

На правах рукопису

ВІСІКАЛО ОЛЕТ ВОЛОДИМИРОВИЧ

РОЗРОБКА АНАЛІТИКО-ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ І МЕТОДУ
ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ
ПРИЛАДОБУДІВНИМ ВИРОБНИЦТВОМ

Спеціальність 05.13.02 – математичне моделювання
в наукових дослідженнях

А в т о р е ф е р а т
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук



00778214 (Т)

Робота виконана на кафедрі автоматизованих систем управління Вінницького державного технічного університету.

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор

Літвінов М.Л.

Ориційні опоненти:

доктор технічних наук, професор Герасимов В.М.

кандидат технічних наук Борисюк А.А.

Провідна установа: відкрите акціонерне товариство "Маяк" м.Вінниця.

Захист відбудеться " 30 " червня 1995 р. о 12³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 10.01.03 у Вінницькому державному технічному університеті за адресою: 266021, м.Вінниця, Хмельницьке шосе, 95.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Вінницького державного технічного університету.

Автореферат розісланий " 30 " 05 1995 р.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради

Колодний В.В.

Актуальність роботи. Однією з провідних галузей промисловості незаперечно вважається приладобудування. Від технологічного рівня галузі багато в чому залежить сучасний рівень науково-технічного прогресу.

Значне місце у вітчизняному і закордонному приладобудуванні займає складне науковомістке одиничне і дослідне виробництво. На відміну від масового і серійного одиничне виробництво вміщує в собі різкий контраст між цінністю унікального обладнання, без якого неможливе створення сучасної продукції, і низьким ступенем автоматизації процесів управління підприємством. Особливо це стосується найбільш складного виду управління - оперативного.

Такий стан речей викликаний багатьма причинами. Серед них - неповторний унікальний характер і значна складність одиничної продукції - замовлень, суто технологічна неможливість використання попередніх календарних планів, очевидна невідповідність між відомими математичними моделями та умовами виробництва і, як наслідок, майже повна евристичність у прийнятті рішень щодо оперативного управління. Все це призводить до значних економічних втрат на виробництві внаслідок нераціонального використання наявних матеріальних і трудових ресурсів.

Вирішення цієї важливої проблеми неможливе без розробки і впровадження математичних методів моделювання процесів управління виробництвом. Дослідження, спрямовані на створення методів моделювання систем управління, інтенсивно проводяться і в нашій країні і за її межами; значний внесок в розвиток ідеології моделювання зробили вітчизняні вчені.

Однак дотепер оперативне управління сучасним одиничним і дослідним приладобудівним виробництвом має незначний ступень автоматизації, як в країнах СНД, так і за кордоном. Відсутні формальні методи оцінки ефективності і якості оперативного управління, які мають бути основою для аналізу і синтезу систем означеного класу.

Об'єктом дослідження в роботі є одиничне приладобудівне виробництво з системою оперативного управління, що спрямована на виконання замовлень.

Предмет дослідження полягає в комплексній оцінці ефективності і якості функціонування системи оперативного управління приладобудівним виробництвом (ОУПВ).

Мета роботи - розробка взаємозв'язаного комплексу науково-методичних принципів, математичних моделей, алгоритмів і програмного забезпечення для узагальненої оцінки ефективності і якості функціонування ОУПВ.

Задачі досліджень. Для досягнення вказаної мети автором поставлені і розв'язані такі часткові задачі :

1) формулювання принципів аналітико-імітаційно-експертної оцінки ОУПВ у вигляді дерева рішень;

2) розробка за модульним принципом аналітико-імітаційної моделі (АІМ), що входить в дерево рішень, для оцінки і оптимізації показників ефективності ОУПВ;

3) розробка моделей редукції аналітико-імітаційних та експертних оцінок ОУПВ, що можуть корелювати між собою;

4) створення програмного та інформаційного забезпечення для реалізації запропонованого методу комплексної оцінки оперативного управління на приладобудівних підприємствах.

Методи досліджень. В ході виконання роботи використовувались аналітичні, імітаційні та експертні методи моделюван-

ня. Теоретичні дослідження ґрунтувались на поєднанні принципів системного аналізу і штучного інтелекту з методами теорії дослідження операцій і збору експертних даних. Експериментальна перевірка теоретичних положень проводилась на діючих приладобудівних підприємствах.

