

УДК 658.52.011:658.512.4

**СИСТЕМА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ КРИТЕРІЇВ ЯК ОСНОВА  
УМОВ КРИТЕРІАЛЬНОЇ РЕАЛІЗОВАНОСТІ ПРИ  
АВТОМАТИЗОВАНОМУ СИНТЕЗІ РОБОТИЗОВАНИХ  
МЕХАНОСКЛАДЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

*В. А. Кирилович, доктор технічних наук*

*Житомирський державний технологічний університет*

*e-mail: kiril\_ya@yahoo.com*

**Анотація.** *За результатами аналітичних узагальнень запропоновано систему критеріїв вибору оптимальних роботизованих механоскладальних технологій. Поряд з іншими детально описано зміст, розкрито сутність та наведені аналітичні вирази для розрахунку пропонованих техніко-економічних критеріїв, будь-який з них може використовуватися як глобальний критерій оптимальності при виборі роботизованої механоскладальної технології із їх кінцевої множини, що синтезовані на відомому технічному базисі гнучкої виробничої комірки*

**Ключові слова:** *промисловий робот, автоматизований синтез, роботизована технологія, система техніко-економічних критеріїв.*

Вибір за обраним критерієм оптимальної роботизованої механоскладальної технології (РМСТ) передбачає наявність попередньо згенерованої не пустої множини синтезованих РМСТ. Однією із складових, що враховуються при автоматизованому синтезі (АС) РМСТ, є запропонована стратегія вирішуваності [10, 12], яка передбачає розв'язування низки задач, що змістовно визначають три рівні реалізації стратегії, а саме: визначення умов функціональної (УФР), параметричної (УПР) та критеріальної (УКР) реалізованості. УФР, УПР та УКР змістовно визначають розв'язування низки змістовних задач у вказаній послідовності та ітераційно-рекурентних зв'язків (відношень) як між рівнями, так і всередині них [10].

В загальному випадку складовими РМСТ, що синтезуються на відомому технічному базисі (ВТБ), коли відомими є одиниці технологічного обладнання та маршрут технологічної дії на об'єкт маніпулювання (ОМ)  $O^{dg}$ , є кінцева множина  $S^{dg}$  їх (РМСТ) "зовнішніх" проявів [12]. Останніми (або складовими РМСТ) є геометричні ( $Gm$ ), кінематичні ( $Kn$ ), динамічні ( $Dn$ ), управлінські ( $Ct$ ), енергетичні ( $En$ ), траєкторні ( $Tr$ ), часові (продуктивнісні) ( $\tau(Q)$ ), силові ( $Fc$ ), надійнісні ( $Rl$ ), економічні ( $Ec$ ), точнісні ( $Ac$ ) та оптимальні ( $Fopt$ ) прояви. Всі вказані складові, що можна розглядати як так звані локальні прояви РМСТ, зв'язані між собою відношеннями  $R_{i,j}^{dg}$ . Останні є такими, що за певними критеріями  $F_{opt}^{dg}$  формують різні характеристики та показники з критеріями  $F_{opt}^{dg}$  генерованих РМСТ.

Визначення УКР, що розглядаються у взаємозв'язку з пропонованими критеріями, є змістом викладеного нижче.

**Мета досліджень** – розкриття сутності запропонованої системи критеріїв, їх видів та проявів, що в подальшому використовуються при АС РМСТ.

**Матеріали та методика досліджень.** В контексті розглядуваної проблеми залежно від постановки завдань при проектуванні гнучких виробничих комірок (ГВК) кожна із складових синтезованих РМСТ при виготовленні  $O^{dg}$  може виступати як локальний  $F_{opt_L}^{dg}$  [2, 7, 9, 13, 16, 18] або як глобальний  $F_{opt_G}^{dg}$  [5, 6, 15, 24, 26, 28] критерії оптимізації. В свою чергу  $F_{opt_L}^{dg}$  та  $F_{opt_G}^{dg}$  змістовно відображають технічні ( $_T F_{opt_L}^{dg}$ ,  $_T F_{opt_G}^{dg}$ ), економічні ( $_E F_{opt_L}^{dg}$ ,  $_E F_{opt_G}^{dg}$ ) та техніко-економічні ( $_{TE} F_{opt_G}^{dg}$ ) критерії. На це вказує і проведений аналіз інформаційних джерел даної предметної області [1, 3, 4, 6, 13, 14, 15, 19, 21, 25].

