

МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ

УНІВЕРСИТЕТ ВНУТРІШНІХ СПРАВ

На правах рукопису

ПОЛОЗОВА ЛЮБОВ МИКОЛАЇВНА

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ПРИНЯТТЯ РІШЕНЬ
В ЗАДАЧАХ УПОРЯДКУВАННЯ ДВООПЕРАЦІЙНИХ РОБІТ
НА ТРАНСПОРТІ

05.13.01 - Системний аналіз та теорія
оптимальних рішень

Автореферат
дисертації на здобуття наукового
ступеня кандидата технічних наук

Харків - 1997



81.57
06.94

Дисертація є рукопис.

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00751906 (S)

Робота виконана у Харківському державному автомобільно-дорожньому технічному університеті

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Панішев Анатолій Васильович

Офіційні опоненти:

1. доктор технічних наук, професор Петров Едуард Георгійович
2. кандидат технічних наук, доцент Кухарев Борис Юхимович.

Провідна організація - Інститут проблем машинобудування НАН України.

Захист відбудеться "15" травня 1997 року о "14⁰⁰"
на засіданні спеціалізованої вченої ради К 02.24.03 в
Університеті внутрішніх справ за адресою: 310080, м. Харків,
проспект 60-річчя СРСР, 27.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Університету внутрішніх справ.

Автореферат розіслано "10" квітня 1997 року.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

І. В. Арістова

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Транспорт є зв'язуючим елементом в складній системі взаємодії різноманітних виробництв. Автономіальний транспорт найбільш розповсюджений в перевезеннях вантажів, без якого неможливе функціонування будь-якої економічної системи.

Ефективність роботи транспортної системи залежить від рішень, що приймаються на етапах календарного планування і оперативного управління. Сучасний рівень управління будь-якою технічною системою передбачає розробку на підставі системного підходу якісних планових рішень за відповідний час, підвищення оперативності і гнучкості їх прийняття.

Вдосконалення планування в транспортних системах вимагає поширення класів задач, що можуть бути ефективно розв'язані за допомогою сучасного математичного апарату. Для вантажного транспорту типовими є задачі на "вузькі місця". До їх числа відноситься проблема неузгодженості виконання робіт у часі.

Дискретний характер транспортних робіт, обмежені можливості транспортних систем вимагають упорядкування вантажно-транспортних операцій у просторі і у часі. Задачі такого роду успішно розв'язуються математичним апаратом теорії прийняття рішень.

Природа транспортних робіт дозволяє успішно моделювати транспортний процес в термінах теорії розкладів, проектувати ефективні алгоритми упорядкування операцій з перевезення вантажів.

У загальній формулюванні дисертація присвячена розробці математичних моделей та методів розв'язання задач упо-

рядкування двоопераційних робіт у системі 1+М машин. У транспортній інтерпретації це є проблема часової узгодженості роботи автомобільного транспорту та навантажувально-розвантажувальних систем. Вона потребує розробки ефективних алгоритмів побудови розкладів виконання заданого обсягу транспортних робіт.

Актуальність проблеми упорядкування функціонування різних етапів транспортного процесу на навантажувальному автомобільному транспорті полягає у тому, що елементарна часова неузгодженість виконання транспортних операцій приводить до необґрунтованих простоїв транспорту в очікуванні вантажної обробки, несвочасної доставки вантажів, неефективного використання технічних і людських ресурсів, підвищення затрат транспортного процесу, зниження якості роботи транспортної системи в цілому.

Комбінаторна природа більшості задач упорядкування не піддається ефективному розв'язанню сучасною обчислювальною технікою без розробки ефективних алгоритмів прийняття рішень.

Мета та задачі дослідження. Мета досліджень полягає в розробці математичних моделей та методів прийняття рішень в задачах упорядкування двоопераційних робіт на транспорті.

Для досягнення поставленої мети розв'язуються такі задачі:

а) систематизація теоретичних і прикладних результатів, одержаних у напрямку розв'язання задач дослідження;

б) застосування системного підходу до розв'язання задач досліджуємого класу, вибір і обґрунтування математично-

го апарату розв'язання задач, розробка математичних моделей задач дослідження в термінах теорії розкладів;

в) розробка математичних методів розв'язання задач упорядкування двоопераційних робіт в системі 1+М машин, аналіз обчислювальної складності задач, визначення області пошуку оптимальних рішень;

Наукова новизна. Наукова новизна та значимість результатів досліджень полягає у наступному.