Наукова новизна результатів роботи :

1. На відміну від відомих праць даного напрямку, де оцінюються окремі показники оперативного управління, вирішена задача комплексної оцінки ефективності і якості функціонування ОУПВ, як взаємопов'язаної на основі дерева рішень системи виду "об'єкт управління - система управління".

2. Вперше побудовано типовий набір аналітико-імітаційних модулів для оптимізації і оцінки кортежу найбільш вагомих показників ефективності ОУПВ. Це становить відміну від попередніх праць, де моделювання процесів оперативного управління проводиться по частковим критеріям.

3. В порівнянні з відомими методами побудови α -нормальних критеріїв на основі поверхонь байдужості, які передбачують редукцію тільки корельованих показників, запропонований алгоритм дозволяє заздалегідь виключити незалежні показники.

4. Вперше отримано алгоритмічне і програмне забезпечення для вирішення всього комплексу задач оцінки системи ОУПВ, що спрямована на виконання замовлень, на основі єдиної науково-методологічної і математичної бази.

Практична цінність результатів роботи :

1. Принцип комплексності у вигляді дерева рішень став науковою основою для узгодження аналітико-імітаційно-експертних моделей і методів редукції отриманих оцінок у вигляді інженерної методики комплексної оцінки ОУПВ.

2. Розроблена аналітико-імітаційна модель дозволила

отримати і оптимізувати базові оцінки показників ефективності функціонування приладобудівного цеху з системою ОУПВ, що спрямована на виконання замовлень.

3. На основі використання методу редукції відібрані незалежні показники ефективності і якості функціонування ОУПВ, що сприяло значному зменшенню необхідних експертних даних.

4. Пакет прикладних програм став практичною основою для реалізації інженерної методики комплексної оцінки ефективності і якості функціонування ОУПВ.

Реалізація результатів роботи. Результати досліджень втілені у виробках :

- програма для проведення комплексної оцінки стану системи оперативно-виробничого планування / НДР № 4653 ВПІ/;

- комплекс моделювання в області оперативного управління приладобудівним виробництвом / НДР № 4665 ВПІ/;

- пакет прикладних програм для комплексної оцінки системи оперативного управління приладобудівним підприємством / НДР № 4681 ВПІ/.

Впровадження результатів роботи в НДТІП (м.Харків) дозволило отримати щорічний економічний ефект в обсязі 34356 крб. у цінах 1991 року. Часткові наукові результати досліджень також впроваджено в учбовий процес ВДТУ при викладанні дисциплін "Автоматизовані системи управління виробництвом" та "Автоматизація проектування систем управління".

Апробація роботи. Основні положення роботи доповідались і обговорювались на протязі 1989 - 1993 р.р. на науково-практичній конференції "Інженерні імітаційні ігри" (м.Москва), науково-практичній конференції "Зростання ефективності управління якістю виробництва на основі використання системи інформаційно-математичного моделювання" (м.Вінниця), міжву-

зівській науково-методичній конференції " Проблеми створення і використання автоматизованих навчальних комплексів в курсах вищої і прикладної математики " (м.Вінниця), науково-технічній конференції з міжнародною участю " Приладобудування - 93 і нові інформаційні технології " (м.Миколаєв), а також на науково-методичних конференціях Вінницького державного технічного університету і семінарах кафедри АСУ ВДТУ.

Конкретна особиста участь автора в одержанні результатів, викладених в дисертації. Автор був відповідальним виконавцем, науковим керівником та безпосереднім співвиконавцем науково-дослідних робіт, в яких реалізовані основні положення, наведені в дисертації. Особисто автором були отримані такі результати, що виносяться на захист:

- запропонована формалізація оцінки ефективності і якості функціонування системи ОУПВ у вигляді дерева рішень;

- розроблена модульна структура аналітико-імітаційної моделі, що відповідає структурі об'єкта досліджень і оптимізує процес календарного планування, підбрані математичні моделі для модулів АІМ;

- згідно з вимогами дерева рішень створений експертний метод редукції показників ОУПВ, що мають ймовірні кореляційні зв'язки між собою,

- розроблене програмне забезпечення для комплексної оцінки систем оперативного управління на приладобудівних підприємствах.

Публікації. Основні результати досліджень містяться в п'ятнадцятиох друкованих працях, в тому числі одному позитивному рішенні ДержПАП і двох науково-методичних виданнях.