Узагальнення аналізу вказаних джерел дозволили констатувати таке. Локальні критерії використовуються на певних етапах проектування ГВК залежно від складності і змістовності задач, які в цілому розв'язуються. Наприклад, критерій максимальної продуктивності є експлуатаційним

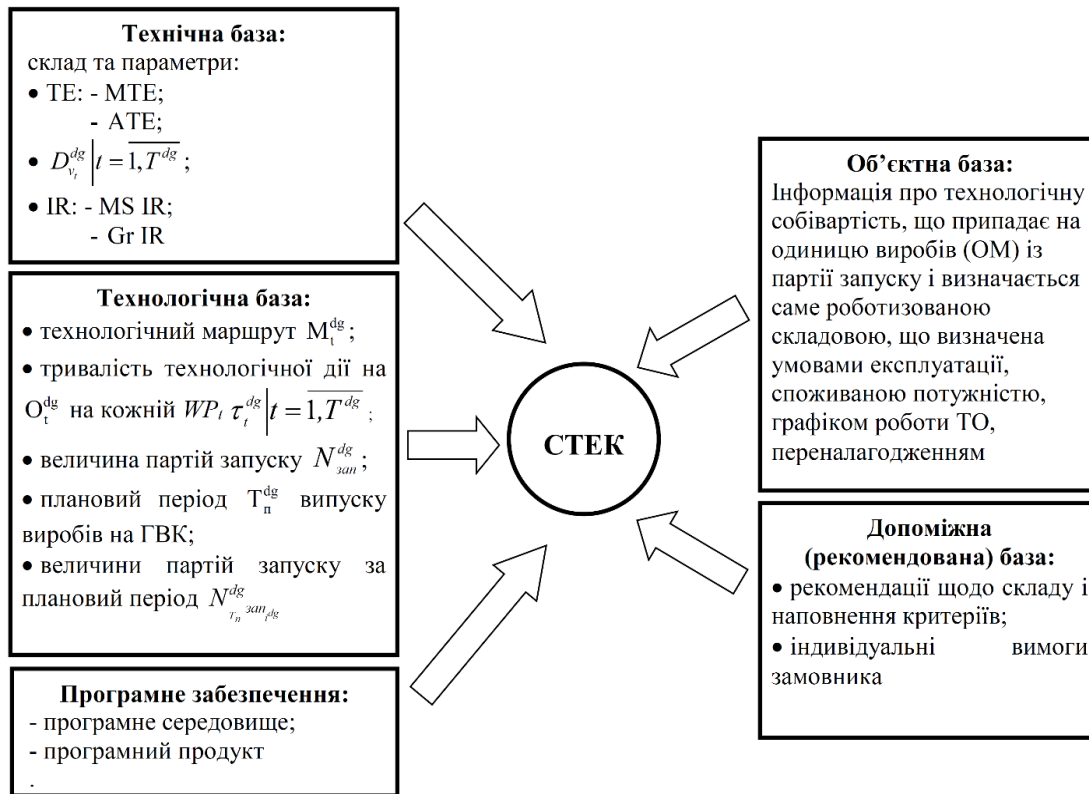
технічним критерієм. Іншим локальним критерієм може бути кількість точок позиціонування схвата ПР, що є експлуатаційним геометричним критерієм. Останній часто визначається та значною мірою обмежується можливостями системи програмного управління переміщенням схвата (Сх) та / або маніпуляційної системи (МС) ПР.

Глобальні критерії змістовно є технічними (наприклад, динамічні показники траєкторії), економічними (наприклад, приведені затрати на реалізацію РМСТ) та техніко-економічними, що є комбінаціями вказаних критеріїв.

В зв'язку з тим, що будь-які інноваційні рішення, а саме до таких належать нові підходи до АС оптимальних РМСТ, у тому числі системний [10], повинні бути економічно обгрунтованими, а з іншого боку саме запропонована нижче система техніко-економічних критеріїв (СТЕК) за змістом акцентовано враховує так звану "роботизовану" складову РМСТ, розгляд вказаних критеріїв із СТЕК є доцільним. В контексті змісту розглядуваної проблеми вказані вище критерії в наукових дослідженнях та в інженерній практиці не використовувались [1, 3, 8, 11, 14, 17, 20, 22, 23, 26-28].

Фактори, що визначають зміст СТЕК, вказані на рис. 1.

**Результати досліджень.** Запропонована система критеріїв при АС РМСТ подана на рис. 2 з такими позначеннями:  $F_{optL}^{dg}$  – локальні (індекс  $L$ ) критерії;  $F_{optG}^{dg}$  – глобальні (індекс  $G$ ) критерії;  $T F_{optL}^{dg}$  – технічні (індекс  $T$ ) локальні критерії;  $T F_{optG}^{dg}$  – технічні глобальні критерії;  $E F_{optL}^{dg}$  – економічні (індекс  $E$ ) локальні критерії;  $E F_{optG}^{dg}$  – економічні глобальні критерії;  $T-E F_{optG}^{dg}$  – техніко-економічні глобальні критерії;  $F_{optN_{зан}}^{dg}$  – умовно перший техніко-економічний критерій ( $F_1^{dg}$ );  $F_{optT_{N_{зан}}}^{dg}$  – умовно другий техніко-економічний критерій ( $F_{2.1}^{dg}$ ), що враховує накопичений термін попередньої експлуатації ПР;  $F_{optT_{N_{зан}}}^{dg}$  – умовно другий техніко-економічний критерій ( $F_{2.2}^{dg}$ ), що враховує тривалість переналадження  $T_n$ ;  $R(...x...)$  – відношення між елементами множини СТЕК.



