АЛГОРИТМИ РОЗВ’ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ТЕОРІЇ РОЗКЛАДІВ НА ОСНОВІ ПРОГНОЗУ. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ АЛГОРИТМІВ

Доц. Костікова М.В., ХНАДУ

Дана робота є логічним продовженням досліджень попереднього етапу. На цьому етапі були конструюванні алгоритми складання розкладів у системі конвеєрного типу заснованих на ідеї прогнозу поточної довжини розкладу. Зараз досліджуються експериментальні оцінки алгоритмів.

Для одержання робочих характеристик алгоритмів, що складають компактні й незатримуючі розклади, був проведений великий експеримент. На комп’ютері тим і іншим алгоритмом було вирішено два набори задач із «випадковими» матрицями S, T [1]. Перший набір становив ряд задач таких значень n, $m: 5\times 5$, 10×10, 15×15, 20×20, 25×25, 30×30, 35×35, 40×40. Другий набір утворений рядом задач із наступними значеннями n, m: 40×40, 57×28, 80×20, 100×16, 114×14, 126×13, 160×10, 180×9. По кожному елементу ряду обох наборів вирішувалося 100 «випадкових» задач. Для одержання «випадкової» задачі використовувалася спеціальна програма – генератор матриць S, T, яка по кожній задачі формувала перший рядок матриці S з випадковими послідовностями виконання операцій першого предмета й випадковими елементами матриці T – цілими числами, рівномірно розподіленими на інтервалі $(0,100)$.

Для кожній розв’язуваній задачі обчислювалися погрішність її рішення $\Delta = (L - L_N)/L_N \cdot 100$ відносно нижньої границі L_N, оскільки точне рішення задачі невідомо, відхилення рішення L відносно верхньої границі довжини розкладу $\Delta^V = (L_T + L_P - L)/(L_T + L_P)\cdot 100$, у якості якої була прийнята величина $L_T + L_P$. На підставі цих даних по кожній вибірці визначалися наступні статистики: середнє арифметичне погрішності Δ_S, стандартне її відхилення S_Δ, максимальна погрішність (викид) Δ_{max}, середнє арифметичне перевищення верхньої границі над рішенням Δ_S^V, мінімальне перевищення верхньої границі над рішенням або, що теж, Δ_{max}^V. Статистики отримані засобами пакета Statgraphics. Результати експериментів наведені у двох таблицях (табл. 1, 2). У табл. 1 представлені статистики погрішностей алгоритмів на підставі рішення першого набору задач із розмірами від $N = 25$ до $N = 1600$ й відношенням $n/m = 1 = \text{const}$. Табл. 2 містить статистики погрішності, отримані в результаті рішення другого набору задач зі зростаючими відносинами n/m від $n/m = 1$ до $n/m = 20$ й умовно постійним значенням розміру задачі $N = 1600$.

Таблиця 1. Статистики погрішностей алгоритмів на підставі рішення першого набору задач

Розмір задачі	Компактні розклади. Алгоритм із прогнозом					Незатримуючі розклади. Алгоритм із прогнозом				
	Δ_S	S_Δ	Δ_{max}	Δ_S^V	Δ_{max}^V	Δ_S	S_Δ	Δ_{max}	Δ_S^V	Δ_{max}^V
5x5	60,10	13,30	96,50	16,06	-1,39	52,34	14,54	91,23	26,23	1,02
10x10	86,76	12,22	120,91	3,38	-10,61	77,83	10,14	101,58	8,97	-4,11
15x15	98,82	11,46	123,35	-2,43	-13,83	92,30	12,08	118,44	1,24	-10,03
20x20	107,65	11,00	144,72	-6,58	-22,65	100,47	11,15	127,75	-2,61	-13,19
25x25	116,62	10,41	142,50	-10,74	-23,13	108,35	10,02	127,02	-5,95	-14,91
30x30	121,55	9,66	144,97	-13,11	-23,22	113,62	9,37	145,70	-8,18	-19,08
35x35	125,58	8,03	143,27	-15,06	-23,78	117,22	7,80	133,00	-9,70	-16,03
40x40	129,43	8,27	150,92	-16,86	-27,36	121,16	8,29	141,98	-11,14	-18,14

Таблиця 2. Статистики погрішностей алгоритмів на підставі рішення другого набору задач