Структура та обсяг роботи. Дисертація має в своєму складі вступ, чотири розділи і висновок, які викладені на

156 сторінках машинописного тексту; містить бібліографію з 106 найменувань, 10 додатків, а також 16 рисунків і 8 таблиць.

СТИСЛИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі дається загальна характеристика дисертаційної роботи, обґрунтована актуальність досліджень, сформульовані об'єкт, предмет, мета і задачі досліджень, а також основні положення, що виносяться на захист.

Перший розділ присвячений вивченню об'єкта досліджень - цеху приладобудівного профілю, а також аналізу сучасного стану в області моделювання процесів оперативного управління і постановці задач досліджень.

Сучасне одиничне і дослідне приладобудівне виробництво надзвичайно складне з точки зору автоматизації внаслідок паралельно-послідовного типу виготовлення монтажно-складальної продукції і великої кількості взаємодіючих матеріальних та інформаційних потоків. Специфіка об'єкта досліджень полягає всистемі ОУПВ, що спрямована на виготовлення замовлень і для якої обліковою одиницею є блок, а звітною - комплект блоків у замовленні. В результаті дослідження об'єкта виявлено 5 великих груп даних, які мають в своїй основі реальні виробничі документи і формують інформаційні потоки ОУПВ :

X_1 - дані про виробничу програму;

X_2 - дані про технологію виконання замовлення;

X_3 - дані про виробничі потужності;

X_4 - дані виробничого процесу;

X - нормативний календарний план-графік.

В результаті аналітичного огляду показано, що відомі

дослідження в області моделювання процесів оперативного управління орієнтовані, як правило, на вивчення серійного та масового виробництва - це і складає новизну об'єкту. Визначені загальноживані показники ефективності і якості функціонування об'єкту досліджень, які використовуються в подальшій розробці моделей. Часткові показники ефективності:

- D_c - тривалість виробничого циклу;
- K_x - коефіцієнт завантаження обладнання;
- C_p - собівартість продукції;
- D_p - тривалість часу між профілактиками обладнання;
- Z_p - питомі витрати на забезпечення виробничих запасів.

Часткові показники якості:

- K_p - якість вирішення завдань планування;
- K_u - якість вирішення завдань обліку і контролю;
- K_a - якість вирішення завдань аналізу і регулювання;
- T_e - техніко-економічні показники;
- T_c - матеріально-технічне постачання;
- T_{II} - технологічна підготовка виробництва;
- T_p - показник ресурсозабезпечення;
- S_k - відповідність календарно-плановим нормативам;
- S_n - відповідність нормативам незавершеного виробництва;
- S_p - відповідність нормативним втратам матеріалів.

Відомі моделі, як показує огляд, охоплюють лише один чи декілька з визначених показників, при цьому показники ефективності традиційно непогано оцінюються за допомогою аналітико-імітаційних моделей, а більшість показників якості можна оцінити лише експертними методами. З іншого боку, керівники підприємства, які приймають рішення щодо оперативного управління, звичайно користуються узагальненими показниками. Звідси мету досліджень формалізуємо у вигляді (рис.1) дерева

