

УДК 621.9

С.В.Луцький

Харківський національний автомобільний університет

E-mail: lutsk_sv@mail.ru

ВИКОРИСТАННЯ СТРУКТУР САМООРГАНІЗАЦІЇ В МЕХАНООБРОБНИХ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ВИРОБНИЦТВАХ

В статье рассматривается использование положений теории системно-информационного подхода к анализу структур самоорганизации процессов и систем механообработывающих компьютерно-интегрированных производств.

Ключевые слова: самоорганизация, информация, системы, технологии, процессы.

1. Вступ.

Сучасні потреби суспільства в нових промислових výroбах обумовлюють тенденції розвитку механообробного машинобудівного виробництва у напрямі підвищення його ефективності в умовах частоті змінюваності продукції, що випускається. На перший план виступає завдання скорочення термінів розробки технологічних процесів, технологічної підготовки виробництва і підвищення якості та ефективності проектних рішень.

Використання досягнень науково-технічного прогресу, зокрема, обчислювальної техніки при проектуванні та управлінні технологічним обладнанням (верстати з ЧПК, ОЦ, ГВС) з другої половини 60-х років минулого століття стало новим, якісно відмінним етапом розвитку механообробного машинобудівного виробництва.

Подальший розвиток цього напрямку відкрив шляхи до створення комп'ютерно-інтегрованих виробництв (КІВ). За допомогою КІВ вирішуються три кардинальні завдання: різке підвищення продуктивності, підвищення якості продукції, ріст мобільності, як здатності до освоєння нових типів виробів з мінімальними часовими, матеріальними витратами. Разом з тим, КІВ зумовлюють збільшені первинні капіталовкладення і викликають необхідність суттєвого підвищення рівня інтеграції технологічних і управлінських рішень.

Це можливо здійснити при фундаментальному підході до технології машинобудування як науки, з використанням нових принципів та положень, що перебувають на стику різних наукових напрямків, та на цій основі забезпечення створення нових високоефективних механообробних технологічних процесів і систем. Серед таких підходів до механообробного КІВ перспективним є використання елементів самоорганізації.

2. Аналіз останніх досягнень і публікацій.

До категорії системних відносяться об'єкти і процеси які складаються з окремих частин і елементів і володіють цілісним характером функціонування. При цьому структура технологічної системи характеризується множиною властивостей, зв'язками між властивостями та законами, або закономірностями цих зв'язків.

Клас процесів і систем, здатних до самоорганізації [1] – це нерівноважні, відкриті та нелінійні, дисипативні процеси і системи. Таким характеристикам

відповідають технологічні процеси і системи механообробних КІВ. Самоорганізація таких процесів і систем характеризується виникненням просторових, часових, просторово-часових або функціональних структур механообробних КІВ за рахунок узгодженості взаємодії безлічі елементів її складових.

Самоорганізація є природнім [2] інструментом еволюції матеріальних процесів і систем.

Вона пов'язана з внутрішніми джерелами закономірностей розвитку, які показують домінуючу

роль інформаційних структур, що знаходяться у відповідності із зовнішніми факторами впливу.

Таким чином, згідно приведеного визначення структури самоорганізації процесів і систем є не що інше, як інформаційні структури, які моделюються на базі методології системно-інформаційного підходу.

Системно-інформаційний підхід [3] до моделювання структур об'єктів і процесів дозволяє описати множину властивостей механообробних КІВ через кількість, якість, цінність інформації та їх похідних, описати зв'язки між властивостями, як передачу інформації, та встановлює закони прояву і функціонування цих зв'язків. На фізичному рівні параметри технологічних процесів і систем з елементами самоорганізації пов'язані коефіцієнтом інформаційного зв'язку, що є відношенням порогів чутливості інформаційно пов'язаних властивостей механообробних КІВ.

Науко визнаним вважається, що поняття терміну «інформація» полягає в тому, що це є результат відображення категоріальних атрибутів властивостей взаємодіючих об'єктів, які відповідають складності змісту цих об'єктів (табл.1). Таке визначення поняття терміну «інформація» потребує проведення нових досліджень процесів самоорганізації об'єктів механообробних КІВ в сфері енерго-речовинно-інформаційної парадигми та розробки на цій основі методик, моделей і алгоритмів в цій області.

Таблиця 1. Повна безліч відображень властивостей категоріальних атрибутів техносфери

№ п/п	Атрибути	Безліч відображень категоріальних атрибутів
1	Простір (R^n)	$I\{f: R^n \rightarrow R^n\}, I\{f: R^n \rightarrow m\}, I\{f: R^n \rightarrow E\}, I\{f: R^n \rightarrow t\}$
2	Час (t)	$I\{f: t \rightarrow t\}, I\{f: t \rightarrow m\}, I\{f: t \rightarrow E\}, I\{f: t \rightarrow R^n\}$
3	Речовина (m)	$I\{f: m \rightarrow E\}, I\{f: m \rightarrow R^n\}, I\{f: m \rightarrow t\}, I\{f: m \rightarrow m\}$
4	Енергія (E)	$I\{f: E \rightarrow m\}, I\{f: E \rightarrow R^n\}, I\{f: E \rightarrow t\}, I\{f: E \rightarrow E\}$
5	Інформація (I)	$I\{f: I \rightarrow I\}, I\{f: I \rightarrow m\}, I\{f: I \rightarrow E\}, I\{f: I \rightarrow t\}$