Розмір задачі	Компактні розклади. Алгоритм із прогнозом					Незатримуючі розклади. Алгоритм із прогнозом				
	Δ_S	S_Δ	Δ_{max}	Δ_S^V	Δ_{max}^V	Δ_S	S_Δ	Δ_{max}	Δ_S^V	Δ_{max}^V
40x40	129,43	8,27	150,92	-16,86	-27,36	121,16	8,29	141,98	-11,14	-18,14
57x28	78,87	6,22	92,39	-16,78	-24,19	66,98	5,72	81,90	-8,20	-15,09
80x20	51,48	3,72	59,40	-16,99	-20,18	35,99	3,73	45,32	-4,72	-9,93
100x16	39,25	3,77	48,10	-16,40	-18,46	22,76	3,75	31,99	-2,47	-9,14
114x14	34,53	3,66	41,89	-16,32	-15,68	16,90	3,62	28,31	-0,99	-9,06
126x13	32,15	3,00	38,56	-16,45	-13,23	14,36	2,84	20,95	-0,71	-6,75
160x10	26,06	3,19	36,18	-16,07	-6,11	7,22	2,16	14,49	1,33	-4,68
180x9	23,80	3,00	30,26	-15,63	-5,22	5,24	1,95	10,46	1,77	-3,14

Дані таблиць показують, що, як і для загальної задачі теорії розкладів, для задачі конвеєрного типу середня погрішність алгоритмів, що складають компактні й незатримуючі розклади, при збільшенні розміру задачі N й $n/m = \text{const}$ зростає, а при збільшенні відносини n/m й $N = \text{const}$ вона знижується. З діаграм розсіювання Δ_S, побудованих на підставі даних таблиць 1, 2 і представлених на рис. 1, 2, видно, що закон росту середньої погрішності підкоряється степенної функції $\Delta_S = a \cdot N^b$ з показником $b < 1$. Зниження погрішності Δ_S при збільшенні відносини n/m відбувається за законом гіперболи $\Delta_S = a \cdot (n/m)^{-b}$.

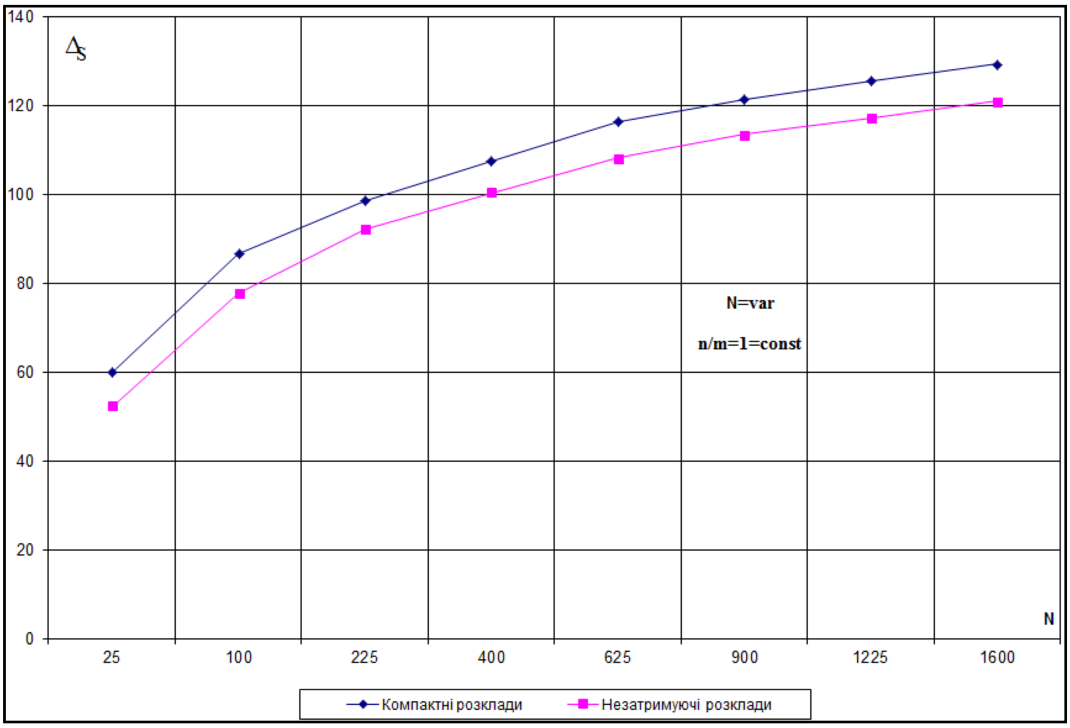

Рис. 1. Діаграми розсіювання погрішності Δ_S алгоритму із прогнозом, що складає компактні й незатримуючі розклади, при збільшенні розміру задачі N й $n/m = 1 = const$

Таким чином, проведений експеримент ще раз підтвердив спільність виводів про поведінку погрішностей алгоритмів, що складають розклади шляхом побудови ациклического графа G й обчислення довжини його критичного шляху L [2].

