МО УКРАЇНИ

Луцький індустріальний інститут

На правах рукопису

СОБЧУК Любов Наумівна

УДК 658.654+621.86.067

ФОРМУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ РІВНІВ ЗАПАСІВ ЗАГОТОВОК У НАГРОМАДЖУВАЧАХ ГНУЧКИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

Спеціальність 05.02.08

Технологія машинобудування

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття вченого ступеня

кандидата технічних наук

Луцьк 1996

ЛННБ України ім.В.Стефаника
00760275 (R)

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Луцькому індустріальному інституті

Науковий керівник: д.т.н., професор
Шабайкович Віктор Антонович

Офіційні опоненти: д.т.н., професор
Зенкін Анатолій Семенович
к.т.н., доцент
Гусєв Анатолій Павлович

Провідна організація: Харківський науково-дослідний інститут технології машинобудування

Захист дисертації відбудеться "31" *травня* 1998 р. о год на засіданні спеціалізованої Ради К 35.01.01 Луцького індустріального інституту (263013, м.Луцьк, вул.Львівська 75, Луцький індустріальний інститут)

Ваші відгуки і пропозиції на автореферат у двох примірниках, завірені печаткою, просимо надсилати вченому секретарю спеціалізованої Ради.

З дисертацією можна ознайомитись у читальному залі Луцького індустріального інституту, вул.Львівська 75.

Автореферат розісланий "23" 04 1998 р.

Вчений секретар Ради
к.т.н. доцент В.І.Марчук

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми.

Створення сучасних конкурентоздатних автоматизованих технологічних систем - науково-технічна проблема, яка потребує, крім капітальних вкладень, високої якості інженерних рішень при проектуванні, і може бути вирішена тільки на основі потужних математичних методів прогнозування характеристик технологічних процесів.

Найбільшу трудомісткість становлять розробки складальних автоматичних ліній (АЛ) з гнучким зв'язком. І на Україні, і за кордоном це найменш автоматизована галузь з рівнем автоматизації менше десяти процентів, в той час як по вартості і трудозатратам складання становить біля 50 процентів всього виробництва в промисловості. Функціонування складальних АЛ складне, мало вивчене, не описується теоретично і важко піддається прогнозуванню. Імітаційне моделювання роботи АЛ на ЕОМ - єдиний надійний метод, який використовується в проектуванні.

В усіх випадках важливе місце займають проблеми орієнтування деталей і визначення мінімально необхідних запасів заготовок на кожній технологічній операції або їх групах. При створенні таких пристроїв, як орієнтатори-нагромаджувачі, найбільш перспективними вважаються модульні технології. Відчувається гострий дефіцит в теоретичній базі для практичної реалізації модульних принципів в проектуванні гнучких виробничих систем (ГВС).

Для того, щоб теоретичні положення сучасних наукових підходів могли б бути використані стосовно ГВС, необхідна кардинальна переробка існуючих уявлень про потоки заготовок між пристроями ГВС. Із аналізу літературних даних слідує, що густина розподілення інтервалів часу між заготовками в обмінних потоках повинна мати тенденцію до групування біля моментів часу, крат-

них робочим циклам. Використання традиційного неперервного експоненціального розподілення для опису потоків ГВС є неточним, а в багатьох випадках - принципово невірним.

Існуючі математичні теорії, які претендують на опис роботи АЛ, функціонування таких вузлів нагромаджувача, як пристрої завантаження і розвантаження, належної уваги не приділяють. Їх взаємодію не враховують. В даних наближених підходів існують суттєві розбіжності.

Крім того, у ГВС нагромаджувачі часто виконують додаткові виробничі функції, наприклад, орієнтування. Доцільно розглянути нагромаджувач як комплексний прилад, так як окремі його вузли можуть по-різному впливати на густину потоків заготовок. Створення математичної моделі нагромаджувача - необхідний елемент рішення загальної задачі формування раціональних рівнів міжопераційних запас в. Нагромаджувач визначає якість технології, а інколи і можливість створення ГВС.

Мета роботи.

Метою дисертаційної роботи є створення уточненого аналітичного методу прогнозування раціональних рівнів запасів заготовок в нагромаджувачах ГВС з урахуванням взаємодії пристроїв, які входять до складу нагромаджувачів, взаємного впливу нагромаджувачів і агрегатів ГВС, дискретної компоненти стохастичній структурі потоків заготовок, які формуються при роботі ГВС.