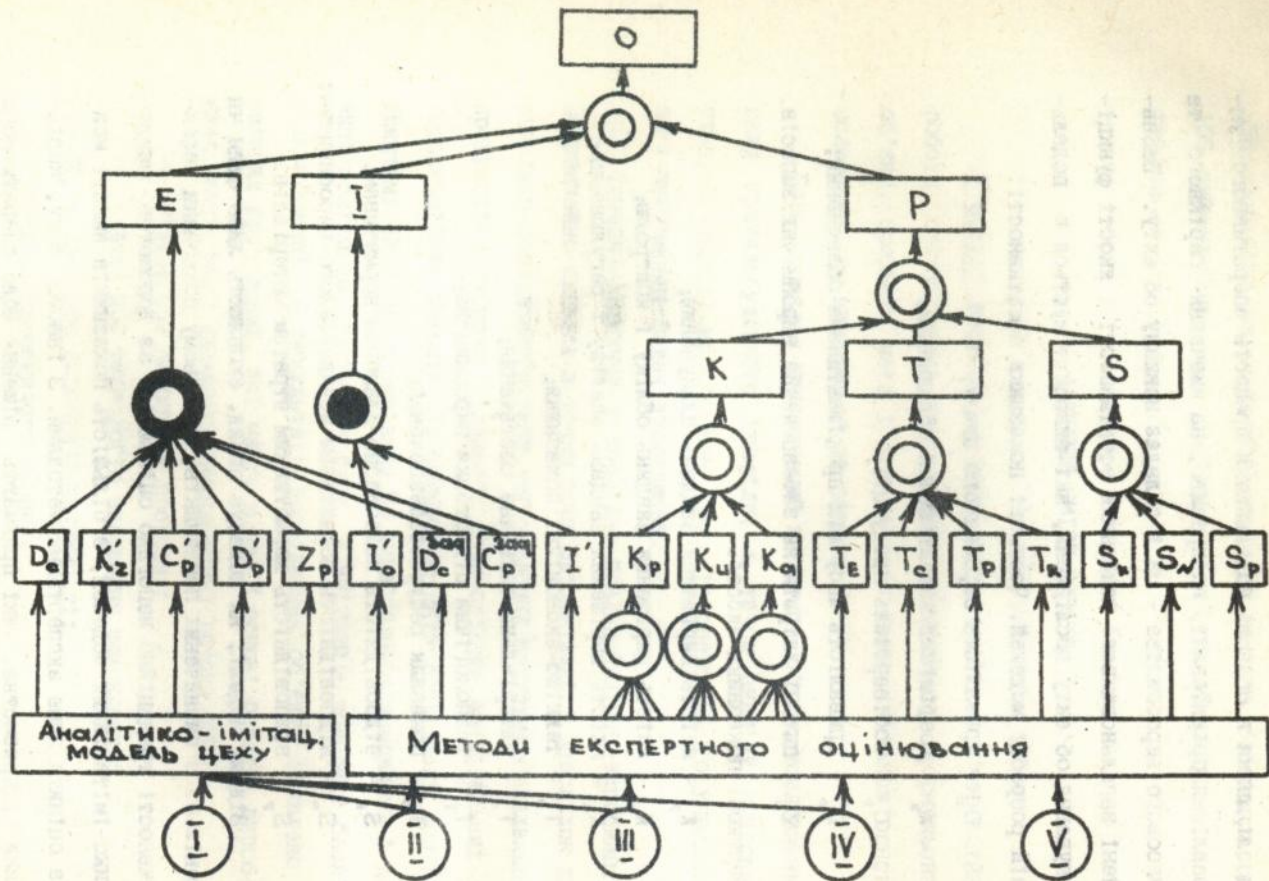


Рис.1. Дерево рішень для оцінки ОУПБ.

рішень, що має перетворювати аналітико-імітаційно-експертні оцінки часткових показників ефективності і якості, одержані на основі використання традиційних інформаційних джерел, в такі зрозумілі комплексні і узагальнені показники, як:

K - якість вирішення завдань ОУПБ;

T - протидія збуренням;

S - відповідність нормативам;

E - комплексний показник ефективності;

P - комплексний показник якості;

I - інформаційний критерій ОУПБ;

O - узагальнений показник ефективності і якості.

Сформульовано необхідні вимоги до аналітико-імітаційної та експертної моделей, а також до різних моделей редукції, які входять в дерево рішень і зображені на рис.1 колами..

Другий розділ присвячений розробці аналітико-імітаційної моделі для оцінки і оптимізації показників ефективності функціонування ОУПБ, що входять у дерево рішень.

Виходячи з структури об'єкту досліджень розроблено за модульним принципом загальну функціональну структуру АІМ. Ця структура має оцінювати необхідні для дерева рішень показники ефективності на основі побудови календарного плану

$$X = F (X_1 , X_2 , X_3 , X_4) \quad (1)$$

у вигляді циклограми паралельно-послідовного руху виробів.

При цьому вирішуються оптимізаційні задачі типу :

$$D_c = F_1 (X) \rightarrow \min \text{ при } C_p (X) \leq C_p^{зад}, \quad (2)$$

де $C_p^{зад}$ - найбільше допустиме значення собівартості замовлення;

$$C_p = F_2 (X) \rightarrow \min \text{ при } D_c (X) \leq D_c^{зад}, \quad (3)$$

де $D_c^{зад}$ - найбільше допустиме значення тривалості виробничого циклу виконання замовлення.

В процесі формалізації функцій F_1 і F_2 в АІМ враховано вплив таких показників ефективності, як K_n , D_p і Z_p .