1. Досліджено клас оптимізаційних задач послідовно-паралельного упорядкування, визначено зв'язок побудованих моделей з класичними задачами теорії розкладів.

2. Розроблено математичні моделі задач координації роботи навантажувально-розвантажувальних і транспортних засобів в термінах теорії розкладів, формалізовано задачі у вигляді класифікаційних формул.

3. Визначена оцінка обчислювальної складності задач часової узгодженості роботи автомобільного транспорту і навантажувально-розвантажувальних засобів.

4. Встановлені властивості оптимальних щодо швидкодії розкладів задач координації роботи навантажувально-розвантажувального комплексу і автомобільного транспорту.

5. Розроблені математичні методи розв'язання задач упорядкування двоопераційних робіт в системі 1+М машин, визначені частинні випадки загальної постановки задачі, що розв'язуються за поліноміальний час.

6. Досліджено ефективність запропонованих математичних методів розв'язання задач упорядкування двоопераційних робіт у системі 1+М машин, одержані їх аналітичні та експе-

ринентальні оцінки.

Достовірність і обґрунтованість результатів роботи підтверджується системним підходом до поставленої проблеми, коректним застосуванням сучасного математичного апарату, що використовувався для доведення теоретичних результатів роботи, узгодженістю теоретичних результатів з результатами експериментів. Для розробки методів розв'язання задач дослідження залучалися відомі положення і результати з теорії розкладів, теорії обчислювальної складності алгоритмів, комбінаторного аналізу, теорії множин.

Практична цінність результатів складається з можливості їх використання при опрацюванні і впровадженні систем календарного планування і оперативного управління на транспорті.

Розроблена модель ресурсів і робіт має універсальний характер і, крім транспортної інтерпретації, може бути успішно застосована при опрацюванні систем управління гнучкими автоматизованими системами для підприємств з дискретним характером виробництва.

Реалізація і впровадження. Виконана програмна реалізація запропонованих математичних методів в середовищі проблемно-орієнтованого пакету One Plus M Machine, призначеного для класу задач упорядкування двоетапних робіт в системі 1+M машин.

Цей пакет було впроваджено на автотранспортних підприємствах міста Харкова.

Апробація роботи. Матеріали дисертаційної роботи обговорювалися на Всесоюзній науковій конференції "Моделювання процесів управління транспортними системами" (м. Владивосток,

1989 р.), на Всесоюзній конференції "Теорія і практика застосування економічних засобів господарювання у промисловості та на автомобільному транспорті" (м. Суздаль, 1990 р.), на міжнародній науковій конференції "Сучасні транспортні проблеми" (м. Харків, 1996 р.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 7 друкованих робіт.

Особистий внесок автора. Усі результати дисертаційної роботи отримано за особистою участю автора. У працях, написаних у співавторстві, дисертантові належить: [1] - розробка математичної моделі послідовно-паралельного упорядкування [2,3] - аналіз обчислювальної складності задач упорядкування двоетапних робіт, визначення області пошуку оптимальних рішень; [4,5,7] - розробка математичних методів розв'язання задач упорядкування двоетапних робіт; [6] - програмна реалізація методів оперативного планування на транспорті.

Структура й обсяг дисертації. Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури. Робота викладена на 139 сторінках друкованого тексту, містить 25 малюнків, 4 таблиці, список використаних джерел - 66, додатки - 13 сторінок.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі сформульовані задачі дослідження, обґрунтована їх актуальність, визначена мета і питання, що вирішуються, сформульована наукова новизна і практична цінність роботи, наведені відомості щодо апробації і практичної реалізації основних положень дисертації.

У першому у розділі роботи наведено стислий огляд і класифікація задач оперативного планування та управління роботою автомобільного транспорту. Описані основні методи і підходи розв'язання цих задач. Сформульована загальна задача ефективної організації транспортного процесу. Виявлені "вузькі місця" завершального етапу оперативного планування та управління на автомобільному транспорті, що укладаються в часову неузгодженість роботи різноманітних об'єктів транспортного процесу.