**Рис. 1. Фактори, що визначають зміст СТЕК**

Розрахунок та ранжування обчислених значень обраних критеріїв  $F_{opt}^{dg}$  при АС РМСТ є фактично змістом УКР.

Перший критерій  $F_1^{dg} = F_{optN_{зан}}^{dg}$  – це “роботизована” частина технологічної собівартості виготовлення кожного  $d_g$ -го ОМ із партії запуску (випуску)  $N_{зан}^{dg}$  ( $N_{вин}^{dg}$ ), що пов’язана із такими даними про ПР, як балансова вартість.

Другий критерій  $F_2^{dg}$  пов’язаний з плановим періодом  $T_{П}$ , за який він визначається (місяць, квартал, півріччя тощо). За вказаний період  $T$  об’єкти можуть запускатися у виробництво або в певній відомій детермінованій послідовності  $N_{зан1}^{dg}, N_{зан2}^{dg}, \dots, N_{занi}^{dg}$ , або стохастично, упорядкованість яких визначається відомими методиками або комбіновано (за можливим варіюванням вказаних вище детермінованою та стохастичною послідовностями).

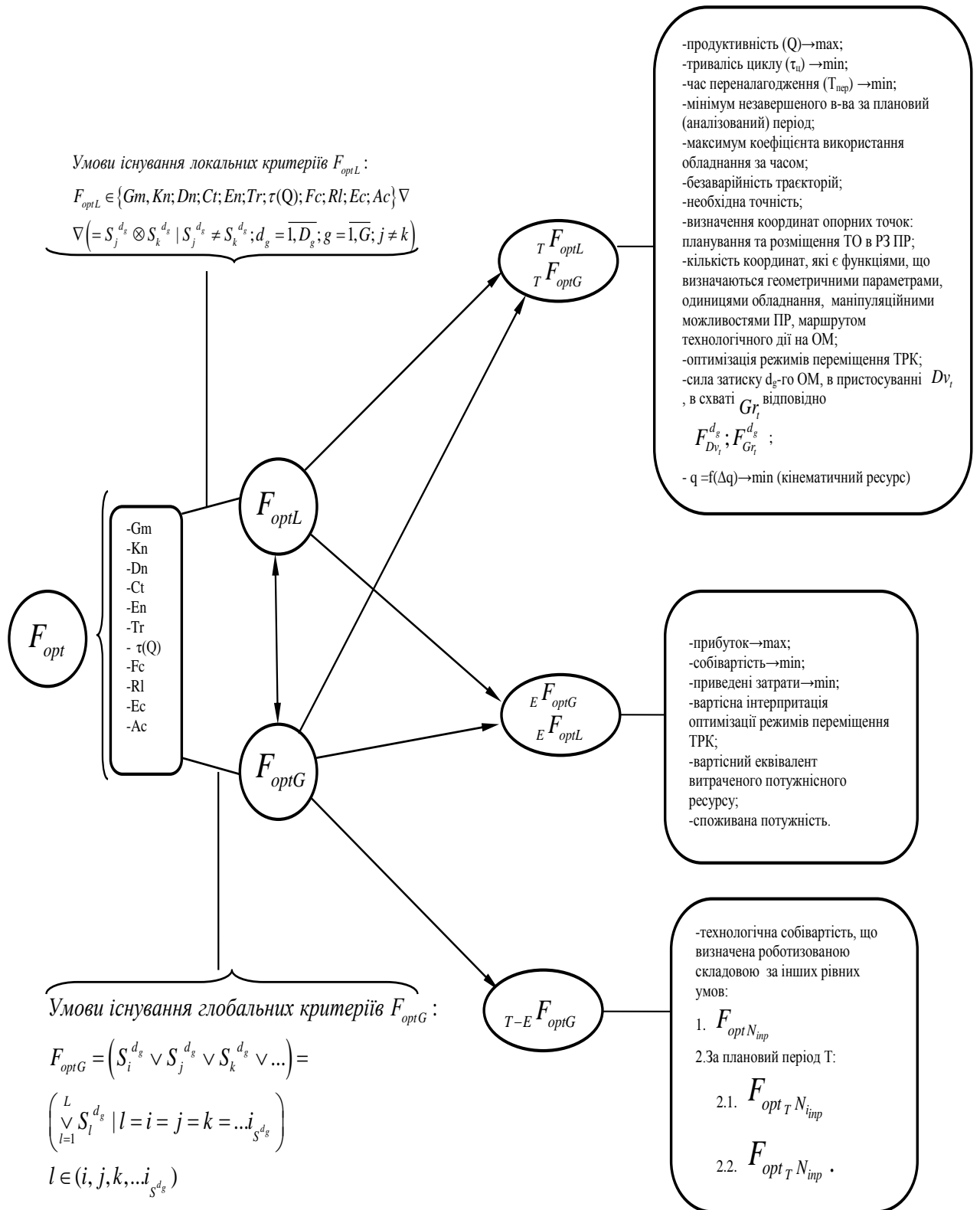


Рис. 2. Система критеріїв при АС РМСТ

Другий критерій умовно поділено на два критерії:  $F_{2.1}^{dg} = F_{opt}^{dg}$  та  $F_{2.2}^{dg} = F_{opt}^{dg}$  за умови  $T_{IR}^{N_{zan}^{dg}}$

$$F_{2.2}^{dg} = F_{opt}^{dg} \cdot T_n^{N_{zan}^{dg}}$$

Перший з них  $F_{2.1}^{dg} = F_{opt}^{dg}$  за змістом – це критерій визначення для