Задачі досліджень.

1. Створити математичну модель нагромаджувача, в якому його місткість, завантажувальний і розвантажувальний пристрої розглядаються у їх взаємодії і в псевдодискретних потоках заготовок.

2. Провести експериментальні дослідження у виробничих умовах особливостей реальних потоків заготовок, які формуються у ГВС. Розробити відповідну інженерну модель у вигляді пакету

прикладних програм, провести чисельні експерименти і дослідити роботу нагромаджувачів. Вивчити, як впливають на пропускну здатність нагромаджувача його місткість, статистичні параметри густин і якісний характер потоків заготовок на вході і виході, в тому числі - в нестаціонарних умовах.

3. Розробити узагальнену модель нагромаджувача і, на її базі, методику розрахунку раціональних рівнів нагромадження, видати науково обгрунтовані рекомендації по формуванню міжопераційних запасів при проектуванні ГВС і при розробці конструкцій нагромаджувачів.

На захист виносяться слідуючі положення.

- уявлення про псевдодискретний характер потоків заготовок в ГВС, в залежності від конструкцій нагромаджувачів і обладнання дільниць ГВС закон розподілення часових інтервалів між заготовками може бути близьким до неперервного експоненціального або до дискретного геометричного, або включати в визначених пропорціях першу і другу компоненту;

- узагальнена математична модель нагромаджувача, яка враховує взаємодію його пристроїв, реальний стохастичний псевдодискретний характер густини потоків заготовок ГВС і дозволяє оцінити пропускну здатність нагромаджувача в залежності від умов функціонування, параметрів завантажувального, розвантажувального пристроїв і місткості;

- нова уточнена методика розрахунку раціональних рівнів запасів заготовок у нагромаджувачах для задач прогнозування в проектуванні ГВС.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в слідуючому.

1. Розширений науковий підхід до прогнозування ві транспортно-складських операцій, по-новому застосована ідеологія теорії графів до вивчення нагромаджувача в псевдодискретних потоках

продукції. Розроблена методика розрахунків і отримані аналітичні залежності для ймовірностей станів системи, яка представляє сукупність пристроїв нагромаджувача або нагромаджувач у складі АЛ. Доведена збіжність результатів, отриманих методом Монте-Карло, з даними, які дає запропонований ймовірностно-аналітичний метод.

2. Проведений аналіз чисельних даних, виявлені нові закономірності для нестаціонарних потоків. Доведено, що релаксаційні процеси в виробничих системах не носять експоненціального характеру. Визначені принципові особливості процесів у ГВС, виявлені своєрідні коливальні явища на протязі встановлення станів рівноваги.

3. На основі аналізу багатофакторної задачі з використанням симетричних співвідношень одержаний у загальному вигляді закон прямування до максимуму величини пропускної здатності нагромаджувача для всієї можливої області зміни вихідних параметрів псевдодискретної задачі. Закон має аналітичний вигляд і зв'язує узагальнені змінні, що є параметрами-комплексами.

Практична цінність роботи.

1. Аналітичні залежності, які запропоновані в роботі, а також пакет прикладних програм, чисельні дані і практичні рекомендації дозволяють при проектуванні ГВС розробляти конструкції нагромаджувачів, які оптимізовані з точки зору продуктивності, собівартості, конкурентоздатності на світовому ринку по виробничому обладнанню і по продукції.

2. Крім того, запропонований в даній роботі спрощений метод і виявлені якісно нові закономірності у вигляді узагальнених аналітичних залежностей, обчислення яких не потребує використання ЕОМ, дають можливість проводити цілеспрямований пошук оптимальних варіантів ГВС, підвищити якість і скоротити затрати на проектування.

Апробація роботи. Результати роботи впроваджені у виробництво на двох заводах України. При цьому, зокрема, використовується математична модель ГВС з нагромадженням, яка доведена до інженерного рівня, оформлена у вигляді пакету прикладних програм і на основі якої спроектовані конструкції двох варіантів нагромаджувачів циліндричних заготовок для АЛ.

Результати роботи доповідались і обговорювались

- на Міжнародному науково-технічному симпозіумі по модульним технологіях (м.Жешів, Польща,1996);

- на Першому і Другому міжнародному симпозіумах українських інженерів-механіків (м.Львів,1993,1995);

- на трьох науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу Луцького індустріального інституту в 1992-1995 р.