Визначені задачі дослідження, а саме: розробка математичних методів забезпечення часової узгодженості роботи автомобільного транспорту і навантажувально-розвантажувального комплексу, складання розкладів руху транспортних засобів за попередньо розробленими маршрутами, мінімізація простоїв транспортних засобів.

Другий розділ роботи присвячено обґрунтуванню доцільності використання методів теорії розкладів у розв'язанні задач оптимального планування та управління на транспорті. Систематизовані практичні ситуації складання розкладу на навантажувальному транспорті, виділені основні класи задач упорядкування при плануванні транспортних робіт, дано їх математичне формулювання й описані основні методи їх розв'язання.

В найбільш загальному формулюванні задачі побудови розкладів полягають у тому, що за допомогою заданої множини ресурсів необхідно виконати кінцеву множину робіт. З урахуванням властивостей ресурсів, робіт і обмежень, накладених на них, потрібно знайти алгоритм упорядкування робіт, оп-

тимізує критерій ефективності. Критерієм ефективності найчастіше є довжина розкладу.

Моделі упорядкування носять детермінований характер & тому розумінні, що вся інформація про роботи відома у момент початку їх виконання.

Найважливішими теоретичними результатами другого розділу роботи є обґрунтування вибору математичного апарату теорії розкладів для зв'язання задач часової узгодженості роботи навантажувально-розвантажувального комплексу й автомобільного транспорту. В термінах цієї дисципліни описана дворівнева модель ресурсів 1+М. Дана її класифікація з урахуванням функціональних характеристик машини другого рівня. Визначено клас задач теорії розкладів який можна описати на даною моделлю ресурсів.

Загальна задача в термінах теорії розкладів полягає в тому, що в систему 1+М машини в момент часу $t=0$ надходить множина двоетапних робіт. Перший етап кожної роботи, довжиною γ_j , $j = \overline{1, n}$, обслуговується єдиною машиною першого рівня, яка є входом системи. Другі етапи робіт, довжиною β_j , $j = \overline{1, n}$, закріплені за машинами другого рівня, тобто кожна паралельна машина другого рівня повинна виконати заздалегідь встановлену сукупність робіт G_i , $i = \overline{1, m}$. Це означає, що вся множина робіт G розбита на m підмножин так,

$$\text{що } G = \bigcup_{i=1}^{i=n} G_i, \quad |G_i| = n, \quad G_i \cap G_j = \emptyset.$$

Кожна робота a_j , $j = \overline{1, n}$ задана упорядкованою парою чисел (γ_j, β_j) . Специфіка задачі складається в наступному: процес виконання кожної роботи безперервний, тобто, якщо ви-

конання першого етапу роботи J починається в момент часу $\bar{t}_j = t_j^0 + \beta_j$, t_j^0 момент завершення другого етапу роботи

дорівнюється $\bar{t}_j = t_{j-1}^0 + \gamma_j + \beta_j$.

Наступна робота з множини G_i починає виконуватись машиною першого рівня не раніше, ніж буде завершено виконання попередньої роботи з цієї множини машиною другого рівня.

Кожна машина може виконувати одночасно не більше однієї роботи, і кожна робота одночасно може обслуговуватись не більше, ніж однією машиною.

Момент завершення виконання всієї множини робіт системою $1+M$ машин дорівнює

$$L(\pi) = \max_{1 \leq i \leq m} (L_i(\pi)),$$

де $L_i(\pi)$ - момент завершення виконання робіт G_i , призначених на паралельну машину i .

Задача полягає в побудові розкладу π^* , якому відповідає значення

$$L(\pi^*) = \min_{\pi \in P} \max_{1 \leq i \leq m} L_i(\pi),$$

де P - множина всіх перестановок робіт $\pi = (j_1, j_2, \dots, j_n)$.

Розроблені класифікаційні формули задач часорозподілу та навантажувально-розвантажувального комплексу. Класифікаційна формула поставленої задачі має такий вигляд:

$$F_{1+m} \mid \text{no wait, interrupt line, } l=10 \mid L_{\min}$$

де перше поле формули F_{1+m} - визначає конвейсрну систему (F) з $1+M$ машин. Друге поле відображає правило проходження робіт через систему машин: no wait - заборона неопераційних простоїв; interrupt line - означає те, що будь-яка двоетап-

на робота завершується не пізніше, ніж починає обслуговуватися наступна робота на машині першого рівня; $l=10$ - означає те, що в конвейерній системі кожна робота виконується тільки двома машинами, включаючи першу. Третє поле вказує на критерій оптимальності задачі.