кожної партії запуску  $d_g$ -го виробу першого критерію  $F_{1_i}^{dg} = F_{optN_{zan}}^{dg}$  з урахуванням економічної складової накопиченого ресурсу експлуатації ПР та подальшого формування узагальненого критерію, зведеного до абстрактної умовної одиниці виробу з урахуванням їх ( $O^{dg}$ ) загальної кількості в партіях запуску  $N_{zan_i}^{dg}$  за планований (звітний) період  $T_{II}$ .

Критерій  $F_{2.2}^{dg} = F_{opt}^{dg}$  – це критерій оптимальності з урахуванням всієї

кількості ОМ партій запуску, що являє собою суму критеріїв, пов'язаних з їх економічною складовою, обумовленою накопиченим часовим ресурсом експлуатації ПР та тривалістю у вартісному вираженні переналагоджень між  $j^{dg}$ -ою та  $k^{dg}$ -ою партіями запуску  $N_{zan_j}^{dg}$  та  $N_{zan_k}^{dg}$  із наступним перерахуванням узагальненого критерію на умовну одиницю  $d_g$ -го виробу з урахуванням їх загальної кількості в партіях запуску  $N_{zan_i}^{dg}$  за плановий період  $T_n$ . Загалом той чи інший критерій вибирається проектувальником і визначається умовами проектування ГВК та синтезу РМСТ в них.

У зв'язку з цим формалізована постановка завдання щодо виконання УКР зводиться до обчислення величини одного із попередньо визначених критеріїв для кожної із кінцевої множини синтезованих РМСТ та вибору тієї з них, для якої обраний  $F_1^{dg}$ ,  $F_{2.1}^{dg}$  чи  $F_{2.2}^{dg}$  критерій є найменшим:

$$\left( F_{opt}^{dg} = \{ F_1^{dg}, F_{2.1}^{dg}, F_{2.2}^{dg} \} \right) \rightarrow \min. \quad (1)$$

Змістовна сутність запропонованої СТЕК в контексті прийнятих раніше системного підходу та концепції АС РМСТ дозволила визначити аналітичні вирази, за якими розраховується кожен із критеріїв СТЕК.

Критерій  $F_1^{dg}$ :

$$\left( F_1^{dg} = F_{opt_{N_{зан}}}^{dg} = \frac{3}{N_{зан}^{dg}} = \frac{\frac{M}{T_p} \cdot t_N + \frac{3_o}{10} + (3_o + 3_o) \cdot 39,5\% + 1,15 \cdot C_{IR} + \frac{C_{IR} \cdot H_a}{100} \cdot \frac{T_{IR}}{12} + B_N \cdot N \cdot \Phi \cdot K_n}{N_{зан}^{dg}} \right) \rightarrow \min. \quad (2)$$

Критерій  $F_{2.1}^{dg}$ :

$$\left( F_{2.1}^{dg} = f(F_1^{dg}, T_{IR}^{dg}) = F_{opt_{T_{IR} N_{зан, dg}}}^{dg} = \frac{\sum_{i^{dg}=1}^{n^{dg}} F_{opt_{T_{IR} N_{зан, dg}}}^{dg}}{\sum_{i^{dg}=1}^{n^{dg}} N_{зан, dg}^{dg}} \right) \rightarrow \min. \quad (3)$$

Критерій  $F_{2.2}^{dg}$ :

$$\left( F_{2.2}^{dg} = f(F_1^{dg}, T_{IR}^{dg}, T_n^{dg}) = F_{opt_{T_n N_{зан, dg}}}^{dg} = \frac{\sum_{i^{dg}=1}^{n^{dg}} F_{opt_{T_n N_{зан, dg}}}^{dg}}{\sum_{i^{dg}=1}^{n^{dg}} N_{зан, dg}^{dg}} \right) \rightarrow \min; \quad (4)$$

Для  $F_{2.1}^{dg}$  та  $F_{2.2}^{dg}$  виконується умова:

$$\sum_{i^{dg}=1}^{n^{dg}} N_{зан, dg}^{dg} = N_{зан1}^{dg} + \dots + N_{зан, i^{dg}}^{dg} + \dots + N_{зан, n^{dg}}^{dg}.$$

де:  $M$  – місячний посадовий оклад конкретного наладчика, грн., ( $T_p$  – число робочих днів в місяці,  $T_p = 21-22$  дні;  $t$  – число днів роботи наладчика;  $C_{IR}$  – балансова вартість ПР, грн;  $H_a$  – норма амортизації ПР, % за рік;  $T_{IR}^{dg}$  – накопичений термін використання ПР до початку виготовлення  $O^{dg}$ , цілі місяці;  $B$  – вартість 1 кВт/год. електроенергії;  $N$  – встановлена потужність ПР, кВт;  $\Phi$  – фактична кількість годин роботи ПР, год.;  $K_n$  – коефіцієнт використання потужності ПР,  $K_n < 1$ .

