

УДК 656.8.001

Л. О. ЯЩУК, доктор техн. наук, професор,  
заслужений діяч науки і техніки України,  
Одеська національна академія зв'язку ім. О. С. Попова

## ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО БАГАТОЕТАПНОГО СОРТУВАННЯ ПИСЬМОВОЇ КОРЕСПОНДЕНЦІЇ\*

### ПРОБЛЕМА СКОРОЧЕННЯ ЧАСУ ПРОХОДЖЕННЯ ЛИСТІВ ПО ТРАСІ ТРС ЛСМ

#### Суміщення в часі сортування ПК із проходженням листів по трасі ТРС і розвантаженням накопичувачів ЛСМ

Суміщення в часі сортування ПК із проходженням листів по трасі ТРС і розвантаженням накопичувачів ЛСМ ґрунтується на послідовному проходженні кареток із листами вздовж накопичувачів траси ТРС ЛСМ, унаслідок чого в проміжку часу між проходженням каретки з останнім листом попередньої групи і каретки з першим листом наступної групи достатньо розвантажити лише черговий накопичувач ЛСМ, розташований між цими каретками.

Оскільки час, який витрачається на розвантаження накопичувача, практично збігається з часом, що витрачається на просування каретки вздовж одного накопичувача, то між останньою кареткою попередньої групи і першою кареткою наступної групи має бути вільна каретка, при проходженні якої вздовж накопичувачів траси ТРС ЛСМ вони повинні послідовно розвантажуватися.

Проілюструємо суміщення в часі сортування, проходження листів по трасі ТРС і розвантаження накопичувачів ЛСМ при  $n = 8$  для трьох груп ПК, дані про які наведено в табл. 9.

Таблиця 9

Дані про сортувану ПК

Номер груп	Номери листів у групах	Номери накопичувачів, в які спрямовуються листи	Позначення листів
1	1	2	112
	2	4	124
	3	8	138
	4	4	144
2	1	1	211
	2	2	222
	3	3	233
3	1	3	313
	2	2	322
	3	1	331

Часову діаграму суміщення в часі сортування, проходження листів по трасі ТРС і розвантаження накопичувачів ЛСМ для ПК, дані про яку наведено в табл. 9, подано на рис. 5.

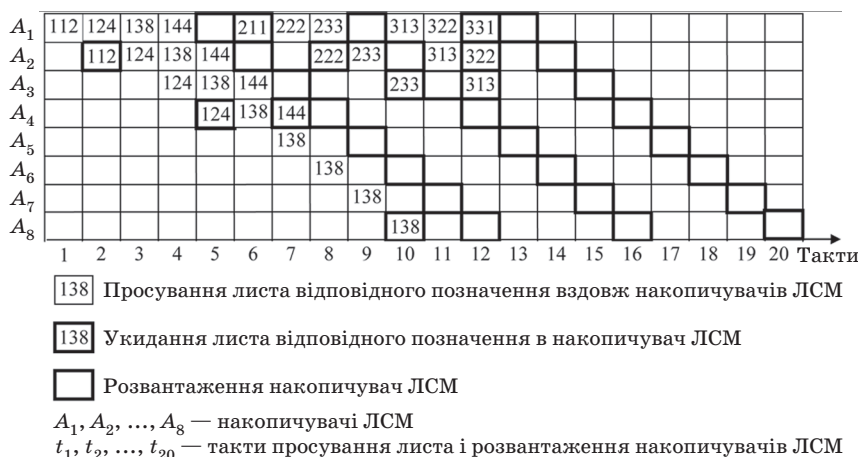


Рис. 5. Часова діаграма суміщення в часі сортування, проходження листів по трасі ТРС і розвантаження накопичувачів ЛСМ

\* Закінчення. Початок див.: Зв'язок. — 2015. — № 5. — С. 23–33.

Як впливає з рис. 5, сортування, проходження листів по трасі ТРС і розвантаження накопичувачів ПК групи 1 виконується в тактах  $t_1 - t_{12}$ , групи 2 — у тактах  $t_6 - t_{16}$ , групи 3 — у тактах  $t_{10} - t_{20}$ , тобто зазначені дії із сортування, проходження листів по трасі ТРС і розвантаження накопичувачів більшою чи меншою мірою суміщуються в часі.

Про ефективність суміщення в часі сортування, проходження листів по трасі ТРС і розвантаження накопичувачів ЛСМ можна судити з того, що після сортування кожної групи ПК виконується тільки один додатковий такт для просування вільної каретки, розташованої між кареткою з останнім листом попередньої групи і кареткою з першим листом наступної групи, а  $n$  додаткових тактів для проходження всієї траси ТРС ЛСМ — тільки після закінчення сортування *останньої* групи, тоді як за відсутності зазначеного суміщення операцій  $n$  додаткових тактів для проходження листів по всій трасі ТРС ЛСМ виконуються після закінчення сортування *кожної* групи ПК.

Отже, суміщення в часі сортування ПК, проходження листів по трасі ТРС і розвантаження накопичувачів ЛСМ забезпечує реальну продуктивність  $Q_p$ , близьку до максимально можливої —  $Q_H/2$  при двохетапному і  $Q_H/3$  при трьохетапному сортуванні ПК.

### ПРОБЛЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ПАКУВАННЯ ВІДСОРТОВАНИХ ГРУП ПК

Незважаючи на дуже високу вартість РАСЦ, одна з найважливіших ланок технології оброблення ПК — упакування ПК — усе ще залишається не автоматизованою. Наявність сучасних пакувальних машин, по суті, не змінює ситуації: вийманням листів із накопичувачів АЛСМ, пошуком необхідних груп ПК, формуванням послідовностей цих груп, їх адресацією, передаванням на пакувальні машини і маршрутним сортуванням до ОПЗ нині зайняті сотні операторів РАСЦ, які, по суті, перетворилися на конгломерати автоматизованого і ручного оброблення ПК.

Утім розв'язання зазначеної проблеми не тільки існує, а й має досить просту технічну реалізацію.

У зв'язку з цим насамперед зауважимо, що проблеми автоматизації упакування ПК в РАСЦ нерозривно пов'язані з вибраним методом її сортування.

Далі наведено розподіли напрямів сортування та поточні приклади розподілу груп ПК за накопичувачами ЛСМ при двохетапному низхідному (табл. 10) і висхідному (табл. 11) сортуванні ПК.

Таблиця 10

Розподіл напрямів і приклад розподілу груп ПК за накопичувачами ЛСМ при низхідному сортуванні ПК

Номери накопичувачів ЛСМ							
0	1	2	3	4	5	6	7
<b>Розподіл напрямів 1-го етапу сортування</b>							
0.X	1.X	2.X	3.X	4.X	5.X	6.X	7.X
<b>Розподіл напрямів 2-го етапу сортування</b>							
7.0	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7
6.0	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7
5.0	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7
4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7
3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7
2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7
1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7
0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
<b>Приклад розподілу груп ПК після 1-го етапу сортування</b>							
						6.X	7.X
				4.X		6.X	7.X
				4.X	5.X	6.X	7.X
		2.X		4.X	5.X	6.X	7.X
0.X		2.X	3.X	4.X	5.X	6.X	7.X
0.X		2.X	3.X	4.X	5.X	6.X	7.X
0.X		2.X	3.X	4.X	5.X	6.X	7.X
0.X	1.X	2.X	3.X	4.X	5.X	6.X	7.X
0.X	1.X	2.X	3.X	4.X	5.X	6.X	7.X
0.X	1.X	2.X	3.X	4.X	5.X	6.X	7.X
0.X	1.X	2.X	3.X	4.X	5.X	6.X	7.X
0.X	1.X	2.X	3.X	4.X	5.X	6.X	7.X

<b>Приклад розподілу груп ПК після 2-го етапу сортування</b>							
		7.2					
7.0		6.2	7.3				
7.0	7.1	6.2	7.3			7.6	
6.0	7.1	5.2	6.3			7.6	
6.0	6.1	5.2	6.3		5.5	6.6	7.7
5.0	5.1	4.2	4.3		4.5	6.6	6.7
4.0	5.1	4.2	3.3		3.5	5.6	5.7
4.0	4.1	4.2	2.3	7.4	3.5	4.6	5.7
2.0	3.1	3.2	2.3	7.4	2.5	3.6	4.7
1.0	2.1	3.2	1.3	6.4	1.5	2.6	4.7
0.0	1.1	3.2	0.3	6.4	0.5	2.6	2.7
0.0	0.1	2.2	0.3	5.4	0.5	0.6	1.7

Таблиця 11

**Розподіл напрямів і приклад розподілу груп ПК за накопичувачами ЛСМ при висхідному сортуванні ПК**

<b>Номери накопичувачів ЛСМ</b>							
0	1	2	3	4	5	6	7
<b>Розподіл напрямів 1-го етапу сортування</b>							
X.0	X.1	X.2	X.3	X.4	X.5	X.6	X.7
<b>Розподіл напрямів 2-го етапу сортування</b>							
0.7	1.7	2.7	3.7	4.7	5.7	6.7	7.7
0.6	1.6	2.6	3.6	4.6	5.6	6.6	7.6
0.5	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5
0.4	1.4	2.4	3.4	4.4	5.4	6.4	7.4
0.3	1.3	2.3	3.3	4.3	5.3	6.3	7.3
0.2	1.2	2.2	3.2	4.2	5.2	6.2	7.2
0.1	1.1	2.1	3.1	4.1	5.1	6.1	7.1
0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
<b>Приклад розподілу груп ПК після 1-го етапу сортування</b>							
		X.2					
X.0		X.2	X.3				
X.0	X.1	X.2	X.3			X.6	
X.0	X.1	X.2	X.3			X.6	
X.0	X.1	X.2	X.3		X.5	X.6	X.7
X.0	X.1	X.2	X.3		X.5	X.6	X.7
X.0	X.1	X.2	X.3		X.5	X.6	X.7
X.0	X.1	X.2	X.3	X.4	X.5	X.6	X.7
X.0	X.1	X.2	X.3	X.4	X.5	X.6	X.7
X.0	X.1	X.2	X.3	X.4	X.5	X.6	X.7
X.0	X.1	X.2	X.3	X.4	X.5	X.6	X.7
X.0	X.1	X.2	X.3	X.4	X.5	X.6	X.7
<b>Приклад розподілу груп ПК після 2-го етапу сортування</b>							
						6.7	7.7
				4.7		6.6	7.6
				4.7	5.7	6.6	7.6
		2.7		4.6	5.7	6.4	7.4
0.6		2.6	3.6	4.5	5.6	6.4	7.4
0.5		2.6	3.5	4.3	5.5	6.3	7.3
0.5		2.5	3.5	4.2	5.4	6.3	7.3
0.3	1.7	2.3	3.3	4.2	5.2	6.2	7.2
0.3	1.5	2.3	3.2	4.2	5.2	6.2	7.1
0.1	1.3	2.2	3.2	4.1	5.1	6.1	7.1
0.0	1.1	2.1	3.2	4.0	5.1	6.0	7.0
0.0	1.0	2.0	3.1	4.0	5.0	6.0	7.0

В обох випадках кількість накопичувачів ЛСМ і кількість напрямів 1-го етапу сортування дорівнює 8, а кількість напрямів 2-го етапу сортування —  $8 \cdot 8 = 64$ . Знаками X в розподілах напрямів і розподілах груп ПК 1-го етапу сортування позначено цифри від 0 до 7.

