

Програмні модулі для моделювання проектів ГВС

У статті наведено програмні модулі для моделювання транспортно-технологічних систем та структурно-компонувальних рішень гнучких виробничих систем. Модуль STAN здійснює моделювання транспортно-технологічної системи як системи масового обслуговування. Модуль MODEL здійснює введення основних даних і виведення деяких результатів моделювання, а також звертання до інших програмних модулів. У модулі статистичної обробки STAT відбувається статистична обробка результатів моделювання. Програмний модуль оптимізації компонентів рішень ГВС складається з трьох програм, що визначають оптимальне компонентів рішення ГВС. Особливістю програмного забезпечення ітеративного пошуку оптимального компонентів ГВС є можливість незалежного використання кожної із зазначених програм або ув'язування їх у загальній процедурі пошуку.

Program modules for transport technological system modeling and structural composing solutions of flexible systems are presented in the article. The STAN module executes the modeling of the transport technological system as the system of stock service. The MODEL module executes the inputting of main data and outputting some modeling results, and connection to other program modules. Statistical processing of modeling results is executed in the STAT module. Program module GVC consists of three programs, that determine optimal composing solution of GVC. The possibility of every noted programs independent use or connecting them in the common search procedure is the feature of program complex for iterative search of the optimal composing of GVC.

Загальна постановка проблеми та її зв'язок з науково-практичними задачами

Як відомо, в останні роки існування СРСР в НДІ і КБ проводилися дослідження та створювалися проекти гнучких виробничих систем (ГВС), які впроваджувалися на промислових підприємствах. Але з розпадом СРСР і тривалим терміном переходу економіки України на ринкові засади такі роботи майже припинилися. Тепер, коли почався підйом економіки і, відповідно, промислового виробництва, розв'язання науково-практичних задач в названій галузі знов стає актуальним. Одержання максимального ефекту від упровадження гнучких виробничих систем неможливо без створення основ нової технології – технології ГВС, що спирається на базу традиційної виробничої технології, але враховує всі можливості ГВС і найбільш повно відповідає вимогам високопродуктивного автоматизованого виробництва з мінімальною участю людини безпосередньо у виробничій

сфері.

Огляд публікацій та аналіз невирішених проблем

Історія ГВС дуже коротка. Ці технології прийшли до нас із індустріально розвинутих країн як безлюдні комп'ютерні виробництва [1; 2 та ін.]. На 80-ті роки припадає й бурхливий розвиток наукових досліджень та практичних розробок і в колишньому СРСР, завдяки чому були досягнуті й певні успіхи як в теоретичному забезпеченні [3; 4; 5; 6 та ін.], так і в створенні конкретних ГВС [7; 8; 9 та ін.]. Але за цей час, звичайно, не могли скластися закінчені рішення основ технологій ГВС і, тим більше, вони не могли пройти широку виробничу апробацію. Тому відсутні необхідні, для проєктантів ГВС, спеціалізовані пакети прикладних програм (ППП) – складової частини стандартного програмного забезпечення автоматизованих систем керування ГВС. Відсутні елементи теорії й інструментарій, орієнтовані на

моделювання проектованих ГВС.

Мета досліджень

В Україні основні напрямки науково-технічної політики в області ГВС визначені науково-технічними програмами, сформульованими в законі України «Про національну програму інформатизації», а також планами найважливіших науково-технічних робіт Міністерства освіти й науки України.

З урахуванням зниження темпів впровадження ГВС, значних труднощів експлуатації функціонуючих ГВС, одержання меншого соціально-економічного ефекту, ніж їм пропонувалося при проектуванні, авторами вирішувалася проблема розробки ряду модулів, що можуть бути використані для моделювання з метою одержання оптимальних компоновальних рішень ГВС.