В роботі виділена задача, в якій довжина других етапів всіх робіт є величиною постійною. Це обумовлено розповсюдженістю ситуацій по обслуговуванню автотранспортним підприємством монопостачальників. Класифікаційна формула відображає це обмеження і має такий вигляд:

$$F1+m|no\ wait,\ interrupt\ line,\ l=10,\ P = Const | L_{min}$$

<2> <2> <2>

На підставі класифікаційних формул систематизовані задачі упорядкування двоетапних робіт в системі $1-M$ машин. Дана оцінка рівня вивченості задач цього класу.

Встановлено зв'язок задач досліджуемого класу з основоположними задачами теорії розкладів. Описані засоби пошуку рішення задач, що досліджуються.

Визначено задачі, що потребують оцінки обчислювальної складності.

У третьому розділі встановлено властивості оптимальних за швидкодією розкладів для задачі координації роботи навантажувально-розвантажувального комплексу і автомобільного транспорту при обслуговуванні монопостачальника. В дисертації ці властивості сформульовані і доведені у вигляді наступних стверджень.

Ствердження 1. Оптимальний розклад задачі $F1+m|$ no wait, interrupt line, $l=10$, $P = Const | L_{min}$ досягається при мінімізації простоїв на машині першого рівня.

Довжина оптимального розкладу \mathcal{L}^* дорівнює:

$$L(\mathcal{L}^*) = \sum_{j=1}^{j=n} y_j + \beta + d(\mathcal{M}^*),$$

де $d(\mathcal{M}^*)$ - сума простоїв машини M_0 .

Ствердження 2. Для задачі $F1+m \mid no\ wait, interrupt$ line, $l=10$, $P = Const \mid L$ існує оптимальний розклад, в якому перші m робіт упорядковані по незростанню p_i , де p_i - кількість робіт в G_i . Далі в розкладі черговість машин другого рівня зберігається.

Тобто оптимальний розклад слід шукати в класі розкладів, де робота g_k попереджує роботу g_p за умови, що $p > k$, $g_k \in G_1$, $g_p \in G_2$, $t=2$.

Ствердження 3. В оптимальному розкладі першою признається робота з мінімальним значенням довжини першого етапу з підмножини з максимальною кількістю робіт.

Тобто, в оптимальному розкладі \mathcal{L}^* $g_1 \in G_1$, де $p = \max_{1 \leq i \leq m} p_i$.

Виконано аналіз обчислювальної складності задач часової узгодженості роботи навантажувально-розвантажувального механізму і спеціалізованого рухомого складу по обслуговуванню монопостачальника.

Доведено, що обмеження $\beta = Const$, не дозволяє уникнути принципових труднощів, пов'язаних з побудовою точного ефективного алгоритму пошуку L_{min} .

Результат аналізу обчислювальної складності задачі сформульовано у вигляді наступної теореми.

Теорема 1. Задача побудови оптимального розкладу задачі

$F1+m$ | no wait, interrupt line, $l=10$, $P = \text{Const}$ | L \in
 $\langle 2 \rangle$ $2j$ min
NP - важкою в сильному розумінні.

Доведення цієї теореми виконано за допомогою еталонної NP - повної задачі 3-РОЗБИТТЯ.

Задача часової узгодженості роботи навантажувально-розвантажувального комплексу і автомобільного транспорту при перевезенні вантажів від монопостачальника різним споживачам є узагальненням задачі $F1+m$ | no wait, interrupt line, $l=10$, $P = \text{Const}$ | L
 $\langle 2 \rangle$ $2j$ min

За допомогою процедури локальної заміни параметрів в роботі доведено, що ця задача також NP - важка.

Цей результат сформульовано наступним ствердженням.

Наслідок 1. Задача $F1 + m$ | no wait, interrupt line, $l = 10$, | L NP - важка в сильному розумінні.
 $\langle 2 \rangle$ min

Для повноти аналізу часової складності поставлених задач розглянуто частинні випадки при $m=2$.

Задача $F1 + m$ | no wait, interrupt line, $l = 10$, $P = \text{Const}$ | L при $m=2$ оптимально вирішена за поліноміальний час. Доказ цього ствердження наведено в четвертому розділі роботи.