По результатах дисертації опубліковано одинадцять друкованих робіт.

Структура і об'єм роботи. Робота складається з вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку літератури з 115 найменувань, викладених на 115 сторінках машинописного тексту, ілюстративного матеріалу на 31 листі та додатків.

ЗМІСТ РОБОТИ.

В першому розділі аналізується сучасний стан вирішення проблеми прогнозування раціональних рівнів запасів заготовок у нагромаджувачах ГВС, дається огляд зарубіжних і вітчизняних методів, які застосовуються. Аналізуються конструкції нагромаджувачів, експериментальні і розрахункові дані по їх функціонуванню.

При аналізі сучасної теорії прогнозування роботи АЛ враховані роботи вчених Г.А.Шаумяна, А.П.Владзієвського, Б.А.Севастьянова, Л.І.Волчкевича, М.Р.Тусупбекова, Д.Я.Горфінкеля, Н.М.Султан-

Заде, А.А.Левіна, Н.И.Шевякова, В.С.Горчева, Ю.Б.Ерпшера, Е.С.Димшица, Р.А.Георгіліна, А.І.Дашенко, Т.Ш.Баймагамбетова, А.П.Морозова, Н.І.Пасько та багатьох інших, а також прогресивні розробки зарубіжних фірм і нові погляди на ідеологію проектування ГВС.

Із розглянутих матеріалів досліджень і конструкцій витікає, що самі нагромаджувачі, а особливо – нагромаджувачі-орієнтатори, вносять вклад у формування дискретної компоненти потоків заготовок. Існуючі математичні теорії цього факту не враховують.

В другому розділі при застосуванні теорії графів в якості випадкового процесу, який є більш загальним порівняно з пуасонівським, розглянутий дискретний потік подій, інтервали між якими розподілені по закону геометричної прогресії. Неперервне експоненціальне розподілення, для якого в теорії масового обслуговування отримані основні результати, приймається як асимптотичне для малих мінімальних часових інтервалів.

Використаний опис потоків ГВС включає дискретність як параметр. Досліджується пропускна здатність нагромаджувача як функція L_1 – імовірності збою при завантаженні, L_2 – імовірності збою при розвантаженні, M_1 – імовірності відновлення працездатності завантажувального пристрою після збою, M_2 – те ж, для розвантажувального пристрою, N – місткості.

Як пристрій завантаження може розглядатися в принципі те обладнання АЛ, яке встановлене на попередній відносно місткості позиції, а як пристрій розвантаження– устаткування, в яке поступають заготовки із місткості. У відомих теоріях АЛ враховуються тільки два стани: (1) –нагромаджувач працює, (2)–нагромаджувач в стані відмови. В даній роботі стани нагромаджувача мають розширений вигляд (ikj), де i – індекс працездатності завантажувального, j– розвантажувального пристроїв, k – рівень заповнення місткості.

Рівень k змінюється в часі у відповідності з встанавленими випадковими індексами i,j . Всього розглядається 4N+4 станів нагромаджувача, які утворюють в трьохмірному просторі площини. Кожна з площин відповідає рівню заповнення k. переходи можливі між визначеними станами одних і тих же або тільки сусідніх площин (рис.1). Система рівнянь для ймовірностей станів має вигляд

$$dP_s/dt = \sum_{r=1}^{4N+4} A_{rs} \cdot P_r \,. \qquad (1)$$

де s=1..4N+4. P_s – ймовірності пронумерованих станів (1kj), A_{rs} – матриця коефіцієнтів, які залежать від L1,M1,L2,M2.

Отриманий в аналітичному вигляді слідуючий асимптотичний стаціонарний розв'язок:

при N=0:

$$D=(L_1+M_1)\cdot(L_2+M_2);$$

$$P_{000} = L_1\cdot L_2/D; \quad P_{001} = L_1\cdot M_2/D;$$

$$P_{100} = M_1\cdot L_2/D; \quad P_{101} = M_1\cdot M_2/D; \qquad (2)$$

при N≥0:

$$P_{000}= P_0\cdot A_{00}; \quad P_{001}= P_0\cdot A_{01}; \quad P_{101}= P_0\cdot A_{11};$$

$$P_{0k0}= P_k\cdot B_{00}; \quad P_{0k1}= P_k\cdot B_{01}; \quad P_{1k0}= P_k\cdot B_{10}; \quad P_{1k1}= P_0\cdot B_{11}; \qquad (3)$$

$$P_{0N0}= P_N\cdot D_{00}; \quad P_{1N0}= P_N\cdot D_{10}; \quad P_{1N1}= P_N\cdot D_{11};$$