У позначеннях груп ПК низхідного сортування перша цифра — напрям 1-го етапу сортування, друга — напрям 2-го етапу сортування; у позначеннях груп ПК висхідного сортування друга цифра — напрям 1-го етапу сортування, перша — напрям 2-го етапу сортування.

Позначення груп ПК, що повторюються (4.7, 5.1, 5.2, 5.7, 6.0, 6.2), означають розбиття відповідних груп ПК на частини, що пояснюється, наприклад, заповненням накопичувачів ЛСМ у процесі сортування або умовами формування постпакетів.

Відсутність позначень груп ПК (5.3) означає відсутність ПК, адресованої за відповідними НС.

Затінені НС 2-го етапу сортування і групи ПК, що утворюються після виконання 2-го етапу сортування деякої умовної області, що включає в себе НС 4.5, 4.6, 4.7, 5.0, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 6.0, 6.1, 6.2, причому НС 4.5, 4.6, 4.7, 5.0 належать до району 1; НС 5.1, 5.2, 5.3 — до району 2; НС 5.4, 5.5, 5.6, 5.7 — до району 3; НС 6.0, 6.1, 6.2 — до району 4.

Основною проблемою автоматизації пакування ПК є формування послідовностей груп ПК, які відповідають необхідним напрямам відправлення ПМ.

Для образного опису такої послідовності груп ПК назвемо її «ковбасою».

Загальний вигляд «ковбаси» затінених у табл. 10 і 11 НС і розподілів груп ПК згаданої умовної області наведено на рис. 6.

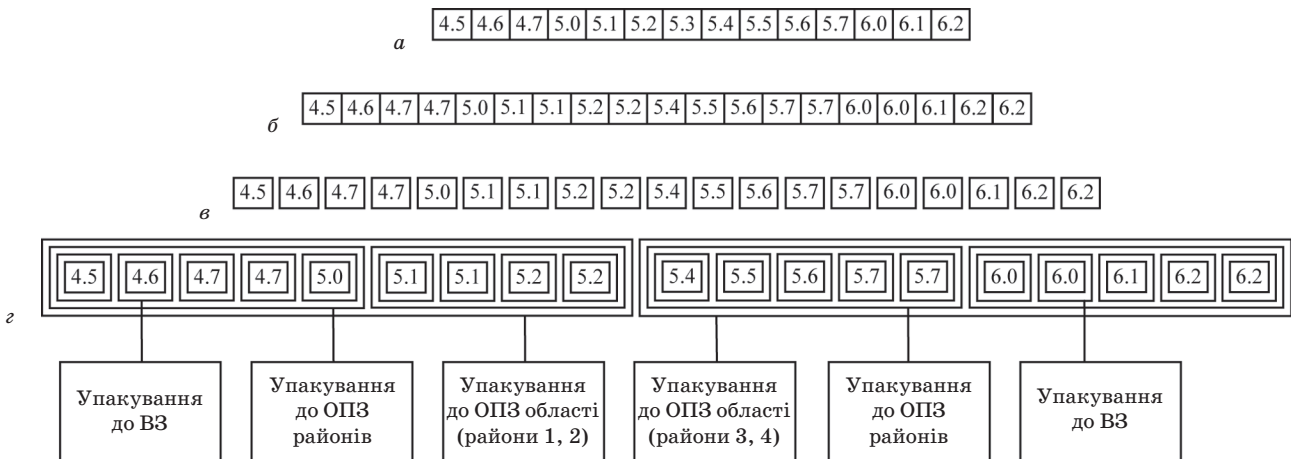


Рис. 6. Загальний вигляд «ковбаси»:

а — «ковбаса» НС; б — нерозрізана «ковбаса» груп ПК; в — розрізана «ковбаса» груп ПК; г — упакована «ковбаса» груп ПК

Згідно зі сказаним формування упакованої «ковбаси» включає в себе формування нерозрізаної «ковбаси», формування розрізаної «ковбаси» й упакування отриманих частин розрізаної «ковбаси» за принципом «матрьошки» (упаковки до ВЗ — усередині упаковок до ОПЗ районів; упаковки до ОПЗ районів — усередині упаковок до ОПЗ області). Якщо при цьому якісь упаковки виходять важкими або громіздкими (на рис. 6 — до ОПЗ області), вони можуть бути розділені.