Задача $F1+m$ | no wait, interrupt line, $l = 10$, | L при $m=2$ не має такого рішення.
 $\langle 2 \rangle$ min

Це сформульовано і доведено наступною теоремою.

Теорема 2. Задача $F1 + m$ | no wait, interrupt line, $l = 10$, | L NP - важка при $m=2$.
 $\langle 2 \rangle$ min

Доведення цієї теореми виконано за допомогою еталонної NP-повної задачі РОЗБИТТЯ.

Кінцевою метою розв'язання задач теорії розкладів є опрацювання алгоритмів, які будують за поліноміальний час задовільні щодо якості розкладу.

У чотвертому розділі роботи викладені результати розробки алгоритмів рішення задач часової узгодженості роботи автомобільного транспорту і навантажувально-розвантажувального комплексу.

За допомогою дихотомічного пошуку в роботі розроблено алгоритми рішення задачі $P1+m$ по wait, interrupt line.

$$l = 10 \mid L \\ \leftarrow 2 \rangle \quad \min$$

Метод дихотомії використано для пошуку мінімальної довжини розкладу, який можна побудувати запропонованою процедурою "упаковки" компонент.

Суть алгоритму полягає в тому, що на кожній ітерації відомий інтервал $[L_{\min}, L_{\max}]$ ділиться навпополам, а розроблена процедура вибору компонент "упаковує" роботу в задану довжину $L_d = (L_{\min} + L_{\max}) / 2$. Якщо такий розклад існує, то встановити $L_{\max} = L_d$ і процедура побудови розкладу повторюється, а якщо процедура упаковки не буде розклад довжиною L_d , то тоді $L_{\min} = L_d$.

$$L = \max_{\min} \left(\Gamma + \min_{1 \leq i \leq n} \beta_i, \max_{1 \leq i \leq m} S_i, \sum_{i=1}^m (\gamma_i + S_{\min} - \gamma_{\min}) \right),$$

$$\text{де } \Gamma = \sum_{k=1}^{k=n} \gamma_k; \quad S_i = \sum_{k \in G_i} (\gamma_k + \beta_k), \quad i = \overline{1, m}, \quad S_{\min} = \min_{1 \leq i \leq m} S_i;$$

$$\gamma_i = \min_{k \in G_i} \gamma_k; \quad \gamma_{\min} = \min_{k \in G_{\min}} \gamma_k;$$

$$L = \max_{i=1}^{i=m} \sum_{k \in G_i} (\gamma_k + \beta_k).$$

Незважаючи на те, що цей алгоритм наближений, обчислювальний експеримент показав дуже високі результати. Майже в 50 випадках зі 100 алгоритм буде оптимальним розкладом. В 30 випадках зі 100 відхилення від оптимума менш за 1%. І тільки в 4 випадках зі 100 похибка складає більше 5%. Такі високі результати експерименту пояснюються вдалими поєднаннями методу дихотомії та алгоритмів упаковки.

Аналіз обчислювальної складності задачі $F1+m|no\ wait, interrupt\ line, l=10, P=Const|L_{min}$ не залишає надії на існування точного поліноміального алгоритму її розв'язання. Тому всі зусилля були спрямовані на побудову наближеного алгоритму із задовільною оцінкою.

Побудова такого алгоритму була спростована тим, що у третьому розділі були доведені властивості оптимальних рішень цієї задачі, на підставі яких і було розроблено поліноміальну процедуру розв'язання задачі часової координації роботи автомобільного транспорту та навантажувально-розвантажувального комплексу при обслуговуванні монопостачальника.

В роботі дана аналітична оцінка цього алгоритму.

Ствердження 4. Існує алгоритм який за поліноміальний час буде розклад π для задачі $F1+m|no\ wait, interrupt\ line,$

$l=10, P_{2j} = Const | L_{min}$, абсолютна похибка якого менша за

$$\delta = \max \left[0, \sum_{i=1}^m ((B-m+i) \cdot (n_{m-1+i} - n_{m-1+2})) - B \right].$$

Тобто $L(\pi^*) \leq L(\pi) + \delta$.

Вивчення різноманітних модифікацій поставлених задач

дозволило відокремити ефективно вирішувемі частинні випадки і опрацювати точні поліноміальні процедури їх розв'язання.