Незважаючи на те, що поява сучасного устаткування і мікропроцесорних пристроїв зробила реальним створення цілком автоматизованих й інтегрованих виробничих систем, впровадження таких систем здійснюється вкрай повільно. Це обумовлено в значній мірі відсутністю досить розробленої єдиної концепції ГВС, придатної для реального проектування відповідних пакетів прикладних програм.

Результати досліджень

Моделювання проектованих гнучких виробничих систем дозволяє досліджувати процес їхнього функціонування до початку експлуатації, аналізувати різні режими роботи системи, визначати й усувати вузькі місця, враховувати вплив аварійних ситуацій на стабільність роботи ГВС та ін. Особливе місце займає моделювання структурно-компоновальних рішень ГВС, що дозволяє аналізувати процеси транспортування й диспетчеризації об'єктів виробництва (ОП), визначати характеристики складальної системи, техніко-економічні показники (ТЕП) роботи ГВС. Нижче наводиться опис розроблених авторами ряду програмних модулів, призначених якраз для моделювання ГВС.

Модуль підпрограми STAN

Модуль підпрограми моделювання STAN (рис. 1) здійснює моделювання транспортно-технологічної системи як системи масового обслуговування. Блок 1 описує введення параметрів в ЕОМ: F – число реалізацій моделювання; N – число компонентів, що складаються (програма випуску); K – число складальних агрегатів. Блок 1 є параметричним, тому що всі ці величини передаються як формальні параметри з основної програми MODEL. У блоці 2 формується цикл за числом реалізацій моделювання. У блоці 3 формуються початкові умови – поява першого компонента. Блок 4 перевіряє умови повного виконання програми випуску. Якщо програма виконана, то на початку виводиться проміжок часу, за який вона виконана. Блоком 5 організується цикл за числом складальних агрегатів. У блоці 6 здійснюється звертання до підпрограми, що генерує випадкову послідовність часів зборки $T_{зб}(I, J)$ для до агрегатів. У блоці 7 визначається час обслуговування $T_{обсл}(I, J)$. У блоці 8 організується перевірка при обслуговуванні першого комплекту. Блоки 10, 11 працюють у випадку, коли $I \geq 2$ і формують час появи $T_k(I)$ для 1-го компонента (випадкова величина). Блок 12 формує масиви MAS – абсолютних часів перебування комплекту в системі: елементи масиву формуються за формулою

$$MAS(I, J) = MAS(I, J-1) + T_{прол}(I, J-1) + T_{обсл}(I, J-1).$$

При цьому перший елемент масиву визначається як $T_k(I)$, другий – як сума $T_k(I)$, $T_{прол}(I, I)$, $T_{обсл}(I, I)$ і т.д.

У блоці 13 організується цикл по числу агрегатів. У блоці 14 визначається час простою агрегатів або пролежування комплекту на I -му, J -му кроці моделювання – $\Delta(I, J)$, що обчислюється за формулою

$$\Delta(I, J) = MAS(I-1, J+1) - MAS(I, J) - T_k(I-1).$$

Блоки 15-21 організують визначення знака $\Delta(I, J)$, і в залежності від знака виходить співвідношення виду:

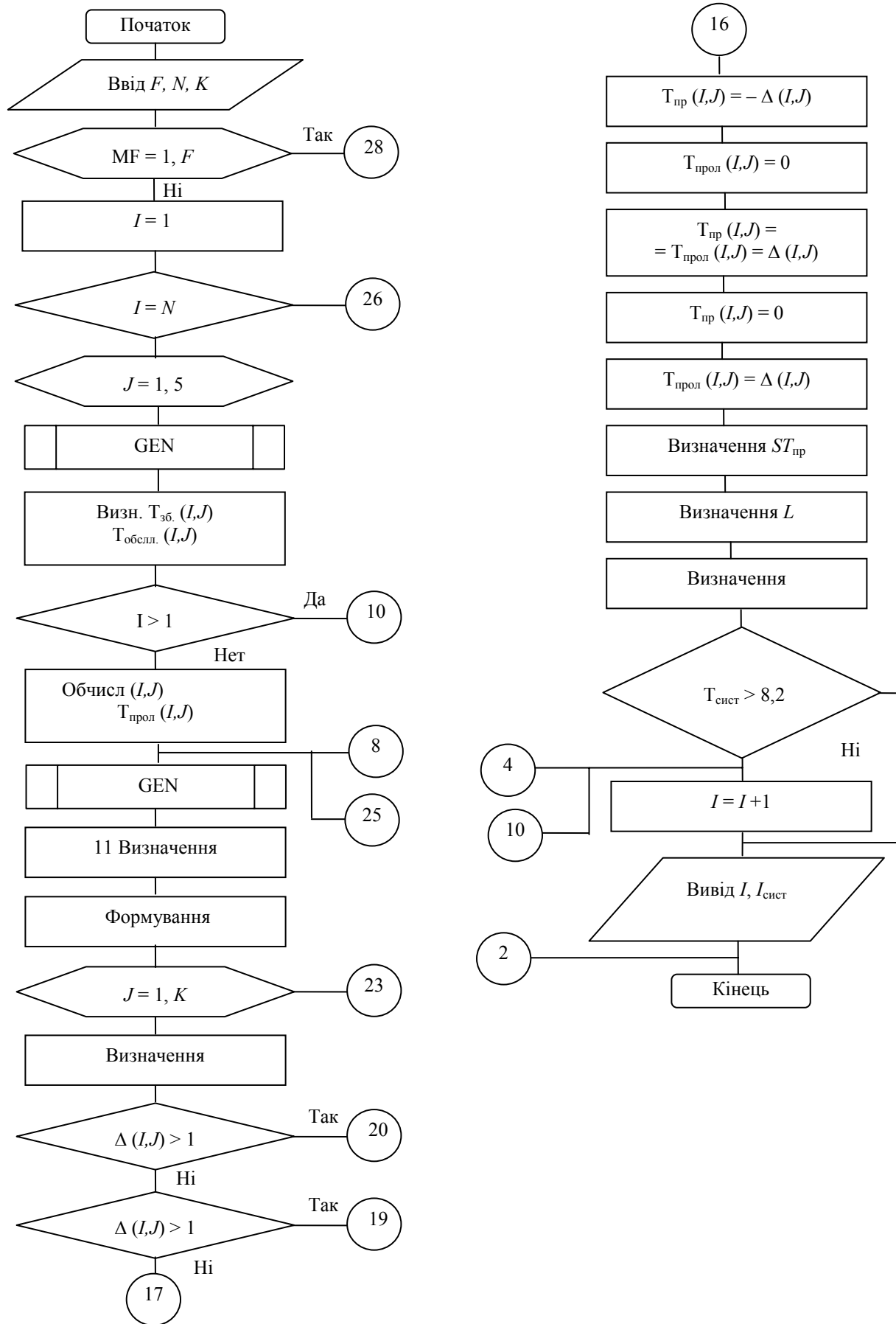


Рис. 1. Блок-схема програмного модуля STAN

якщо $\Delta < 0$, то $T_{пр}(I, J) = -\Delta$;
 якщо $\Delta = 0$, то $T_{пр}(I, J) = 0$, $T_{прол}(I, J) = 0$;
 якщо $\Delta > 0$, то $T_{прол}(I, J) = \Delta$.

У блоці 22 визначається сумарний час простою в системі. У блоці 23 визначається максимальне число L комплектів у черзі зі співвідношень:

$$T_k(I+1) \text{ і } T_{обсл}(I, 1), T_{обсл}(I, 2) \text{ і т.д.}$$

У блоці 24 визначається системний час $T_{сист}$, який дорівнює абсолютному значенню часу функціонування системи, як сума часів $T_{обсл}(I, J)$, $T_{пр}(I, J)$ для останнього комплекту і попередніх значень.