Із порівняння табл. 10 і рис. 6 випливає, що в разі низхідного сортування «ковбаса» має бути сформована з груп ПК, розташованих у різних частинах різних накопичувачів ЛСМ: у середніх частинах накопичувачів 0, 1, 2, 6, 7; у нижній частині накопичувача 4; у верхній частині накопичувача 5; за відсутності таких груп у накопичувачі 3. Зауважимо, що хоча групи ПК 5.0 і 6.0 у накопичувачі 0; групи ПК 5.1 і 6.1 у накопичувачі 1; групи ПК 5.2 і 6.2 у накопичувачі 2; групи ПК 4.5 і 5.5 у накопичувачі 5; групи ПК 4.6 і 5.6 у накопичувачі 6; групи ПК 4.7 і 5.7 у накопичувачі 7 примикають одна до одної, вони потрапляють у різні місця «ковбаси».

Водночас, порівнюючи табл. 11 і рис. 6, бачимо, що в разі висхідного сортування «ковбаса» має бути сформована з груп ПК, що примикають одна до одної і розташовані в накопичувачах ЛСМ, які примикають один до одного. При цьому відсутність якихось груп (у даному випадку — групи 5.3) не впливає на порядок розташування наявних груп ПК.

Для поділу груп ПК за їх територіальною належністю в процесі виконання 2-го етапу сортування ПК доцільно використовувати розділові картки, які можуть відрізнятися колірними ознаками, формою, розмірами, матеріалом, мати флуоресцентні поверхні або інші відмінності, що дозволяють здійснювати їх автоматичне розпізнавання.

Принцип використання таких розділювачів досить простий.

Управляюча система ЛСМ запам'ятовує НС кожного останнього листа, спрямованого в кожний накопичувач ЛСМ.

Розпізнавальна система ЛСМ (або оператор відеокодування) розпізнає ПІ або адресу чергового листа і визначає НС, що йому відповідає, тобто номер накопичувача ЛСМ, а управляюча система порівнює цей НС із НС останнього листа, спрямованого у зазначений накопичувач. Зауважимо, що згаданий останній лист у момент порівняння НС може перебувати як у відповідному накопичувачі ЛСМ, так і на трасі ТРС ЛСМ.

У разі використання ієрархії Область – Район – ВЗ послідовно порівнюються відповідні територіальні ознаки зазначених листів.

Можливі чотири варіанти результатів такого порівняння (табл. 12).

Таблиця 12

Можливі результати порівняння територіальних ознак попереднього  $N_{i-1}$  і наступного  $N_i$  листа

Варіант	Номер області	Номер району	Номер ВЗ	Розподільувач, що вводиться
1	$N_{i-1} = N_i$	$N_{i-1} = N_i$	$N_{i-1} = N_i$	—
2	$N_{i-1} = N_i$	$N_{i-1} = N_i$	$N_{i-1} \neq N_i$	Розподільувач ВЗ
3	$N_{i-1} = N_i$	$N_{i-1} \neq N_i$	—	Розподільувач ОПЗ районів
4	$N_{i-1} \neq N_i$	—	—	Розподільувач ОПЗ областей

НС і територіальні ознаки ОПЗ визначаються за допомогою єдиної бази адресних даних, в якій ПІ відіграють роль ідентифікаторів відповідних записів.

Розподільувачі ВЗ, ОПЗ районів і ОПЗ областей розміщуються в окремих секціях накопичувачів ЛСМ і скидаються в ці накопичувачі безпосередньо перед спрямуванням у них відповідних листів.

При використанні в накопичувачах ЛСМ портативних друкувальних пристроїв на зазначені розподільувачі можуть наноситися номери та найменування відповідних ОПЗ, завдяки чому виконується автоматичне адресування груп ПК, розташованих у відповідних накопичувачах ЛСМ.

Із викладеного випливає, що важливим аргументом на користь переходу від низхідного до висхідного сортування ПК є практично непереборні труднощі при здійсненні автоматизації пакування ПК у РАСЦ за умови низхідного сортування і відносна простота в досягненні потрібного результату при переході до висхідного сортування.

Звідси випливає логічний висновок: перехід від низхідного до висхідного сортування ПК є обов'язковою передумовою успішного розв'язання проблеми автоматизації пакування ПК у РАСЦ.

### ПРОБЛЕМА ОПТИМІЗАЦІЇ СПІВВІДНОШЕННЯ АВТОМАТИЧНОГО І РУЧНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ АІ

За десятиріччя, що минули з часу появи перших ЛСМ, їх розпізнавальні системи (РС) постійно вдосконалювалися, і сьогодні вони розпізнають не лише ПІ, й іншу АІ, у тому числі машинописні та рукописні поштові адреси. Проте, незважаючи на використання в сучасних РС новітніх досягнень обчислювальної техніки, рівень автоматичного розпізнавання АІ, навіть у найкращих зразках ЛСМ і досі недостатньо високий і в середньому (щодо ПІ, машинописних і рукописних адрес) не перевищує 90%, що змушує конструкторів ЛСМ застосовувати комбіноване розпізнавання АІ: автоматичне (за допомогою РС) і ручне (за допомогою операторів відеокодування (ОВК)).

При оцінюванні перспектив подальшого підвищення рівня автоматичного розпізнавання АІ слід ураховувати, що обчислювальні ресурси РС, а разом із ними і вартість РС розподіляються між розпізнаваними конфігураціями цифр і літер незалежно від їх імовірностей, тоді як рівень автоматичного розпізнавання АІ визначається сумою ймовірностей цих конфігурацій.

Типовий графік залежності рівня  $R$  автоматичного розпізнавання АІ від вартості  $S$  РС наведено на рис. 7.