З таблиць 1, 2 також випливає, що по статистичних характеристиках алгоритм, що складає незатримуючі розклади, переважніше алгоритму, що формує розклади компактного типу. Цей вивід кореспондується з тим висновком про якість алгоритмів, який був зроблений для загальної задачі теорії розкладів [3]. Іншими словами, на практиці для складання розкладів U у конвеєрній виробничій системі доцільно застосовувати алгоритм, що формує незатримуючі розклади.

Матеріали, викладені в звіті щодо складання розкладів у конвеєрних системах, доцільно використовувати в практичній діяльності при розробці комп'ютерних систем календарного планування на підприємствах машинобудівного виробництва.

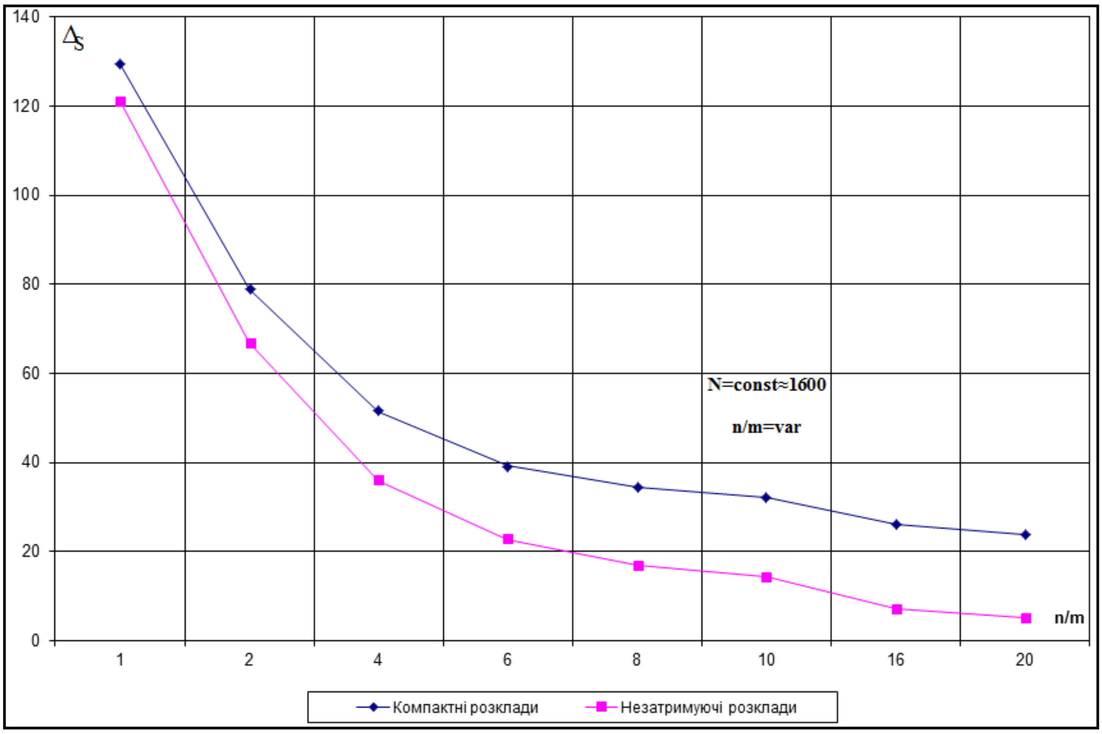

Рис. 2. Діаграми розсіювання погрішності Δ_S алгоритму із прогнозом, що складає компактні й незатримуючі розклади, при збільшенні n/m й $N \approx 1600 = \text{const}$

Таким чином, у ході досліджень підтверджена можливість застосування ідеї прогнозу поточної довжини розкладу, обґрунтованої раніше для складання якісних розкладів у загальній виробничій системі, до складання розкладів у системі конвеєрного типу. Представлені алгоритми, що складають компактні й незатримуючі розклади в зазначеній системі, експериментально перевірені якісно й зіставлені. Ці алгоритми мають право на практичне використання.

Література

1. Костикова М. В., Пьянида В. А. Алгоритмы решения задач теории расписаний на основе прогноза. Часть 2. // АСУ и приборы автоматики. 2007. Вип. 140. С. 66 – 75.

2. Костикова М. В., Пьянида В. А. Алгоритмы решения задач теории расписаний на основе прогноза. Часть 1. // АСУ и приборы автоматики. 2007. Вип. 139. С. 74 – 78.

3. Костикова М. В., Пьянида В. А. Алгоритмы решения задач теории расписаний на основе прогноза. Часть 3. // АСУ и приборы автоматики. 2007. Вип. 141. С. 118 – 125.