З урахуванням вище викладеного на рис. 3 подано умовне графічне представлення особливостей формування кожного із складових СТЕК, де позначено:  $N_{зан}^{dg}$  - партія запуску  $d_g$ -го ОМ ( $O^{dg}$ );  $N_{зан1}^{dg}$ ,  $N_{зан, i^{dg}}^{dg}$ ,  $N_{зан, n^{dg}}^{dg}$  - 1-ша,  $i^{dg}$ -та,

$n^{dg}$ -та партії запуску у виробництво виробів  $O^{dg}$ ;  $F_{opt N_{zan}}^{dg}$  - критерій оптимальності при виготовленні партії запуску  $N_{zan}^{dg}$ ;  $F_{opt N_{zan_1}^{dg}}$ ,  $F_{opt N_{zan_i}^{dg}}$ ,  $F_{opt N_{zan_n}^{dg}}$  - 1-ий,  $i^{dg}$ -ий,  $n^{dg}$ -ий критерії оптимальності при розрахунках  $F_{2.2}^{dg}$ ;  $T_{II}^{dg}$  - плановий період випуску партії  $O^{dg}$ ;  $T_{IR}^{dg}$  - накопичений попередній термін експлуатації ПР до запуску  $O^{dg}$ ;

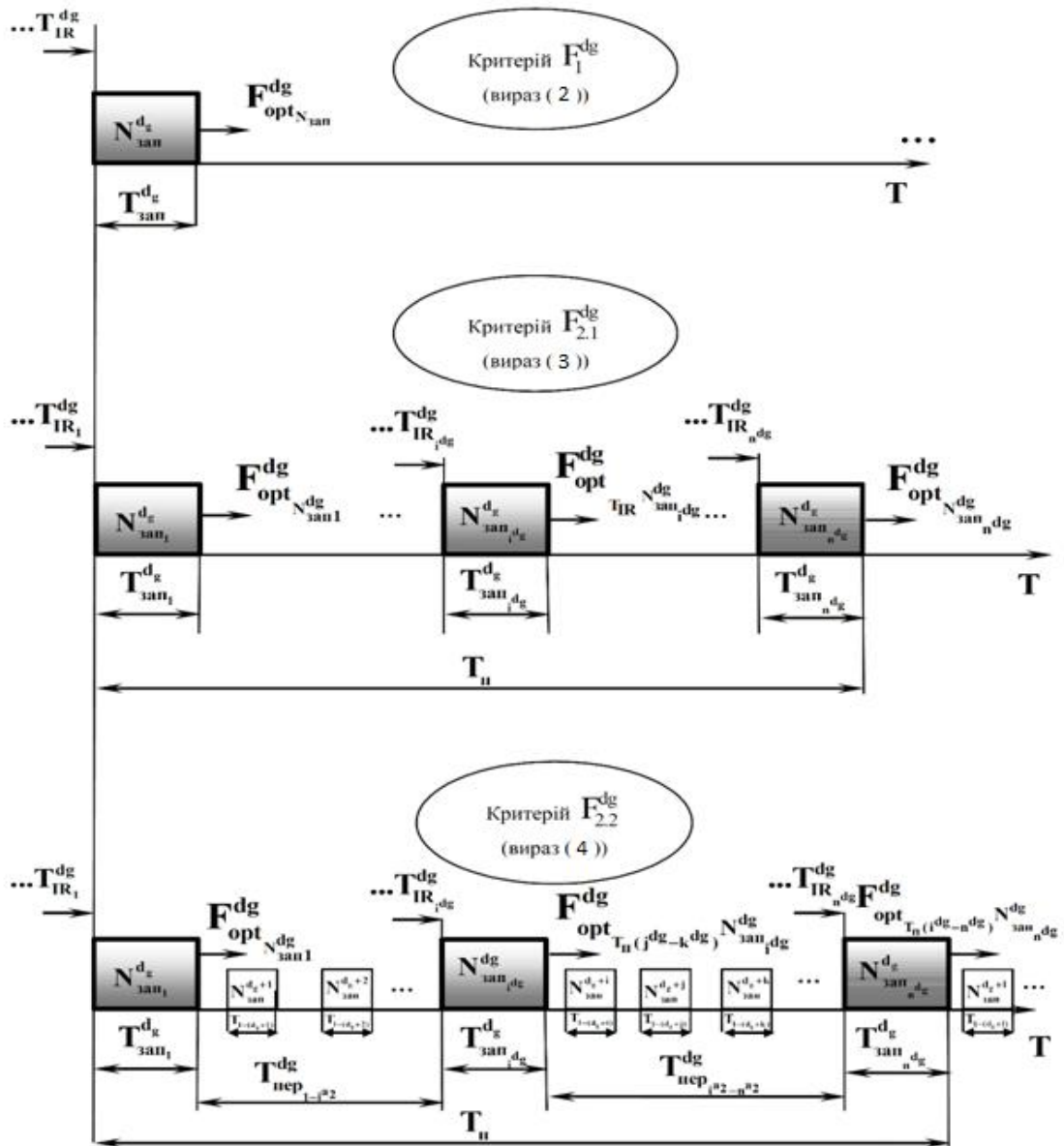


Рис. 3. Схематичне зображення складових, що визначають запроповану СТЕК



$T_{zan}^{dg}$  - плановий період виготовлення ОМ партії запуску  $N_{zan_1}^{dg}$ ,  $N_{zan_{i^{dg}}}^{dg}$ ,  $N_{zan_{n^{dg}}}^{dg}$ ;  $T_{(1-i^{dg})}$ ,  $T_{(j^{dg}-k^{dg})}$ ,  $T_{(i^{dg}-n^{dg})}$  - тривалість переналагодження між партіями запуску відповідно  $l$ -ою та  $i^{dg}$ -ою,  $j^{dg}$ -ою та  $k^{dg}$ -ою,  $i^{dg}$ -ою та  $n^{dg}$ -ою.

Ієрархія вказаних критеріїв подана на рис. 4. З нього видно, що критерії  $F_1^{dg}$ ,  $F_{2.1}^{dg}$  та  $F_{2.2}^{dg}$  є такими, що розглядаються в такій послідовності:

$$F_1^{dg} \rightarrow F_{2.1}^{dg} \rightarrow F_{2.2}^{dg} \text{ і тому } (F_1^{dg} = F_{opt_{N_{zan}^{dg}}}^{dg}) \subset (F_{2.1}^{dg} = F_{opt_{T_{IR}^{dg}, N_{zan_{i^{dg}}}}^{dg}}}^{dg}) \subset (F_{2.2}^{dg} = F_{opt_{T_n, N_{som_{i^{dg}}}}^{dg}}}^{dg}).$$

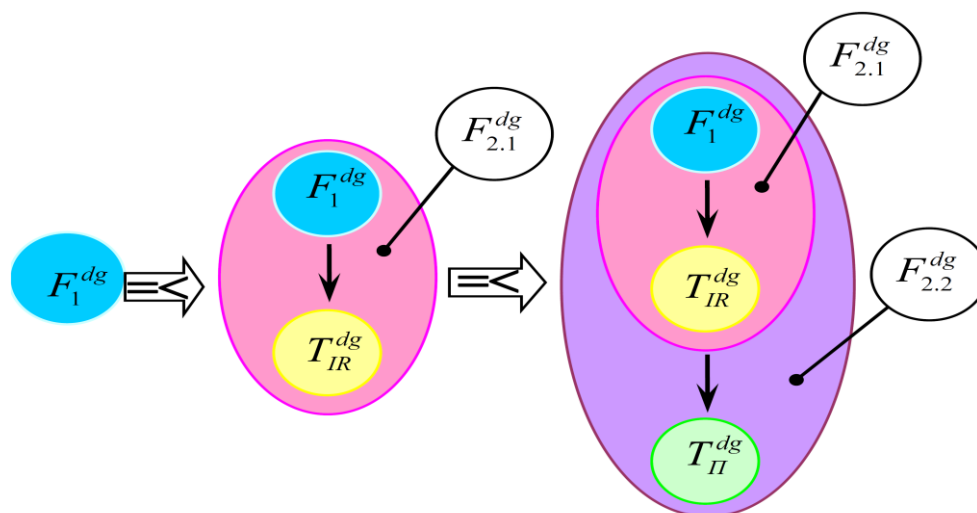


Рис. 4. Ієрархія складових пропонованої СТЕК

Таким чином, СТЕК за своєю сутністю відповідає змісту  $T-E F_{opt_G}^{dg}$ . Відмітною особливістю СТЕК є те, що кожен критерій тією чи іншою мірою пов'язаний з роботизованою складовою технологічної собівартості виготовлення виробів з використанням синтезованої РМСТ. В загальному випадку СТЕК визначаються  $N_{вun}^{dg}$ , обсягом кожної  $i$ -ої партії запуску  $N_{zan_{i^{dg}}}^{dg}$  та випуску  $N_{вun_{i^{dg}}}^{dg}$  за плановий період  $T_n$ ); розташуванням і плануванням ОТО, ДТО та ПР в ГВК (незмінна (стала) технологічно-топологічна складова в існуючих ГВК та змінна – в проєктованих ГВК); маршрутом  $M^{dg}$  та тривалістю  $\tau_t^{dg}$  технологічної дії на  $O_{t-1}^{dg}$  на кожній  $t$ -ій робочій позиції ГВК; параметри ПР (технологічні можливості, початкова вартість, термін експлуатації ПР до

випуску  $O^{dg}$  тощо). Саме вказані складові є змінними в сенсі варіативності параметрів та умов використання ПР і такими, що обумовлюють "роботизовану" складову в РМСТ і тим самим формують змінну в даній постановці частину технологічної собівартості випуску  $O^{dg}$ -их виробів в проектуванні ГВК.