У блоці 25 системний час порівнюється з тривалістю робочої зміни. Якщо $T_{сист}$ перевищило тривалість зміни, то друкується повідомлення, що протягом зміни, що закінчилася, обслуговано I комплектів. Якщо $T_{сист} < T_{зміни}$, то виводиться на екран повідомлення про кількість обслугованих комплектів.

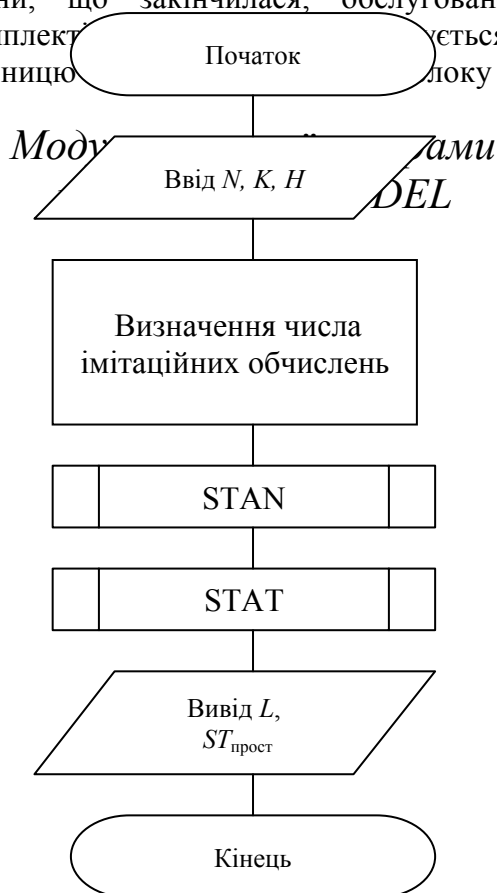


Рис. 2. Блок-схема модуля **MODEL**

Модуль **MODEL** основної програми (рис. 2) здійснює ввід основних даних і виведення деяких результатів моделювання, а також звертання до інших програмних модулів. У блоці 1 здійснюється ввід K , N , H . Ввід виконується в діалоговому режимі з виведенням на екран рекомендацій за вибором: числа комплектів N , числа складальних агрегатів K , параметра загасання експонентного розподілу H .

У блоці 2 визначається необхідне число реалізацій F його моделювання за формулою:

$$F = (\sigma_x/\varepsilon)^2 [\Phi^{-1}(0,5Q)]^2,$$

де $\varepsilon = 0,01$; Φ^{-1} – задається в режимі діалогу в залежності від рівня довіри Q , $\sigma_x = 1/H$.

У блоці 3 здійснюється звертання до програми моделювання **STAN**.

Блоком 4 виробляється статистична обробка результатів у підпрограмі **STAT**. Блоком 5 вводиться максимальне число комплектів у черзі і сумарний час простою.

Модуль статистичної обробки **STAT**

У модулі статистичної обробки **STAT** (рис. 3) відбувається статистична обробка результатів моделювання, тобто визначення статистичного середнього модельованого параметра, а також знаходиться максимальний елемент результатів моделювання й виведення цих результатів на друк. У блоці 1 з основної програми вводиться тривимірний оброблюваний масив

$$(T_{сб}, T_{обсл}, T_{пр}, T_{прол} \text{ і т.д.}), T(F, N, K),$$

який у блоці 2 перетворюється у двовимірний $T(N, K)$ шляхом знайдення середнього статистичного за числом реалізації процесу

моделювання F . У блоці 3 шукається максимальне значення $T(I, J)$. У блоці 4 матриця $T(I, J)$ і максимальний елемент виводяться на друк.