Ураховуючи, що в РАСЦ можуть установлюватися кілька ЛСМ різної продуктивності, доступні всім ОВК, для коректності порівняння вартостей автоматичного і ручного розпізнавання АІ вважатимемо вартість робочих місць ОВК розподіленою між зазначеними ЛСМ пропорційно до їх продуктивності. Так, за наявності трьох ЛСМ продуктивністю 30 000, 36 000 і 42 000 листів за годину і 18 робочих місць ОВК вони будуть розподілені між відповідними ЛСМ як 5, 6 і 7.

Хоча при лінійному зростанні вартості РС кількість розпізнаваних конфігурацій цифр і літер також лінійно зростає, рівень автоматичного розпізнавання внаслідок зниження ймовірностей цих конфігурацій зростає дуже повільно і лише асимптотично прямує до одиниці.

Якщо початкова ділянка графіка, зображеного на рис. 7, містить обмежену кількість конфігурацій із відносно високими ймовірностями, то його кінцева ділянка охоплює практично необмежену кількість конфігурацій з ймовірностями, які прямують до нуля.

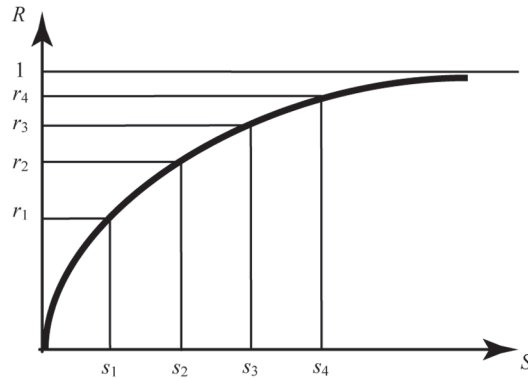


Рис. 7. Типовий графік залежності рівня  $R$  автоматичного розпізнавання AI від вартості  $S$  PC (розпізнавані конфігурації цифр і літер розташовуються в порядку зменшення їх імовірностей)

Звідси випливає, що підвищення рівня автоматичного розпізнавання AI пов'язане з необхідністю практично необмеженого розширення обчислювальних можливостей PC, а отже, і їх вартості, у зв'язку з чим очікувати істотного підвищення цього рівня в осяжному майбутньому не доводиться.

Можливі варіанти співвідношення вартості автоматичного  $S_a$  і ручного  $S_p$  розпізнавання AI (у варіанті *a*  $S_a < S_p$ , у варіанті *б*  $S_a = S_p$ , у варіанті *в*  $S_a > S_p$ ) наведено на рис. 8.

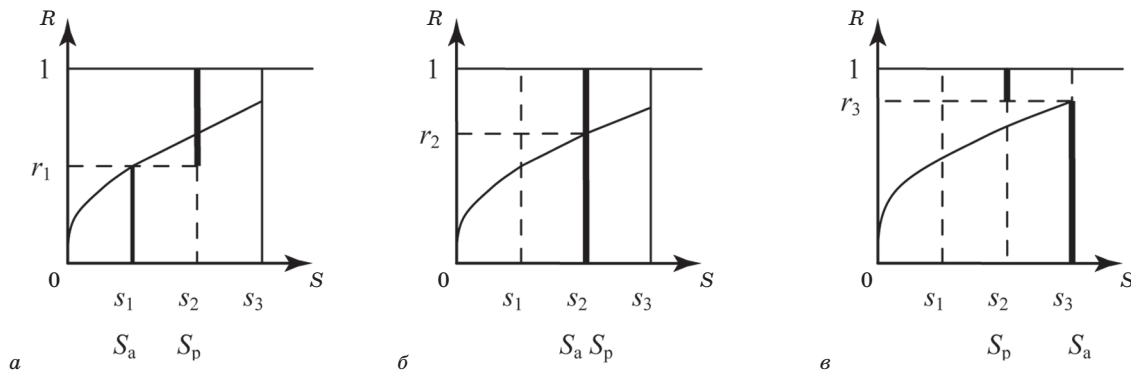


Рис. 8. Варіанти співвідношення вартості автоматичного  $S_a$  і ручного  $S_p$  розпізнавання AI

Як впливає з рис. 8, сумарна вартість PC  $S_{\Sigma} = S_a + S_p$  у варіантах *a*, *б*, *в* становить:

$$S_{\Sigma a} = r_1 S_1 + (1 - r_1) S_2 = S_2 - r_1 (S_2 - S_1) < S_2;$$

$$S_{\Sigma б} = r_2 S_2 + (1 - r_2) S_2 = S_2;$$

$$S_{\Sigma в} = r_3 S_3 + (1 - r_3) S_2 = S_2 + r_3 (S_3 - S_2) > S_2.$$

Таким чином,  $S_{\Sigma a} < S_{\Sigma б} < S_{\Sigma в}$ .

Отже, в оптимальній системі комбінованого розпізнавання AI витрати на автоматичне розпізнавання мають бути менші за витрати на ручне розпізнавання.

Відсутність реальних даних про співвідношення вартості автоматичного і ручного розпізнавання не дозволяє однозначно визначити оптимальне значення рівня автоматичного розпізнавання AI, при якому досягається мінімальна вартість PC, проте не виключено, що і досягнутий нині рівень (90%) є надмірний.

Результатом автоматичного розпізнавання за допомогою PC ЛСМ AI, нанесеної на листи, можуть бути три події:

- правильне розпізнавання з імовірністю  $v_{PC \text{ пр}}$ ;
- помилкове розпізнавання з імовірністю  $v_{PC \text{ пом}}$ ;
- відмова від розпізнавання з імовірністю  $v_{PC \text{ відм}}$ .