Ствердження 5. Якщо кількість машин другого рівня перевищує довжину других етапів робіт $m > p+1$, тоді задача ефективно розв'язується за поліноміальний час.

Розроблено точний алгоритм рішення цієї задачі.

Ствердження 6. Якщо довжина першого і другого етапів робіт є величинами постійними ($\gamma_j = \text{Const}$, $\beta_j = \text{Const}$), то задача ефективно розв'язується за поліноміальний час.

Ствердження 7. Якщо сума мінімальних довжин перших етапів робіт з кожної підмножини G_i , $i = \overline{1, m}$ більша β , тобто $\sum_{i=1}^m \min_{j \in G_i} \gamma_j > \beta$, то задача ефективно розв'язується за поліноміальний час.

Ствердження 8. Якщо довжини перших етапів всіх робіт більші або дорівнюють довжині другого етапу відповідної роботи, тобто $\gamma_j \geq \beta$, $j = \overline{1, n}$, то задача ефективно розв'язується за поліноміальний час.

Ствердження 9. Якщо $m=2$ і $\gamma_j < \beta$, $i = \overline{1, m}$, то задача $F1 + m \mid no\ wait, interrupt\ line, 1=10, P = \text{Const} \mid L_{\min}^{<2>}$ ефективно розв'язується за поліноміальний час.

В роботі пропонуються точні поліноміальні процедури розв'язання наведених частинних випадків задач дослідження.

Програмна реалізація алгоритмів задач часової координації роботи автомобільного транспорту та навантажувально-розвантажувального комплексу виконана на Паскалі в середовищі проблемно-орієнтованого пакету, який призначений для систематизації на програмному рівні результатів.

одержаних в класі задач послідовно-паралельного упорядкування в системі $1+M$ машин. Принцип створення пакету дозволяє доповнювати його новими модулями і задачами.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ

Результати проведених досліджень є подальшим розвитком розділу теорії розкладів, який займається розв'язанням задач упорядкування двоетапних робіт у системі $1+M$ машин.

У практичному відношенні виконана робота є внеском у розв'язання задач оптимального планування роботи навантажувально-розвантажувального комплексу і рухомого складу на вантажному автомобільному транспорті. Основні результати полягають у наступному:

1. Обґрунтовано вибір математичного апарату для розв'язання задач часової узгодженості роботи навантажувально-розвантажувального комплексу і автомобільного транспорту. Дано формулювання поставлених задач в термінах теорії розкладів.

2. Описано дворівневу модель ресурсів $1 + M$. Дана класифікація моделей ресурсів з урахуванням функціональних характеристик машин другого рівня. Виділено клас задач оперативного управління на автомобільному транспорті, що описується наведеною моделлю ресурсів.

3. Розроблені класифікаційні формули задач, що досліджуються. Систематизовані на підставі класифікаційних формул задачі упорядкування двоетапних робіт в системі $1+M$.

4. На підставі теорії NP-складності проведено аналіз обчислювальної складності задач упорядкування вантажно-тран-

спортних операцій на вантажному автомобільному транспорті. Доведена сильна NP-важкість загальних постановок задач досліджуваного класу.

5. Доведено ряд властивостей оптимальних за швидкістю розкладів задач координації роботи навантажувально-розвантажувального комплексу і транспортних засобів.

6. Розроблено математичні методи розв'язання задач упорядкування двоетапних робіт в системі $1+M$ машин.

7. З урахуванням властивостей оптимальних за швидкістю розкладів опрацьована приблизна поліноміальна процедура розв'язання задач координації роботи навантажувально-розвантажувального комплексу та автомобільного транспорту при обслуговуванні монопостачальника. Дана аналітична оцінка роботи алгоритма.

8. Відокремлено ряд частинних випадків загальної задачі координації роботи навантажувально-розвантажувального комплексу і автомобільного транспорту, що можуть бути оптимально розв'язані за поліноміальний час.

9. Виконано програми реалізацію розроблених алгоритмів в середовищі проблемно-орієнтованого пакету One Plus N Machine. Одержані результати обчислювального експерименту підтверджують теоретичні оцінки розроблених алгоритмів.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ ОПУБЛІКОВАНО У СЛІДУЮЧИХ НАУКОВИХ ПРАЦЯХ

1. Панишев А. В., Бурцева Л. П., Полозова Л. И. О выборе оптимальной очереди обслуживания технологических линий транспортным механизмом // Электронное моделирование. - 1990, №2. - с. 90-94.