де : – для N=1 $B_{00}=B_{01}=B_{10}=B_{11}=0$;

– для N>1 k=1..N-1 ; $D=(1-H_{44})\cdot(1-H_{11}) - H_{14}\cdot H_{41}$;

$A_{00}=A_0\cdot A_{01}$; $A_{11}=B_0\cdot A_{01}$; $A_{01}=1/(1+A_0+C_0)$;

$D_{00}=C_0\cdot D_{10}$; $D_{11}=D_0\cdot D_{10}$; $D_{10}=1/(1+C_0+D_0)$;

$A_0=[\, H_{14}\cdot H_{21} + H_{24}\cdot(1-H_{11})\,]/D$; $B_0=[\, H_{24}\cdot H_{41} + H_{21}\cdot(1-H_{44})\,]/D$;

$C_0=[\, H_{34}\cdot H_{41} + H_{31}\cdot(1-H_{44})\,]/D$; $D_0=[\, H_{14}\cdot H_{31} + H_{34}\cdot(1-H_{11})\,]/D$;

$B_{11}=1/E$; $B_{00}=A\cdot B/E$; $B_{01}=B/E$; $B_{10}=A/E$; $E=1+A+B+A\cdot B$;

$A=(H_{42}+H_{21})/(H_{13}+H_{34})$; $B=(H_{43}+H_{31})/(H_{12}+H_{24})$.

Ймовірності P_k проміжних (0<k<N) рівнів заповнення утворюють геометричну прогресію. Для кожного рівня заповнення k

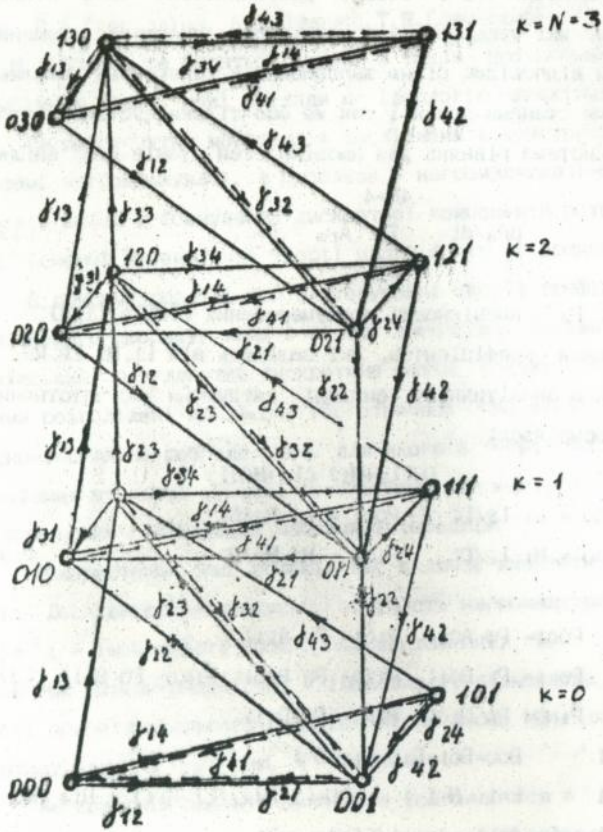

Рис. 1. Граф станів нагромаджувача. $N=3$.

співвідношення між ймовірностями P_{ik} визначаються :

- для першого рівня (k=0) - коефіцієнтами A_{00}, A_{01}, A_{11};
- для крайнього рівня (k=N) - коефіцієнтами D_{00}, D_{10}, D_{11};
- для всіх проміжних рівнів $0<k<N$ - коефіцієнтами $B_{00}, B_{01}, B_{10}, B_{11}$, які, як доказано, не залежать від k.

Після визначення ймовірностей P_{ik} можливо здійснити згортку і обчислити такі експлуатаційні характеристики: F_1- пропускна здатність завантажувального пристрою; F_+ -імовірність ситуацій "перенасичення", коли виникає потреба завантажити заготовку у заповнений нагромаджувач; F_2- пропускна здатність розвантажувального пристрою; F_- - імовірність ситуацій "голодування", коли заготовка запрошується із пустого нагромаджувача.