Сума  $v_{PC \text{ пр}} + v_{PC \text{ пом}} + v_{PC \text{ відм}} = 1$  як сума ймовірностей повної групи подій.

Якщо з правильно або помилково розпізнаними листами нічого змінити практично неможливо, оскільки вони вже потрапили в призначені або непризначені для них робочі накопичувачі ЛСМ, то з нерозпізнаними листами, тобто з листами, щодо яких винесено рішення про відмову від розпізнавання, залежно від прийнятого методу сортування можна вчинити двояко.

При сортуванні за першим методом нерозпізнані листи спрямовуються у так званий довідковий накопичувач ЛСМ, після чого передаються на ручне сортування.

При сортуванні за другим методом відеозображення нерозпізнаних PC листів по черзі передаються на робочі місця ОВК для розпізнавання нанесеної на них AI.



Результатом ручного розпізнавання АІ за допомогою ОВК також можуть бути три події:

- правильне розпізнавання з імовірністю  $v_{\text{ОВК пр}}$ ;
- помилкове розпізнавання з імовірністю  $v_{\text{ОВК пом}}$ ;
- відмова від розпізнавання з імовірністю  $v_{\text{ОВК відм}}$ .

Сума ймовірностей  $v_{\text{ОВК пр}} + v_{\text{ОВК пом}} + v_{\text{ОВК відм}} = v_{\text{РС відм}}$

Таким чином, підсумкова ймовірність правильного розпізнавання, помилкового розпізнавання і відмови від розпізнавання становить:

$$v_{\Sigma \text{ пр}} = v_{\text{РС пр}} + v_{\text{ОВК пр}}; v_{\Sigma \text{ пом}} = v_{\text{РС пом}} + v_{\text{ОВК пом}}; v_{\Sigma \text{ відм}} = v_{\text{ОВК відм}}$$

тобто в результаті відеокодування АІ підсумкова ймовірність правильного розпізнавання і помилкового розпізнавання збільшується, а підсумкова ймовірність відмови від розпізнавання — зменшується.

Схеми сортування ПК із використанням сортувальників (а) і з використанням ОВК (б) наведено на рис. 9.

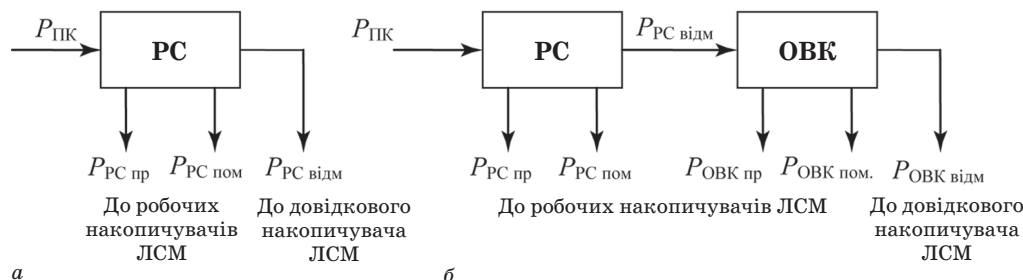


Рис. 9. Схеми сортування ПК

На рис. 9 позначено:

- $P_{\text{ПК}}$  — вхідний потік ПК;
- $P_{\text{РС пр}}$  — вихідний потік правильно розпізнаної РС АІ;
- $P_{\text{РС пом}}$  — вихідний потік помилково розпізнаної РС АІ;
- $P_{\text{РС відм}}$  — вихідний потік нерозпізнаної РС АІ;
- $P_{\text{ОВК пр}}$  — вихідний потік правильно розпізнаної ОВК АІ;
- $P_{\text{ОВК пом}}$  — вихідний потік помилково розпізнаної ОВК АІ;
- $P_{\text{ОВК відм}}$  — вихідний потік нерозпізнаної ОВК АІ.

При потоці сортованої ПК  $P_{\text{ПК}}$ , імовірності відмови РС від розпізнавання  $v_{\text{РС відм}}$ , продуктивності ручного сортування  $Q_{\text{сорт}}$  і часі ручного сортування  $T_{\text{сорт}}$  кількість робочих місць ручного сортування  $N_{\text{сорт}}$  за методом а

$$N_{\text{сорт}} = \frac{P_{\text{ПК}} v_{\text{РС відм}}}{Q_{\text{сорт}} T_{\text{сорт}}}$$

Наприклад, при потоці  $P_{\text{ПК}} = 672\ 000$  листів за добу;  $v_{\text{РС відм}} = 0,1$ ;  $Q_{\text{сорт}} = 1200$  листів за годину і  $T_{\text{сорт}} = 16$  год

$$N_{\text{сорт}} = \frac{672\ 000 \cdot 0,1}{1200 \cdot 16} = 3,5.$$

Враховуючи, що ОВК обробляють за методом б той самий потік ПК, що й сортувальники за методом а, і мають однакову з ними продуктивність сортування, але працюють одночасно з роботою ЛСМ, наприклад 16 год на добу, мінімальна кількість робочих місць ОВК також становитиме

$$N_{\text{ОВКмін}} = \frac{P_{\text{ПК}} v_{\text{РС відм}}}{Q_{\text{сорт}} T_{\text{ОВК}}} = \frac{672\ 000 \cdot 0,1}{1200 \cdot 16} = 3,5.$$

Однак зазначена мінімальна кількість ОВК буде достатня для оброблення нерозпізнаних листів тільки в разі їх рівномірного розподілу серед сортованих листів. Так, при продуктивності ЛСМ 42 000 листів за годину інтервал часу між двома сусідніми листами  $\Delta t_{\text{РС}} = 3600:42\ 000 = 0,0857$  с, а інтервал між сусідніми нерозпізнаними листами при їх рівномірному розподілі серед сортованих листів  $\Delta t_{\text{РС відм}} = \Delta t_{\text{РС}}/v_{\text{РС відм}} = 0,857$  с.