Аналітично доведена можливість оцінки часткових показників ефективності D_o , K_n і C_p за допомогою кусочно-ступеневої апроксимації довільного вхідного потоку заявок. Якщо на вхід багатозадової СМО подається рекурентний потік заявок, описаний довільною функцією розподілення $A_j(x)$ і кожна j -та фаза ($j = 1, 2, \dots, r$) представляє собою однолінійну модель з обмеженим числом n_j місць чекання (функція розподілення часу обслуговування $V_j(x)$ прийнята експоненційною з параметром μ_j), то :

$$P\{\eta > x\} = \int_x^{\infty} P\{\theta = v\} P\{\omega < (v - x)\} dv, \quad (4)$$

де

θ - час між приходом двох сусідніх заявок;

η - тривалість простоя обслуговуючого пристрою;

ω - час між моментами приходу заявки і переходу обслуговуючого пристрою в стан простою.

Проміжки часу між сусідніми заявками, що виходять з j -ї фази і входять в $(j+1)$ -у фазу описуються функцією розподілення $v_j(x)$ на інтервалі зайнятості обслуговуючого пристрою, а також редукованою функцією $v_j(x)$ і $v_j(x)$ на проміжку, що відповідає сусіднім інтервалам зайнятості. Маємо:

$$A_{j+1}(x) = \int_0^x v_j(x-v) dv_j(v) a_0^{(j)} + (1-a_0^{(j)}) v_j(x), \quad (5)$$

причому $a_0^{(j)}$ - ймовірність того, що в момент закінчення обслуговування заявки місця чекання j -ї фази СМО вільні;

$v_j(x)$ - функція розподілення часу простою обладнання, що обслуговує на j -й фазі СМО. Доведено рівняння, якого достатньо для шуканої оцінки показників:

$$\xi_0^{(j)} = \frac{\sum_{t=0}^{N_j} P_t^{(j)} r_t^{(j)} + P_{N_j+1}^{(j)} r_{N_j}^{(j)}}{\sum_{t=0}^{N_j} r_t^{(j)} \sum_{s=t}^{N_j+1} P_s^{(j)}} \quad (6)$$

причому

$$r_t^{(j)} = 1 - \int_0^{\infty} \sum_{k=0}^t \frac{(\mu_j x)^k}{k!} e^{-\mu_j x} dA_j(x) \quad (7)$$

де

$P_t^{(j)}$ - стаціонарна ймовірність t -го стану ($t=0, \dots, N_j+1$) J -ї фази системи).

Якщо час обслуговування теж розподіляється за довільним законом в АІМ для оцінки показників D_c , K_z і C_p використано модуль з розробленою імітаційною моделлю у вигляді СМО типу G/G/1/N за класифікацією Кендала. Модель являє собою граф, вершини якого відповідають різним станам обслуговуючого пристрою, а дуги - переходам з одного стану в інший під впливом тих чи інших подій. Специфіка об'єкту досліджень проявилась в моделі у вигляді поєднання принципу послідовного проводу заявок з принципом "at", оскільки кінець моделювання співпадає з завершенням виробництва замовлення чи блоків, що входять в його склад. В результаті показники оцінюються, як:

$$D_c = N_p \int_0^{\infty} x dA_{N_p+1}(x) \quad ; \quad (8)$$

$$K_z = 1 - \frac{1}{N} \sum_{j=0}^N \frac{1}{N_{j+1}} \sum_{t=0}^{N_{j+1}} r_t^{(j)} \quad ; \quad (9)$$

$$C_p = M4_{tj} D_c \quad (10)$$

де N_p - загальна кількість заявок в замовленні; $M4_{tj}$ - питома собівартість виконання t -ї операції на J -му обладнанні.

Окремі модулі АІМ призначені для оцінки показників D_p і

Z_p . Незгрупована виборка з n значень реалізацій часу безвідмовної роботи задається емпіричною функцією розподілення

$$F(x) = P\{Q \leq x\} = \frac{1}{n} \sum_{l=1}^n I(x - a_l), \quad (11)$$

де Q - значення чергової реалізації часу до відмови системи;
 a_l - упорядковані за зростанням значення виборки.

Доведено, що $D_p = a_{r+1}$, де значення r відповідає виразу

$$K_r = \max_{1 \leq h < n} \frac{\sum_{l=1}^h a_l + a_{h+1}(n-h)}{\sum_{l=1}^h a_l + T_A h + T_{II}(n-h)}, \quad (12)$$

на якому для значення параметра h досягається глобальний максимум і де T_A - математичне чекання тривалості аварійного ремонту, а T_{II} - тривалості планової профілактики.