Програмний модуль оптимізації компонувальних рішень ГВС

Модуль **KOMPONOVA** містить наступні програми (рис. 4):

1. **FID** – програма формування вихідних даних, дозволяє створювати й коректувати файли вихідних даних у діалоговому режимі.
2. **PD** – програма диспетчер, призначена для координації роботи системи.
3. **RET** – розмітка екрана термінала.
4. **VRVP** – виведення результатів виконання програм на друк.
5. **PAP** – програма асинхронних переривань.
6. **PT** – програма таймер.
7. **OPOP** – основна програма, що здійснює одногрупові перестановки.
8. **OPKP** – основна програма конгруентних перестановок.
9. **VZF** – обчислення цільової функції.
10. **OPSHP** – основна програма системно-групових перестановок.

Структурна схема програмного модуля оптимізації компонувальних рішень представлена на рис. 4.

Програма OPKP, схема алгоритму якої показана на рис. 5, призначена для пошуку і здійснення конгруентних розмірних геометричних параметрів первісного обчислюють $XD, YD, Zmin$ (блок 2). При цьому на друк виводиться значення $Xmax, Ymax, Zmax$ об'єкта розміщення при первісному плані (блок 3).

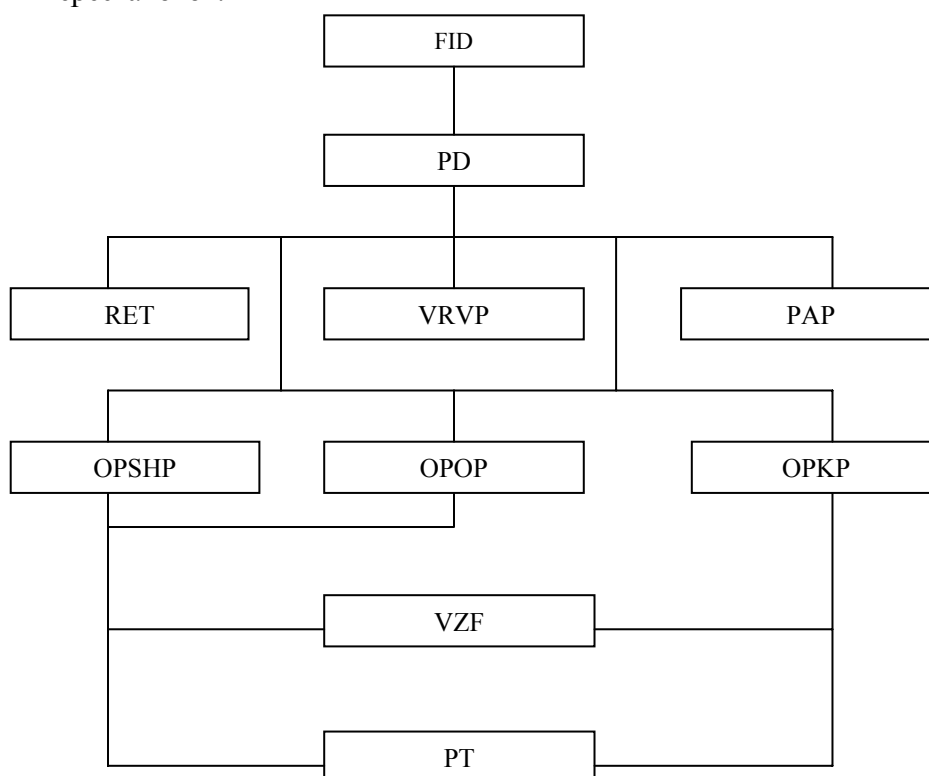


Рис. 4. Структурна схема програмного модуля оптимізації компонувальних рішень

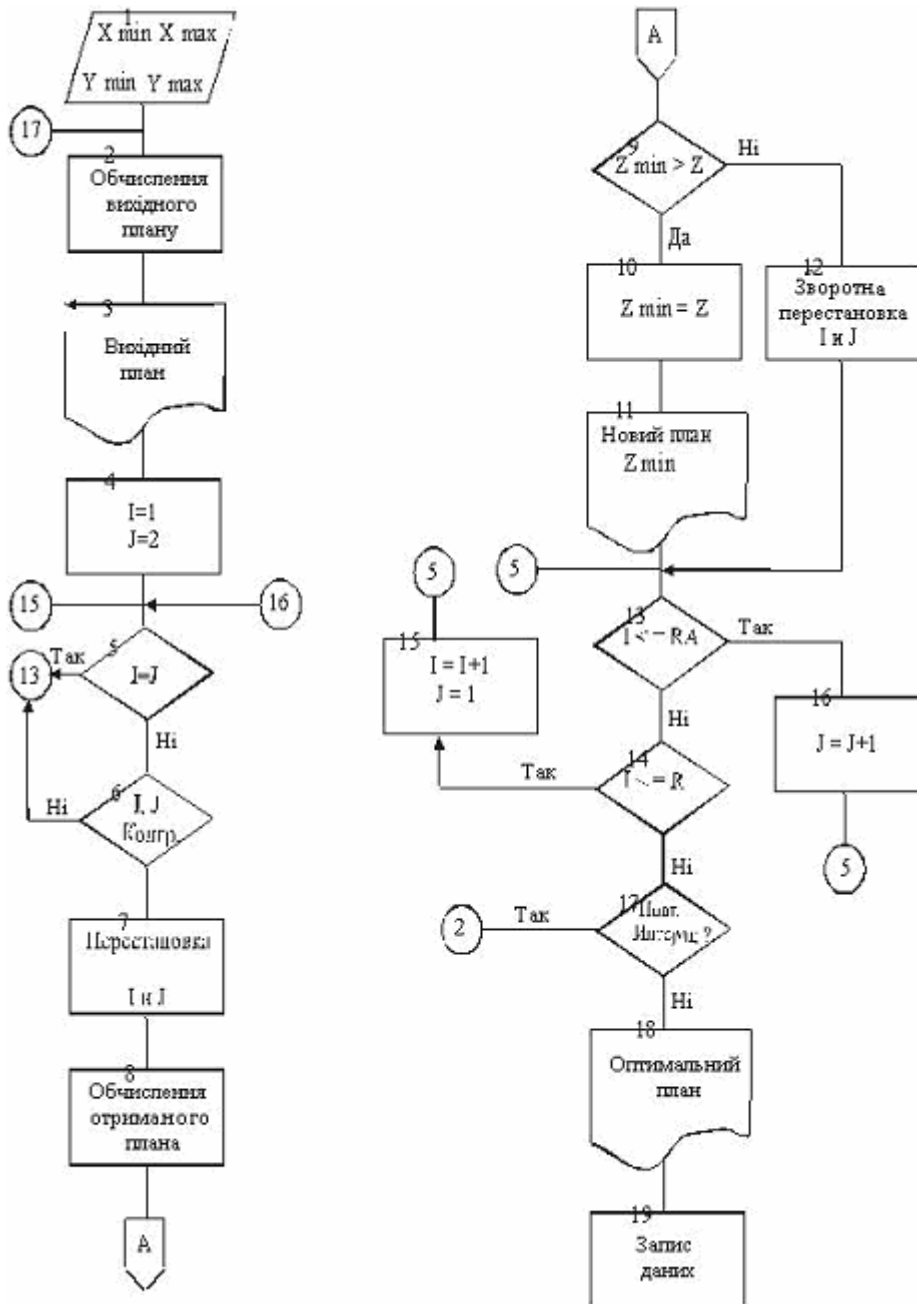


Рис. 5. Схема алгоритму програми ОРКР

Задавши номери об'єктів, з яких нового $Z_{\min} \leq Z$, виконується зворотна починається пошук конгруентних об'єктів перестановка I та J і вихідний план не змінюється. Після перегляду всіх пар можливих конгруентних об'єктів (блоки 13, 14, 15, 16) здійснюється повторне звертання до процедури пошуку конгруентних об'єктів розміщення з іншими вихідними номерами доти, поки при виконанні програми на термінал не надійде повідомлення "Новий план". Потім цією програмою (блок 18) виводиться на друк кінцевий оптимальний план і записуються його параметри у відповідний файл