Проте в разі продуктивності сортування ОВК 1200 листів за годину інтервал часу між сортуванням сусідніх листів одним ОВК становить  $\Delta t_{\text{ОВК}} = 3600:1200 = 3,0$  с, а тому мінімальна кількість робочих місць ОВК, необхідна для забезпечення сортування нерозпізнаних листів при їх рівномірному розподілі, становить

$$N_{\text{ОВК}} = \Delta t_{\text{ОВК}}/\Delta t_{\text{РС відм}} = 3,0:0,857 = 3,5,$$

тобто збігається з раніше знайденим значенням.

На жаль, нерозпізнані листи розподіляються серед сортованих листів украй нерівномірно, їх кількість істотно зменшується при розпізнаванні «простих» конфігурацій літер і цифр АІ, наприклад

віддрукованої на принтері комп'ютера, і, навпаки, істотно збільшується при розпізнаванні «складних» конфігурацій, наприклад рукописних, внаслідок чого необхідна кількість робочих місць ОВК збільшується і може досягати десятків.

Необхідність збільшення кількості ОВК, зумовлена нерівномірністю розподілу нерозпізнаних листів, призводить і до іншої проблеми: необхідності завантаження ОВК в інтервалах часу низької ймовірності  $v_{PC\text{ відм}}$  (сортування «простих» конфігурацій літер і цифр АІ).

Очевидно, що на яку б ймовірність  $v_{PC\text{ відм}}$  не було розраховано кількість ОВК при рівномірному розподілі нерозпізнаних РС листів серед сортованих листів, будь-яке відхилення зазначеного розподілу від рівномірного неминуче призведе до підвищення ймовірності  $v_{ОВК\text{ відм}}$  — не тому, що ОВК не в змозі розпізнати ці листи, а тому, що в них для цього немає часу. Збільшення ж  $v_{ОВК\text{ відм}}$ , у свою чергу, призведе до збільшення кількості нерозпізнаних листів, що надходять через довідковий накопичувач на ручне сортування, тобто на сортування за методом *a*. При цьому може виявитися, що використання ОВК для сортування нерозпізнаних РС листів взагалі втрачає сенс.

У зв'язку з цим підкреслимо, що внаслідок накопичення нерозпізнаних листів при їх сортуванні за методом *a*, розподіл нерозпізнаних РС листів серед сортованих листів ніякого значення не має, а має значення лише їх кількість.

Якщо говорити про реальні, а не уявні переваги і недоліки методів розпізнавання АІ за допомогою сортувальників і за допомогою ОВК, то слід зазначити:

- як при сортуванні за допомогою сортувальників, так і при сортуванні за допомогою ОВК обсяги сортування нерозпізнаних РС листів збігаються;
- як при сортуванні за допомогою сортувальників, так і при сортуванні за допомогою ОВК на сортування надходять нерозпізнані РС «складні» конфігурації літер і цифр АІ, чим зумовлюється низька продуктивність праці і сортувальників, і ОВК;
- перевагою розпізнавання АІ за допомогою ОВК є нанесення на листи штрихового коду, що безпосередньо керує роботою ЛСМ і використовується на наступних етапах їх сортування;
- перевагою розпізнавання АІ за допомогою сортувальників є відсутність залежності продуктивності сортування від розподілу нерозпізнаних РС листів серед сортованих листів, зумовлене накопиченням цих листів у довідковому накопичувачі ЛСМ, і, як наслідок, більш висока загальна продуктивність сортування;
- перевагою розпізнавання АІ за допомогою ОВК є те, що листи, які сортуються ними, спрямовуються в ті самі накопичувачі ЛСМ, що й листи, розпізнані РС, завдяки чому відпадає необхідність в об'єднанні потоків листів, відсортованих РС, із листами, відсортованими ОВК;
- недоліком сортування нерозпізнаних РС листів за допомогою ОВК є наявність фіксованого інтервалу часу, що відводиться на розпізнавання АІ на кожному листі, розрахованого виходячи із середнього значення часу такого розпізнавання, що при підвищенні частоти нерозпізнаних РС листів неминуче призводить до підвищення частоти нерозпізнаних ОВК листів, тобто робить роботу ОВК малоефективною і створює додаткові обсяги нерозпізнаних листів, що спрямовуються через довідковий накопичувач ЛСМ на ручне сортування, а при зниженні частоти нерозпізнаних РС листів — до простоїв ОВК;
- недоліком сортування нерозпізнаних РС листів за допомогою ОВК є необхідність використання спеціального дорогого електронного устаткування, що істотно підвищує вартість ЛСМ;
- як при сортуванні за допомогою сортувальників, так і при сортуванні за допомогою ОВК для нанесення штрихових кодів на нерозпізнані РС листи, що надходять через довідковий накопичувач ЛСМ і відсортовані вручну, можуть бути використані недорогі швидкодійні друкувальні пристрої типу штемпелювальних, застосування яких практично нівелює переваги нанесення цих кодів за допомогою ОВК;
- із підвищенням нерівномірності розподілу нерозпізнаних РС листів серед сортованих листів ефективність відеокодування АІ істотно знижується, а починаючи з деякого значення цієї нерівномірності, відеокодування АІ стає практично даремним.