2. Malolepzy A., Varakin A.S., Panishev A.V., Polozova L.N. Some New Results for Generalized Two-stage Flowshop Sequencing Problems // Articles of Polish Cybernetical Society "System. Modelling. Control." - 1990, V.3. - p. 15-20.

3. Malolepzy A., Panishev A.V., Polozova L.N. Some New Results for Optimal Two-stage Flowshop System Sequencing. // Articles of Polish Cybernetical Society "System. Modelling. Control." - 1993. - V.2. - p.104-106.

4. Панишев А.В., Полозова Л.Н., Черношук С.А. Метод дихотомии в решении задач теории расписаний // Исследование проблем транспортных систем. - Сб. научн. трудов. - Харьков: Изд. ХГАДТУ, 1996. - с. 56-60.

5. Панишев А.В., Полозова Л.Н., Сословский В.Г. Алгоритмы оптимального упорядочения в управлении погрузочно-транспортными системами // Тезисы доклада Всесоюзной конференции "Моделирование процессов управления транспортными системами". - Владивосток, 1989. - с. 168-169.

6. Кузьменко Н.М., Панишев А.В., Полозова Л.Н. и др. Подсистема оперативного планирования и учета затрат на АТП // Тезисы докладов Всесоюзной конференции "Теория и практика применения экономических методов хозяйствования в промышленности и на автомобильном транспорте". - Суздаль, 1990. - с. 278-280.

7. Костикова М.В., Полозова Л.Н. Теория расписаний в оптимизационных задачах на транспорте // Тезисы докладов Международной научной конференции "Современные транспортные проблемы". Харьков, 1996. - с. 75.

АНОТАЦІЯ

L. N. Polozova. The mathematical models of the selection of the decisions in the problems of the regulation of two-operating works at transport. Dissertation on competition of a scientific degree of candidate of technical sciences on speciality 05.13.01. - "System Analysis and Optimum Decisions Theory". University of Internal Affairs, Kharkov, 1997.

Here is submitted the scientific work containing the research of the problems of regulation of the load-transport operations. The problem is formulated by means of the terms of theory of the schedules as the problem of the regulate of two-stage works in system with 1+M Machines. The dissertation is containing the mathematical models of researched problems. The analysis of the calculating complexity of problem was executed. There are the proofs of the quality of the optimal schedulings, taking into consideration the speed of the calculations. The authoress has developed mathematical methods for solving the problems of regulation of two-stage works in system with 1+M Machines. The authoress has determined the effective solving of particular cases of the problem and the precise algorithms of their decisions. The algorithms have been realized on computers in environment of the packet One Plus M Machine which was integrated to the production.

Л. Н. Полозова. Математические модели и методы принятия решений в задачах упорядочения двухоперационных работ на транспорте. Диссертация на соискание ученой степени кандидата

технічних наук по спеціальності 05.13.01 - системний аналіз і теорія оптимальних рішень, Університет внутрішніх дел, Харків, 1997.

Захищається наукова робота, що містить дослідження завдань упорядкування погрузочно-транспортних операцій. Завдання формалізована в термінах теорії расписаний, як задача упорядкування двохопераційних робіт в системі 1+М машин. В дисертації розроблені математичні моделі поставлених завдань, доведені властивості оптимальних по швидкодії расписаний, виконаний аналіз вичисельної складності, розроблені математичні методи рішення задачі упорядкування двохопераційних робіт в системі 1+М машин. Встановлені ефективні розрешимі частині випадки, розроблені точні алгоритми їх рішення. Виконана програмна реалізація розроблених алгоритмів в середі проблемно-орієнтованого пакета One Plus M Machine, який впроваджено в виробничу практику.

Ключові слова: системний аналіз, математичні моделі, упорядкування робіт, ефективний алгоритм, NP-складність задачі, оптимальні рішення.

Відповідальний за випуск-Арістова І. В.

Підписано до друку 20.03.97. Формат 80х90/16. Папір газет.
Друк. офсетн. Умовн. друк. арк. 1,0. Тираж 100 прим.
Закончення N 5/3

Ротапринт Університету внутрішніх справ
310080, м. Харків, пр. 50-річчя СРСР, 27.

AB 37.461