<u>В третьому розділі</u> проведене співставлення аналітичних виразів з результатами статистичного моделювання методом Монте-Карло. Показана збіжність даних. Виявлені ситуації, в яких при встановленні рівноваги ймовірності станів здійснюють коливання біля значень в рівновазі. Вигляд типової релаксації нагромаджувача-орієнтатора ($L_1=0.05$, $M_1=0.5$, $L_2=0.05$, $M_2=0.5$, $N=1$) слідуючий. Якщо в початковий момент t=0 завантажувальний і розвантажувальний пристрої в працездатному стані і нагромаджувач порожній, то пропускна здатність $F_1(t)$ є відмінною від експоненти монотонною функцією, яка спадає від 1 до стаціонарного значення. Імовірність P(t) того, що обидва пристрої непрацездатні, у відповідності з розрахунком швидко зростає від P(0)=0 до максимуму P_{max} в області 7-ми робочих циклів, а далі з плином часу повільно падає від P_{max} до асимптотичного значення $P_a=0.75\cdot P_{max}$. Такі залежності слідують із системи рівнянь (1).

В стаціонарному розв'язку пропускна здатність нагромаджувача залежить від відношень параметрів L_1/M_1 та L_2/M_2 і зберігається, якщо ці пристрої поміняти місцями. Якщо параметри

функція розподілу відмов і поновлень рівні : $L_1=L_2$, $M_1=M_2$ або $L_1=M_2$, $L_2=M_1$, то збіжність результату з плином часу до асимптотичного (при великих N) найменша. Найкраща збіжність спостерігається при одночасно малих величинах $1-L_1, 1-M_2$, або $1-L_2, 1-M_1$. Абсолютна різниця величин F_+ і F_- не залежить при $N>0$ від N :

$$F_+(N) = P_0\cdot(A_{01}-f): \qquad F_-(N) = P_N\cdot(D_{01}-g): \qquad (5)$$

$$F_+ - F_- = (L_2\cdot M_1 - L_1\cdot M_2)/[(L_1+M_1)\cdot(L_2+M_2)]. \qquad (4)$$

Знайдений узагальнений вид залежності пропускної здатності F нагромаджувача від L_1, M_1, L_2, M_2, N. Параметри-комплекси

$$u = N\cdot(L_1+M_1+L_2+M_2)/4: \qquad v = (F-F_0)/(F_{max}-F_0) : \qquad (5)$$

де $F_0=F_0(L_1, M_1, L_2, M_2)$ – значення $F(L_1, M_1, L_2, M_2, N)$ при $N=0$:

$F_{max}=F_{max}(L_1, M_1, L_2, M_2)$ – $F(L_1, M_1, L_2, M_2, N)$ при великих N. Імовірність F_0 дорівнює добутку $K_1\cdot K_2$ коефіцієнтів використання обладнання для завантажувального і розвантажувального пристроїв. $F_{max}=\min(K_1, K_2)$. Область існування змінної v для $U=(u/N_{max})^{1/4}$ міститься між двома обвідними :

-верхній ($K_1<<K_2$ або $K_1>>K_2$): $v_{max}(U) = 1-\exp(-5\cdot N_{max}\cdot U^4)$:

-нижній ($K_1=K_2$): $v_{min} = (2/\pi)\cdot arctg(0.5\cdot N_{max}\cdot U^4+0.4\cdot(N_{max}\cdot U)^{3/4})$.

В четвертому розділі представлені методика і результати експериментальних досліджень обмінних потоків заготовок. Вимірювання проводились на Державному підшипниковому заводі (м. Луцьк). Всього досліджено чотири типи нагромаджувачів: нагромаджувач-орієнтатор елеваторного типу, нагромаджувач роликовий фірми "Мікроза", вібронагромаджувач лотковий і нагромаджувач-орієнтатор з обертовим дном. Заготовки мали циліндричну форму (ролики, осі) діаметром – від 18 до 32 мм. Результати реєструвались і аналізувались на PC/AT-286.

В експериментах для перших двох нагромаджувачів теоретичне положення про геометричність розподілення випадкових інтервалів між заготовками, в основному, підтвердилось.

Мінімальні інтервали між заготовками склали, відповідно, 1.5 с , і 1.7 с : показники геометричних прогресій – 0.07 , 0.06. Показники відповідають ймовірностям незачеплення орієнтованих заготовок направляючими механізмами нагромаджувачів. Розподілення похибок вимірювань часу має нормальний вигляд з середнім квадратичним відхиленням 0.15 с, при обсязі експериментальних даних для кожного нагромаджувача близько 15000 значень інтервалів.