### Висновки

Актуальні проблеми автоматизованого багатетапного сортування ПК, що залишалися нерозв'язаними протягом усієї півстолітньої історії існування ЛСМ, можуть бути вирішені завдяки впровадженню відносно простих заходів із вражаючим техніко-економічним ефектом:

- проблема вибору схеми автоматизованого багатетапного сортування ПК — переходом від традиційної схеми багатетапного низхідного сортування до інноваційної схеми багатетапного висхідного сортування;
- проблема мінімізації вартості автоматизованого багатетапного сортування ПК — оптимізацією кількості накопичувачів ЛСМ;



- проблема автоматизації складання ПС ПК — переходом від подання НС у десятковій системі числення до їх подання в позиційній системі числення з основою, що дорівнює кількості накопичувачів ЛСМ;
- проблема скорочення часу проходження листів по трасі ТРС ЛСМ — упровадженням багатоярусного розташування накопичувачів ЛСМ, розподілом накопичувачів ЛСМ за функціональними ознаками з одночасним сортуванням ПК в одні групи накопичувачів і розвантаженням інших, суміщенням у часі сортування ПК із проходженням листів по трасі ТРС ЛСМ і розвантаженням накопичувачів ЛСМ;
- проблема автоматизації пакування відсортованих груп ПК — переходом від низхідного до висхідного багатоетапного сортування ПК, завдяки якому скасовуються підетапи 2-го і 3-го етапів сортування, а разом із ними — тисячі робочих комірок для тимчасового зберігання відсортованих груп ПК та компактного розташування зазначених груп у накопичувачах ЛСМ;
- проблема оптимізації співвідношення автоматичного і ручного розпізнавання АІ — оптимізацією співвідношення вартості розпізнавання АІ за допомогою РС ЛСМ та її розпізнавання за допомогою ОВК.

**Рецензент:** доктор техн. наук, професор В. М. Тупкало, Державний університет телекомунікацій, Київ.

Л. Е. Яцук

### ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ МНОГОЭТАПНОЙ СОРТИРОВКИ ПИСЬМЕННОЙ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ

*Освещены основные проблемы автоматизированной многоэтапной сортировки письменной корреспонденции (ПК), в частности, связанные с выбором схемы автоматизированной многоэтапной сортировки ПК; минимизацией стоимости автоматизированной многоэтапной сортировки ПК; сокращением времени прохождения писем по трассе транспортно-распределительной системы (ТРС) писмосортировочной машины (ПСМ); автоматизацией упаковки отсортированных групп ПК; оптимизацией соотношения автоматического и ручного распознавания адресной информации (АИ).*

**Ключевые слова:** многоэтапная сортировка ПК; нисходящая сортировка ПК; восходящая сортировка ПК; ПС ПК; направление сортировки (НС) ПК; сеть почтовой связи (СПС); АИ; почтовые индексы (ПИ) объектов почтовой связи (ОПС); последовательные номера (ПН) ОПС; ПСМ; региональный автоматизированный сортировочный центр (РАСЦ).

L. O. Yashchuk

### THE PROBLEMS CONCERNING AUTOMATED MULTISTAGE WRITTEN MAIL SORTING

*The main problems with automated multistage written mail sorting are elucidated. Among their number we are talking about automated multistage written mail (WM) sorting scheme selection; the minimization of automated multistage WM sorting value; reducing of time for WM covering along transport and distributive system (TDS) route of WM sorting machine; automation of sorted WM groups packing; optimization of automated and hand-operated correlation with address information (AI) identification.*

**Keywords:** multistage WM sorting; descending WM sorting; ascending WM sorting; WM sorting programme; WM sorting direction (SD); postal network (PN); address information (AI); postal indices of postal objects (PO); successive numbers (SN) of PO; WM sorting machine; regional automated sorting centre (RASC).

УДК 681.35

В. В. КУЗАВКОВ, Г. І. ГАЙДУР, С. О. СЕРИХ, кандидати техн. наук, доценти;

Є. В. РЕДЗЮК, викладач,

Державний університет телекомунікацій, Київ

## Безконтактний індукційний метод визначення технічного стану цифрового блока: розрахунок потужності випромінювання провідника

**Розглянуто особливості застосування нового безконтактного методу діагностування технічного стану радіоелементів у складі цифрових радіоелектронних блоків, який дає змогу визначити технічний стан контрольованого блока з точністю до радіоелектронного компонента.**

**Ключові слова:** діагностичні дані; безконтактний індукційний метод; радіоелектронний компонент.

*Вступ*

Сучасне радіоелектронне обладнання (РЕО) — це складні технічні системи, утворювані об'єднанням блоків різноманітного призначення і фізичного виконання. Одна з головних вимог, що висуваються до РЕО на етапі експлуатації, полягає в забезпеченні їх надійності. Задоволенню цієї вимоги сприяє застосування новітніх ефективних методів технічного діагностування, складність яких підвищується пропорційно до урізноманітнення блоків, які входять до складу РЕО.