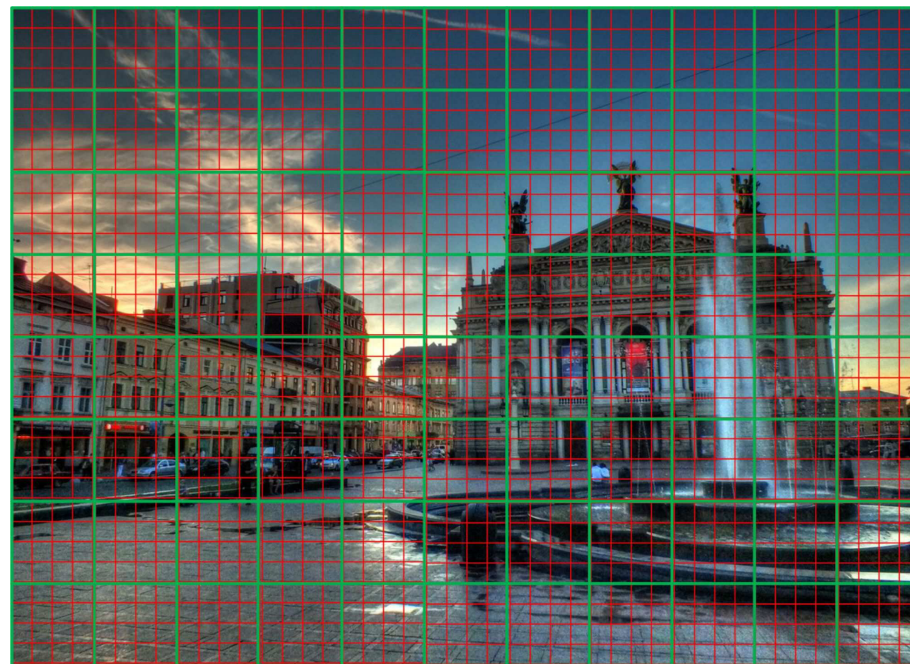


Рис. 1. Розбиття вхідного зображення на домени та ранги

Після цього здійснюється приведення усіх доменів до розмірів рангів (рис. 2).

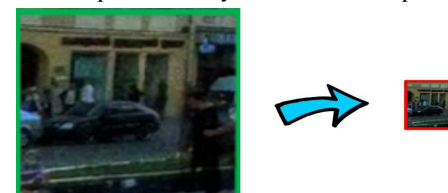


Рис. 2. Приведення усіх доменів до розмірів рангів

Наступним етапом роботи запропонованої модифікації є пошук подібних доменів: якщо два домени подібні на величину, меншу або рівну порогово-