Несподівані результати отримані для вібронагромаджувача і для нагромаджувача-орієнтатора з обертовим дном. В останньому заготовки при перекочуванні приймають випадкові положення і при визначенні орієнтації попадають в направляючий паз вивантажувального пристрою. Із конструкції нагромаджувача не слідує його упорядковуючий вплив на час випуску заготовок. Разом з тим, такий вплив в експерименті явно мав місце. В розподіленні 15000 інтервалів часу між заготовками (рис.2) спостерігаються екстремуми з проміжками в Δt=3с.

Величина Δt залежить від конструкції нагромаджувача, вклад дискретної компоненти (області даних вище нижньої обвідної) для нагромаджувачів монотонно падає по закону, який можна апроксимувати геометричною прогресією. Дослідження отриманих результатів показують, що потоки заготовок у ГВС мають дискретний характер або помітно виражену дискретну компоненту.

Порівняння результатів, які дають дискретний і неперервний підходи, показало максимальну розбіжність в даних до 50% для ймовірностей крайніх рівнів нагромадження, – тих, які приймають участь в утворенні ситуацій "перенасичення", "голодування" і найбільше впливають на пропускну здатність нагромаджувача. Ця різниця слідує із того, що апріорні розподілення, які використовуються в обчисленнях, якісно різні.

Результати оптимізації місткості наведені на рис.3 для на-

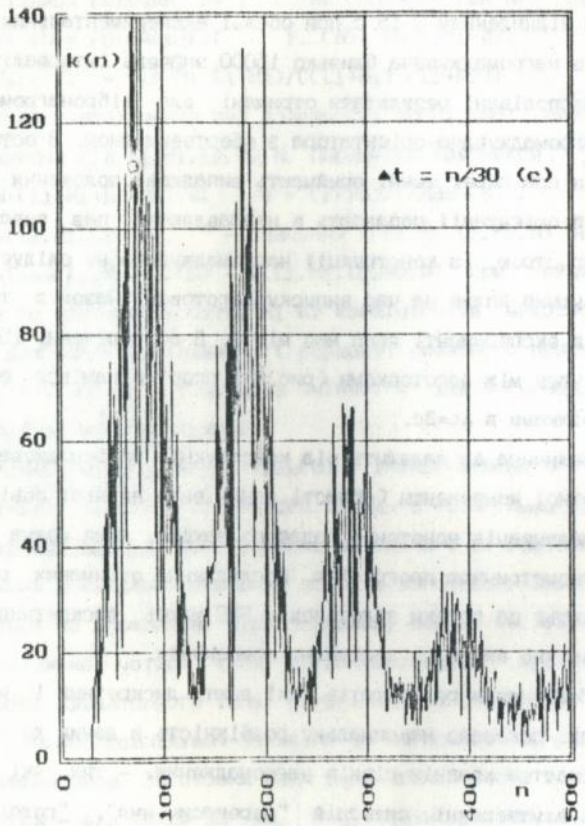

РИС. 2. РОЗПОДІЛЕННЯ ІНТЕРВАЛІВ Δt МІЖ ЗАГОТОВКАМИ ПО 500 РІВНЯХ n ЧАСУ. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ ДЛЯ ВІБРОНАГРОМАДЖУВАЧА - ОРІЄНТАТОРА.