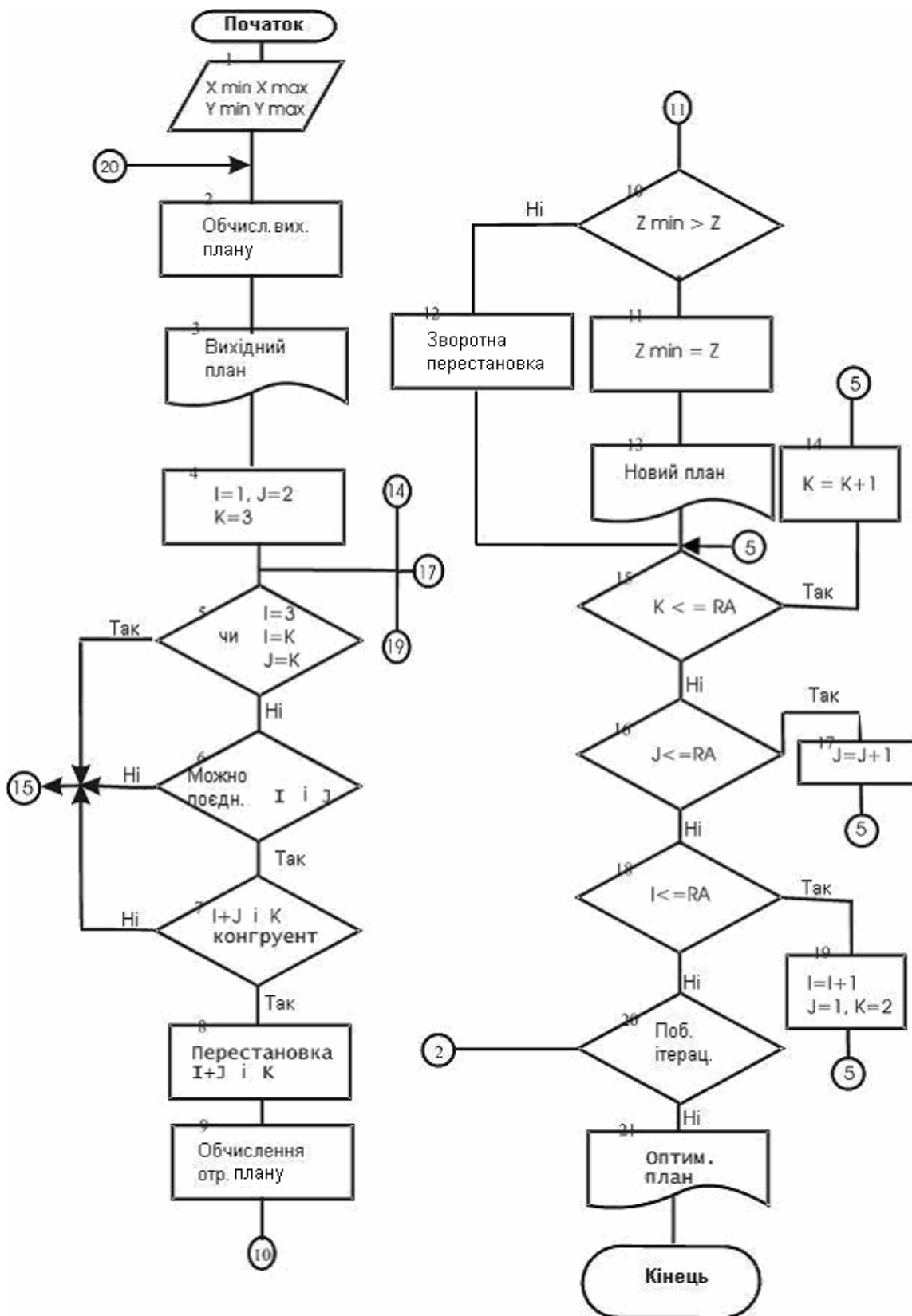


Рис. 6. Схема алгоритму програми **ОРОР**

Програма **ОРОР**, схема алгоритму якої показана на рис. 6, призначена для оптимізації компоновальних рішень із використанням для цього одногрупових перестановок. У цій програмі виконання процедур, описаних блоками 1, 2, 3, 4, аналогічно, як і в програмі **ОРКР**, за винятком того, що за вихідний план приймається компоновальне рішення, що отримане після відпрацювання програми **ОРКР**.

Після визначення номера об'єктів розміщення, із яких починається пошук, виявляють такі, котрі можна об'єднати в один (блок 6) і знайти їм конгруентні (блок 7). Якщо такі знайдені, здійснюється їхня перестановка $I + J = K$ (блок 8) і розраховується новий план розміщення устаткування (блок 9). Виконання інших блоків аналогічне, як у програмі **ОРКР**.

Програма **OPSHP** призначена для оптимізації компоновальних рішень ГВС із використанням для цього системно-групових компоновальних рішень ГВС. Після цього визначаються дві групи

конгруентних об'єктів розміщення і здійснюється їхня перестановка. При поліпшенні цільової функції $Z_{min} > Z$ новий план розміщення стає показовим і т.д.

У результаті роботи трьох наведених програм визначається оптимальне компоновальне рішення ГВС. Особливістю програмного забезпечення ітеративного пошуку оптимального компоновання ГВС є можливість незалежного використання кожної із зазначених програм або ув'язування їх у загальній процедурі пошуку. В останньому випадку відсутня яка-небудь небезпека втрати оптимального рішення при передачі вихідних даних від однієї програми до іншої, тому що організація пошуку оптимального рішення в методі перестановок виключає погіршення цільової функції [10].