Визначення оптимальних витрат на забезпечення виробничих запасів (відповідний показник Z_p) досягається в моделі керування запасами при нестационарному детермінованому попиті за допомогою методу динамічного програмування.

Сформульовано відповідні вимоги і розроблено алгоритмічні моделі для всіх інших модулів АІМ, необхідних для побудови і обслуговування циклограми виконання замовлення.

Третій розділ присвячений розробці необхідних для реалізації дерева рішень моделей редукції аналітико-імітаційних і експертних оцінок показників ефективності і якості функціонування СВП.

Отримані за допомогою стандартних методів збору експертних даних оцінки часткових показників якості можуть мати кореляційні зв'язки між собою внаслідок тісного взаємопливу функцій СВП. Запропоновано модель редукції, яка, на відміну від існуючих методів побудови Q -нормальних критеріїв на

основі поверхонь байдужості, завдяки спеціально розробленим процедурам дозволяє виключити незалежні показники. Методом математичної індукції модель, що досліджує геометричну інтерпретацію редукції у вигляді поверхонь і секторів байдужості в області припустимих рішень, поширена на L -арні сполучення корельованих показників. Модель редукції дає можливість отримати результат в лінгвістичних змінних на основі використання відповідної бази знань продукційного типу.

Для точності інтегрального критерію d кількість кривих байдужості при редукції двійок показників дорівнює :

$$K = \lfloor 1 / d \rfloor + 1 . \quad (13)$$

Координати базових точок для цих кривих визначаються, як:

$$X_i = Y_i = i d \quad \text{для} \quad i = \overline{1, K} . \quad (14)$$

Редукція трійок корельованих показників проводиться за допомогою побудови слідів поверхонь байдужості на сімействі паралельних площин, які перпендикулярні одній з осей координат. Підвищення точності d і кількості показників L призводить до зростання кількості необхідних експертних оцінок, які емпірично обмежуються виразом $L \leq 7$.

Модель редукції аналітико-імітаційних оцінок узагальнює особливості розробленої у розділі 2 АІМ за допомогою ігрово-го критерію

$$E = e_{jk} = \frac{W(X_o, Y_k, P_k)}{W(X_o, Y_j, P_j)} , \quad (15)$$

де W - результати базового (j -го) або поточного (k -го) моделювання, які отримані в грошовій формі.

Модель редукції за інформаційним критерієм зводиться до знаходження величини I за відомими значеннями ентропій H_{1j} та H'_{1j} :

$$I = \frac{\sum_{i=1}^{N_u} \sum_{j=1}^{N_f} \sum_{k=1}^{N_{ij}} (H_{i,j,k} - H_{i,j,k})}{\sum_{i=1}^{N_u} \sum_{j=1}^{N_f} \sum_{k=1}^{N_{ij}} (1 + H_{i,j,k})} \quad (16)$$

Четвертий розділ присвячений практичній реалізації отриманого методу комплексної оцінки ОУПВ на основі розробки інформаційного і програмного забезпечення відповідної автоматизованої інженерної методики.

Отримані результати моделювання дозволили розробити програмне забезпечення, яке дає змогу практично проводити комплексну оцінку системи ОУПВ, що спрямована на виконання замовлень. Пакет прикладних програм (ППП), який зареєстровано у Державному фонді алгоритмів та програм, забезпечує заповнення у інтерактивному режимі баз даних, що відповідають реальній виробничій документації. Оперативна інформація надходить безпосередньо з функціональних підрозділів системи управління приладобудівним виробництвом і служить основою для роботи пакетів програм аналітико-імітаційного моделювання і редукції показників.

До структури пакету включені також дві окремі процедури:

- збору експертних даних для проведення комплексної оцінки об'єкту дослідження;
- формування варіанту нормативного календарного плану-графіка (це дозволяє використовувати програмне забезпечення також і для синтезу об'єкту дослідження).

Дані про результати комплексної оцінки ОУПВ зберігаються в окремому файлі і редагуються за допомогою спеціальної процедури. На контрольному прикладі показано практичне використання ППП, реалізованого в системах Pascal та FoxPro.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ ТА ВИСНОВКИ

1. На основі результатів аналітичного огляду методів моделювання процесів оперативного управління доведена неможливість використання одного з існуючих методів для комплексної оцінки об'єкту досліджень. Виявлено, що часткові показники ефективності ОУПВ можна оцінювати за допомогою аналітико-імітаційних моделей, що враховують структуру об'єкту; часткові показники якості ОУПВ можна формально оцінити тільки за допомогою експертних методів.