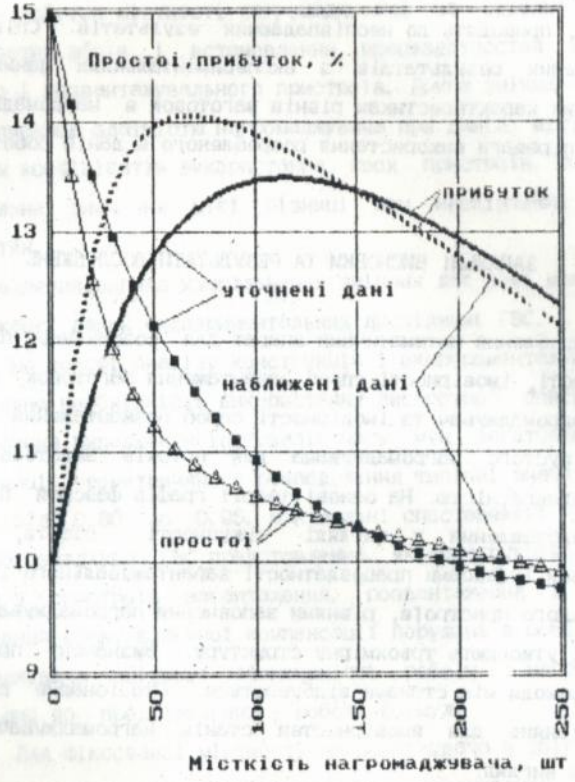

Рис.3 . ЗАЛЕЖНІСТЬ ПИТОМИХ ПРОСТОЇВ І ПРИБУТКУ ВІД МІСТКОСТІ НАГРОМАДЖУВАЧА

громаджувача циліндричних заготовок, який розроблений і встановлений на Львівському заводі тракторних агрегатів. Наближений метод (неперервна модель) і метод, розроблений в роботі на основі псевдодискретної моделі з урахування взаємодії вузлів нагромаджувача, приводять до неспівпадаючих результатів. Співставлення уточнених результатаів з експериментальними даними по ймовірностних характеристиках рівнів заготовок в нагромаджувачі підтвердило переваги використання розробленого в даній роботі методу.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

1. Розроблений математичний апарат для розрахунку пропускної здатності, імовірності спроб завантаження заготовок в наповнений нагромаджувач та імовірності спроб розвантаження заготовки із пустого нагромаджувача для потоків заготовок з довільною дискретністю. На основі теорії графів фазовий простір задачі представлений у вигляді сукупності станів, які відрізняються індексами працездатності завантажувального і розвантажувального пристроїв, рівнями заповнення нагромаджувача заготовками і утворюють трьохмірну структуру. Визначені правила, по яких переходи між станами відбуваються. Стаціонарне рішення системи рівнянь для ймовірностей станів нагромаджувача має аналітичний вигляд.

2. Ймовірності рівнів нагромадження для пуасонівських потоків утворюють геометричну прогресію. В дискретних потоках для крайніх рівнів, які відповідають за компенсаційні явища, пропорції ймовірностей суттєво відрізняються від пропорцій між ймовірностями проміжних рівнів. Дискретний підхід приводить до уточнених пропускних здатностей, які можуть відрізнятися на 50 про-

центів від аналогічних даних неперервного наближення.

3. Теоретично обгрунтований закон прямування до насичення пропускної здатності із зростанням місткості нагромаджувача. Для формулювання закону знайдений вигляд узагальнених змінних, одна з яких - добуток місткості нагромаджувача на середнє значення ймовірностей збоїв і встановлення працездатностей завантажувального і розвантажувального пристроїв. Друга змінна - різниця між пропускною здатністю нагромаджувача при даній місткості та добутком коефіцієнтів використання двох пристроїв, поділена на максимальне значення цієї різниці при нескінченно великих місткостях.

Знайдений вигляд узагальнених змінних дає нові можливості в класифікації даних експериментальних досліджень ГВС.

4. На основі аналізу конструкцій і експериментальних даних встановлена необхідність використання дискретного опису густини розподілення випадкових інтервалів часу між заготовками. При апроксимації геометричнного розподілення типічні значення показника - від 0.80 до 0.95, мінімальні спостережені - 0.55.

Нагромаджувач ГВС представлений, як конструкція, що складається з пристроїв завантаження, розвантаження і місткості. Колективний ефект взаємної компенсації порушень в роботі вузлів нагромаджувача збільшує ефективність роботи нагромаджувача відповідно до представлених у роботі формул.

5. Для фіксованої місткості нагромаджувача в збільшенні його пропускної здатності пріоритетно прямування зменшити ймовірності збоїв порівняно з намаганням зменшити час відновлення після збоїв. Факт такої нерівнозначності випливає і дискретності процесів обміну в ГВС.

6. Використання запропонованої ймовірностно-аналітичної методики у визначенні раціональних рівнів нагромадження заготовок

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

приводить до рівнів, які можуть відрізнятися на 15–70 процентів від рівнів, спрогнозованих на основі наближеного неперервного підходу. Похибка у визначенні раціональних рівнів на основі розробленої уточненої методики оцінюється в 4–7 процентів.