### **Висновки**

Розроблено СТЕК, що є складовою запропонованої тривірневої стратегії вирішуваності АС РМСТ на ВТБ ГВК. СТЕК за змістом акцентовано відтворює особливості саме роботизованої складової РМСТ, що формує частину технологічної собівартості виготовлення одиниці виробів в механоскладальних ГВК машино- та приладобудування. Тому кожен прояв РМСТ може розглядатись як локальний критерій із запропонованої СТЕК, і як глобальний критерій оптимізації при виборі синтезованих в ГВК РМСТ при роз'язуванні задач умов критеріальної реалізованості як невід'ємної складової запропонованої раніше стратегії АС РМСТ.

### **Список літератури**

1. Асфаль Р. Роботы и автоматизация производства / Асфаль Р., пер. с англ. М. Ю. Евстигнеева и др. – М.: Машиностроение, 1989. – 448 с.
2. Богдановський М. В. Автоматизоване планування рухів захватних пристроїв промислових роботів в робочих зонах технологічного обладнання / М.В. Богдановський, В.А. Кирилович // Recueil des exposés des participants de la VII Conférence internationale scientifique et méthodique "Les problèmes contemporains de la technosphère et de la formation des cadres d'ingénieurs". Sousse (Tunisie) du 08 au 17 octobre 2013. – Donetsk: UNTD, 2013. – P. 94–99.
3. Гнучкі комп'ютерно-інтегровані системи: планування, моделювання, верифікація, керування / Л.С. Ямпольський, П.П. Мельничук, К.Б. Остапченко, О.І. Лісовиченко. – Житомир: ЖДТУ, 2010. – 786 с.
4. Камильянов А.Р. Планирование траекторий движения многозвенного манипулятора в сложном трехмерном рабочем пространстве на основе

эволюционных методов: автореф. дис. ... канд.техн.наук. 05.13.01 / Камильянов А.Р.; Уфим. гос. авиац. техн. ун-т. – 2007. – 16 с.

5. Кирилович В.А. Автоматизоване визначення циклової продуктивності механообробних ГВК / В.А. Кирилович, О.В. Підтиченко // Вісник ЖДТУ. – Технічні науки. – 2010. – №4(55). – С. 61–70.

6. Кирилович В.А. Автоматизований синтез компонувальних структур механообробних гнучких виробничих комірок / В.А. Кирилович, О.В. Підтиченко, Б.Б.Самотокін // Науковий журнал “Технологічні комплекси”. – Луцьк: ЛНТУ, 2012. – №1,2(5,6). – С. 36–49.

7. Кирилович В.А. Адаптивність схватів промислових роботів як напрям підвищення ефективності роботизованих механоскладальних технологій/ В.А. Кирилович, І.Ю. Черепанська, А.Ю. Сазонов // Вісник Житомирського державного технологічного університету. – №1 (52). – 2010. – С. 17 – 24.

8. Кирилович В.А. Геометричний аспект траєкторних задач роботизованих механоскладальних технологій / В. А. Кирилович, І. В. Сачук// Збірник наукових праць Кіровоградського державного технологічного університету / Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Вип.12. – Кіровоград: КДТУ. – 2003. – С. 210–214.

9. Кирилович В.А. Корегування програмних траєкторій руху робочих органів промислових роботів при обході перепон / В. А. Кирилович, В. М. Богдановський // Східно-Європейський журнал передових технологій. – Харків. –2011. – №5(7)(53). – С. 53–59.

10. Кирилович В.А. Системний підхід до роботизованих механоскладальних технологій як об'єкта синтеза / В.А. Кирилович // Сборник трудов XIX международной научно-технической конференции “Машиностроение и техносфера XXI века”. – 2012. – Донецк. – Т.2. – С. 38 – 39.

11. Кирилович В.А. Теоретико-множинна інтерпретація проектування роботизованих технологій в гнучких виробничих комірках // Вісник ЖДТУ. Технічні науки. – Житомир, 2010. – №2(53). – Т. 1. С. 35 – 43.

12. Кирилович В.А. Умови функціональної реалізованості роботизованих механообробних технологій в гнучких виробничих комірках / В.А. Кирилович // Технологічні комплекси – Луцьк. – 2010. – № 1. – С. 136 – 145.

13. Комбінований підхід до точнісної атестації робочих зон промислових роботів / В.А. Кирилович, А.Ю. Сазонов, Б.Б. Самотокін [та ін.]// Науковий Вісник Херсонської державної морської академії : науковий журнал / Херсонська державна морська академія. – Херсон: Видавництво ХДМА. – 2012. – №2(7). – С. 238 – 249.