2. Розроблено дерево рішень для забезпечення послідовного перетворення аналітико-імітаційно-експертних оцінок часткових показників ефективності і якості функціонування ОУПВ в узагальнені та комплексні показники. Сформульовані вимоги до математичних моделей, що входять в дерево рішень, найвагомішим з них є врахування можливих кореляційних зв'язків між показниками ефективності та якості об'єкту дослідження.

3. На основі дослідження спрямованої на виконання замовлень системи ОУПВ запропонована модульна структура АІМ, що входить в дерево рішень. Модульний принцип побудови аналітико-імітаційної моделі дозволяє оцінити і оптимізувати кортеж найвагоміших часткових показників ефективності для різного типу виробництв. Використані в якості модулів АІМ аналітична модель СМО виду $G/M/1/N$ за класифікацією Кендала розв'язана за допомогою кусочно-ступеневої апроксимації довільного вхідного потоку, а імітаційна модель виду $G/G/1/N$ об'єднує принцип послідовного проводу заявок з принципом "at" на основі використання графу станів.

4. Запропоновано метод редукції аналітико-імітаційно-експертних оцінок ОУПВ, який на відміну від аналогічних ме-

тодів побудови Q-нормальних критеріїв на основі поверхонь байдужості дозволяє виключити незалежні показники за допомогою розроблених експертних процедур. Це приводить до значного зменшення необхідних експертних оцінок. Отримані моделі забезпечують редукцію часткових показників ефективності і якості ОУПВ в узагальнені і комплексні показники, нормовані на відрізьку 10,11 або виражені в лінгвістичних змінних.

5. Вперше розроблено інформаційне і програмне забезпечення для розв'язання комплексу задач оцінки такого об'єкту, як система ОУПВ. Отриманий пакет прикладних програм може бути використаний на приладобудівних підприємствах не тільки для оцінки стану ОУПВ, але й для розробки оптимальних календарних планів при паралельно-последовному типі виробництва.

Основні результати досліджень за темою дисертації відображені у таких роботах:

1. Разработка критериев оценки уровня оперативно-календарного планирования: Отчет о НИР (заключительный) / Винницкий политехнический институт. - н. г. р. 0187002326; Инв.н 02870048187. - Винница, 1988. - 78 с.

2. Исследование процессов оперативного управления приборостроительным производством. Разработка системы определения показателей оперативного управления производством: Отчет о НИР (заключительный) / Винницкий политехнический институт. - н. г. р. 01890033474; инв.н 02900042692. - Винница, 1990. - 78 с.

3. М. Л. Литвинов, В. Я. Вовченко, О. В. Бисикало, Т. А. Шевченко. Программа для расчета комплексной оценки состояния системы оперативно-производственного планирования // Положительное решение Государственного Фонда алгоритмов и программ н 50910000281. - Зарегистрировано в УкрФАП под инв. № П6401 от 29.03.91 на программное средство.

4. М. Л. Литвинов, А. Н. Мудрый, В. Т. Шпиленой, О. В. Бисикало. Методические указания к проведению деловой игры "Принятие решений по управлению ремонтной службой АТП" по курсу АСУП для студентов специальности 1607 "Автомобили и автомобильное хозяйство" дневной формы обучения. - Винница: ВПИ, 1987. - 12 с.

5. А. Н. Мудрый, О. В. Бисикало, М. Л. Литвинов. Игровой тренажер "Эффект" // Проблемы создания и применения автоматизированных обучающих комплексов в курсах высшей и прикладной математики: Тез. докл. на Межвуз. научно-метод. конф. - Винница, 1989. - с. 20.

6. М. Л. Литвинов, О. В. Бисикало, В. Я. Вовченко. Построение регрессионных кривых качества и эффективности при оценке системы оперативного управления производством // Повышение эффективности управления качеством производства на основе применения системы информационно-математического моделирования: Тез. докл. на Научно-практич. конф. - Винница, 1989. - с. 98.

7. М. Л. Литвинов, А. Н. Мудрый, О. В. Бисикало. Разработка деловой игры на основе модели массового обслуживания // Проблемы создания и применения автоматизированных обучающих комплексов в курсах высшей и прикладной математики: Тез. докл. на Межвуз. научно-метод. конф. - Винница, 1987. - с. 18.