7. Співставлення затрат машиного часу при обчисленні на ЕОМ PC/AT-286 (40Мгц) ймовірностей всіх станів нагромаджувача-орієнтатора при середніх ймовірностях збоїв (0.03) для значень місткості від 0 до 250 з кроком 1 слідуюче: точні аналітичні вирази – 300 сек; статистичне моделювання при максимальній допустимій відносній похибці 0.1% – 13700 час (оцінка).

8. На основі методики проведені розрахунки економічної ефективності автоматичної лінії з гнучким зв'язком і розроблені конструкції двох нагромаджувачів, які впроваджені у виробництво на двох заводах. Використання нової методики в практиці проектування ГВС має переваги порівняно з відомими методиками з точки зору точності даних, зручності і економії машинного часу.

Основний зміст дисертації опублікований в слідуючих роботах.

1. Собчук Л.Н., Риков Е.Н. К определению вместимости накопителя на основании моделирования транспортно-загрузочной операции. Луцк., ЛИИ, 1992, N11(253), с.241, Деп.в УкрИНТЕИ N 1045-УК.92.

2. Собчук Л.Н. Автоматичне завантаження технологічних систем. Тези доповідей Восьмої науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу Луцького індустріального інституту.. Луцьк, 1993, с.189

3. Собчук Л.Н. Визначення оптимального рівня запасу заготовок. Тези доповідей Першого міжнародного симпозіуму українських інженерів-механіків у Львові, травень 18–20 1993, м.Львів, с.301.

4. Собчук Л.Н. Огляд зарубіжних конструкцій нагромаджувачів. Наукові нотатки Луцького індустріального інституту, сер.Техно-

логія машинобудування. Луцьк, 1995, с.28-29.

5. Собчук Л.Н. Технологічна модель міжопераційного нагромаджувача. Тези доповідей Другого міжнародного симпозіуму українських інженерів-механіків у Львові, травень 4-6, 1995, м.Львів, с.115.

6. Собчук Л.Н. Оптимізація місткості операційних нагромаджувачів в автоматизованому виробництві. Тези доповідей Міжнародної конференції "Ресурси та енергозберігаючі технології", м.Одеса, 1995, с.97.

7. Собчук Л.Н., Шабайкович В.А., Мезенцев С.П. Математическое моделирование работи межоперационного модуля складирования и загрузки. Тезиси докладов Международного симпозиума по модульным технологиям. Польша, г.Жешув, январь 19-23 ,1996, с.182-190.

8. Л.Н.Собчук, С.П.Мезенцев, Т.П.Маркова. Динамические характеристики уровней накопления заготовок в гибком автоматизированном производстве. Тезисы докладов Международной конференции по системам управления автоматизированних производств, г. Луганск, май, 1996, в печати.

Sobchuck L.N. The forming out of the rational levels of storage reserve in the flexible manufacturing system collectors.

The thesis for competition for the scientific degree of the candidate of the technical sciencies speciality 05.02.08 - the technology of machine-building. The Lutsk Industrial Institute, Lutsk, 1996.

For mathematical modeling of the projecting flexible manufacturing system the comprehensive and exact prognosis method have been elaborated for calculation the necessary and sufficient stock of storages. Two main effects are took into account. The first is interaction between the different

mechanisms of accumulation system. The second is presence of discreet components in the density of time interval probability in exchange storage strem between machines of flexible system. The general model of stock module, experimental and theoretical datas in its comparision are represented.

Собчук Л.Н. Формирование рациональных уровней запасов заготовок в накопителях гибких технологических систем.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – технология машиностроения. Луцкий индустриальный институт, Луцк, 1996.

Для задач математического моделирования проектируемых гибких производственных систем разработана уточненная методика прогнозирования необходимых и достаточных уровней накопления межоперационных запасов заготовок. Уточнение состоит в учете двух эффектов. Первый – взаимодействие устройств накопителя, приводящее к определенной компенсации сбоев в их работе. Второй – наличие дискретной компоненты в плотности вероятности распределения моментов времени между заготовками в потоках обмена между агрегатами. Представлена обобщенная модель накопительного устройства и получены количественные данные, которые сопоставляются с экспериментальными и с результатами численных расчетов.

Ключевые слова: гибкая технологическая система, накопитель, автоматическая линия, сборочное производство, ориентирование, случайная функция, временной интервал, заготовка, статистические испытания, математическое моделирование, теория графов, пакет прикладных программ, алгоритм, проектирование, прогнозирование.

Пошукач Л.Н. Собчук

Ав 34.711