14. Корендясев А.И. Теоретические основы робототехники / Корендясев А.И., Саламандра Б.Л., Тывес С.М.; отв.ред. Каплунов С.М.; Ин-т машиноведения им.А.А. Благонравова РАН. – М.: Наука, 2006. (В 2-х кн.).

15. Лищинский Л.Ю. Структурный и параметрический синтез гибких производственных систем / Лищинский Л.Ю. – М.: Машиностроение, 1990. – 312 с.

16. Мельничук П.П. Задачі технологічної взаємодії схватів промислових роботів з об'єктами маніпулювання в механоскладальних гнучких виробничих комірках / П.П. Мельничук, В. А. Кирилович, Р. С. Моргунов // Збірник наукових праць Житомирського державного технологічного університету "Процеси механічної обробки в машинобудуванні". – Житомир. – 2011. – Вип. №10. – С.24–41.

17. Своятыцкий Д.А. Моделирование процессов сборки в робототехнических комплексах / Своятыцкий Д. А. – Мн.: Наука и техника, 1983. – 93 с.

18. Яглінський В.П. Моделювання динамічних процесів роботизованого виробництва / В. П. Яглінський, Д.В. Іоргачов. – Одеса: Астропринт, 2004. – 234 с.

19. Caihua Xiong. Fundamentals of Robotic Grasping and Fixturing / Caihua Xiong, Ham Ding, Youlung Xiong. – Word Scientific Publishing Co. Ptc. Ltd., 2007. – 218 p.

20. Handbook of industrial automation / [Castillo E., Hadi Ali S., Murio Diego

A. and others] edited by Shall Richard L., Hall Ernest L. – New York : Marcel Dekker, 2000. – 857 p.

21. Henderson H. Modern robotics: building versatile machines / Harry Henderson. – New York: Chelsea House, 2006. – 208 p.

22. Kostal P. Flexible Manufacturing System / Peter Kostal, Karol Velisek // World Academy of Science, Engineering and Technology 77. – 2011. – P. 825–829.

23. Kyrylovych V. Automated technological equipment layout in industrial robots' working area having complicated shape / V.Kyrylovych, O. Pidtychenko// MECHANICS 2008. Proceeding of the International Scientific Conference (June 26-27, 2008). – Mechanics 73. Scientific Bulletins of Rzeszów University of Technology No.253 – Rzeszów, June 2008. – P.189–196.

24. Recursive Robot Dynamics in RoboAnalyzer / C. G. Rajeevlochana, A. Jain, S. V. Shah, S. K. Saha // 15th National Conference on Machines and Mechanisms (NaCoMM), Chennai, India – Dec. 2011. – P. 482–490.

25. Robotic Gripper Repeatability Definition and Measurement / Samuel Bouchard. – 08.07.2011. – Режим доступу до ресурсу <http://blog.robotiq.com/bid/36551/Robotic-Gripper-Repeatability-Definition-and-Measurement>.

26. Saha S.K. Introduction to Robotics / S.K. Saha // Tata McGraw-Hill, New Delhi – 2008. – 400 p.

27. Siciliano B. Handbook of robotics. / B. Siciliano, O. Khatib. – Berlin: Springer-Verlag, 2008. – 1628 p.

28. Siciliano B. Robotics: Modelling, Planning and Control / B. Siciliano, L. Sciavicco, L. Villani, G. Oriolo. – London: Springer, 2009. – 632 p.

**СИСТЕМА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ КАК  
ОСНОВА УСЛОВИЙ КРИТЕРИАЛЬНОЙ РЕАЛИЗУЕМОСТИ ПРИ  
АВТОМАТИЗИРОВАННОМ СИНТЕЗЕ РОБОТИЗИРОВАННЫХ  
МЕХАНОСБОРОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

***В. А. Кирилович***

*Аннотация. По результатам аналитических обобщений предложена система критериев выбора оптимальных роботизированных механосборочных технологий. Наряду с другими подробно описано содержание, раскрыта сущность и приведены аналитические выражения для расчета предлагаемых технико-экономических критериев, любой из которых может использоваться как глобальный критерий оптимальности при выборе роботизированной механосборочной технологии с их конечного множества, синтезированных на известном техническом базисе гибкой производственной ячейки.*

***Ключевые слова: промышленный робот, автоматизированный синтез, роботизированная технология, система технико-экономических критериев.***

**THE SYSTEM OF TECHNICAL AND ECONOMIC CRITERIA AS  
THE BASE OF CRITERIAL FEASIBILITY OF AUTOMATED SYNTETHSIS  
OF MECHANICALASSEMBLYROBOTIC TECHNOLOGIES**

***V. Kyrylovych***

*Abstract. The system of criteria for choice the optimal robotized mechanical assembly technology was proposed as the result of analytical generalizations. Along with the others there are detailed content, essence and analytical formulas are submitted for the proposed technical and economic criteria any of which can be used as a global optimality criterion when choosing a robotic assembly technology of their ultimate set that synthesized at the famous technical basis of flexible manufacturing cell.*

***Keywords: industrial robot, automated synthesis, robotize technology, the system of technical and economic criteria.***