8. В. Я. Вовченко, М. Л. Литвинов, О. В. Бисикало. Об одном подходе к оценке качества системы оперативного управления производством // Повышение эффективности управления качеством производства на основе применения системы информационно-математического моделирования: Тез. докл. на Научно-практич. конф. - Винница, 1989. - с. 101.

9. А. Н. Мудрый, М. Л. Литвинов, О. В. Бисикало. Разработка средств моделирования информационных процессов в системе управления автомобильными грузовыми перевозками. - Винница,

1989.-23 с.- Деп. в УкрНИИТИ. 27.10.89. 2320 - Ук.89.

10.М.Л.Литвинов, О.В.Бисикало.Об одном подходе к построению информационной базы систем оперативного управления приборостроительного производства.- Винница, 1990.- 13 с.- Деп. в УкрНИИТИ. 12.03.91. 320 - Ук.91.

11.О.В.Бисикало.Система принятия решений в области оперативного управления производственными процессами.- Винница, 1990.- 23 с.- Деп. в УкрНИИТИ. 12.03.91. 319 - Ук.91.

12.О.В.Бисикало.Сравнительный анализ моделей определения эффективности и качества процессов оперативного управления приборостроительными предприятиями.- Винница, 1992.- 14 с.- Деп. в УкрИНТЭИ. 24.04.92. 474 - Ук.92.

13.С.Б.Дубіненко, О.М.Мудрий, О.В.Бісікало. Методичні вказівки до викладання лабораторних робіт з курсу " Автоматизація проектування систем керування " для студентів інженерії спец. 2101 треступеневої підготовки спеціалістів з видом інж.освітою.- Вінниця, ВПі, 1993.-60 с.

14.О.В.Бисикало, А.С.Васира, В.М.Дубовой, Ю.Я.Пасихов. Адаптивная информационно-обучающая система // Приборостроение - 93 и новые информационные технологии: Тезисы доклада на Науч.-тех. конференции с международным участием.- Николаев, 1993.-с. 60.

15.О.В.Бисикало, Ю.Я.Пасихов. Об одном подходе к созданию обучающих систем в области оперативного управления приборостроительным производством // Приборостроение - 93 и новые информационные технологии: Тезисы доклада на Науч.-тех. конференции с международным участием.-Николаев, 1993.-с. 59.

Автор виражає щирю вдячність доктору технічних наук професору Ротштейну Олександрю Петровичу за наукові консультації за темою дисертаційної роботи.

Bisikalo.O.V. Analitic-simulation model's and evaluate of operative control of instrument-making industrials efficiency method's design.

Graduation work for obtaining of Candidat's degree of Science on speciality 05.13.02 - Mathematics simulation in science research, Vinnitsa State Technical University, Vinnitsa, 1995.

15 scientific publications are proposed, which contained theoretical and experimental research on field of operative planning of instrument-making industrial system's simulations. It's established, that for complex evaluate of research's object the solutions tree, based on joint usage of analitic-simulation and expert models for primary index of efficiency and quality obtain, is nessesary. For their realisation math-, algorith- and software was created. The proposed engineering methodology for complex evaluate of operative control has been applied in instrument-making industrial.

Бисикало.О.В. Разработка аналитико-имитационной модели и метода оценки эффективности оперативного управления приборостроительным производством.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.02 - математическое моделирование в научных исследованиях, Винницкий Государственный технический университет, Винница, 1995.

Защищается 15 научных работ, содержащих теоретические и экспериментальные исследования в области моделирования систем оперативного управления приборостроительным производством. Установлено, что с целью комплексной оценки объекта исследования необходимо применить дерево решений, основанное на

совместном использовании аналитико-имитационных и экспертных моделей для определения первичных показателей эффективности и качества. Для реализации предложенного подхода разработано математическое, алгоритмическое и программное обеспечение. Полученная в результате исследований инженерная методика для комплексной оценки оперативного управления внедрена на приборостроительных предприятиях.

Ключові слова: приладобудівне виробництво, оперативне управління, ефективність, якість, аналитико-імітаційні моделі, експертні моделі.

Підписано до друку 24.05.95
Друк офсетний, папір офсетний
Наклад 100 пр., заказ № 004-715
Фірма "Континент"
✉ 287100, вул. Козицького 13
☎ (0432) 35-35-20

453025

AB 32.650

AB 32.650