Висновки

Розроблені модулі можуть бути використані для оптимізації

Література

1. Computer Integrated Manufacturing: The CIM Enterprise. – NewYork: IBM Corp., G 320-9802-00, 1989. – 113 p.
2. Groover M.P. Automation, Production Systems and Computer Integrated Manufacturing. Prentice-Hall, 1987. – 808 p.
3. Глушков В.М. Основы безбумажной технологии. – М.: Наука, 1982. – 552 с.
4. Морозов А.А., Скурихин В.И. Комплексные автоматизированные системы // УсиМ. – 1985. – № 4. – С. 24-31.
5. Гибкое автоматизированное производство / В.О. Азбель, В.А. Егоров, А.Ю. Звоницкий и др.; Под общ. ред. С.А. Майорова, Г.В. Орловского, С.Н. Халкиопова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1985. – 454 с.
6. Робототехника и гибкие автоматизированные производства: В 9 кн. – Кн. 4. Вычислительная техника в робототехнических системах и гибких автоматизированных производствах / Под ред. И.М. Макарова. – М.: Высшая школа, 1986. – 144 с.
7. Гибкие технологические системы холодной штамповки / Л.Л. Григорьев, Ю.М.Клепиков, О.Н. Милаев и др. – Машиностроение, 1987. – 287 с.
8. Гусев А.А. Основные принципы создания гибких сборочных систем. – М.: Машиностроение, 1988. – 52 с.
9. Плюта В.Е., Кочагов Ф.Ф., Лерман В.С. Опыт разработки и внедрения модуля гибкого автоматизированного производства деталей штамповки и прессформ. – Л.: ЛДНТП, 1985. – 16 с.
10. Кокошко В.С., Тищенко И.А. Алгоритмы автоматизированного синтеза структуры объектов производства ГПС // Вестник Херсонского государственного технического университета. – 2003. – № 2(18). – С. 278-282.