Упорядкування структур самоорганізації механообробних КІВ [4] можливе на рівні вибраної технологічної системи, технології виробництва, маршрутів, операцій, параметрів формоутворення (рис.1). Використання структур самоорганізації властивостей механообробних КІВ в алгоритмах та моделях виявляє зв'язки між просторовими, часовими, речовинними, енергетичними та інформаційними характеристиками цих структур. Такий підхід до структур самоорганізації механообробних КІВ потребує дослідження категоріального атрибуту їх властивостей на рівні поняття терміну «інформація». Класичний підхід теорії інформації зв'язку до

терміну «інформація» не задовольняє потреби наукового розгляду проблем самоорганізації процесів та систем механообробних КІВ.

Структура самоорганізації властивостей механообробних КІВ може бути представлена у вигляді піраміди. У вершині піраміди знаходяться головні параметри службового призначення, а другорядні параметри (внутрішні) розташовані ієрархічно в тілі піраміди.

Точкою біфуркації самоорганізації механообробних КІВ [1] є момент інформаційної взаємодії параметру зовнішнього впливу на головний параметр у вершині піраміди, що приведе його і як слідство другорядних інформаційно пов'язаних з ним параметрів, які складають структуру самоорганізації властивостей механообробних КІВ, до їх змін.

В СІ-моделі структури самоорганізації процесу (системи), мають в лівій половині рівняння головні параметри, а в правій внутрішні параметри. Вони складаються з синтаксичного, семантичного, прагматичного і алгоритмічного рівнів[5].

Невизначеність структури самоорганізації механообробних КІВ обумовлюється невизначеністю в процесі біфуркації проявлення конкретних властивостей та їх інформаційних зв'язків.

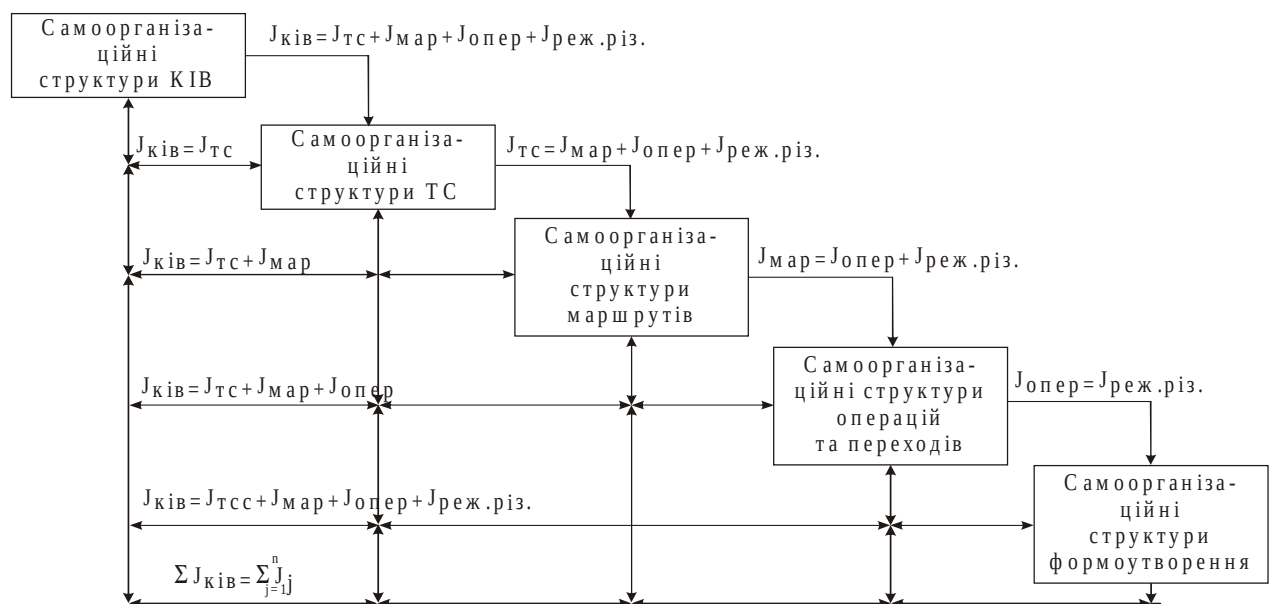


Рис.1 . Схема самоорганізації механообробних КІВ на атрибутивному рівні

Технологічна система, як складова механообробних КІВ, є відкритою системою, яка обмінюється із зовнішнім середовищем енергією, речовиною та інформацією. Точкою біфуркації технологічної системи є момент впливу зовнішніх організуючих факторів, таких як зміна конструкторсько-технологічних параметрів деталі, зміна виду заготовки, зміна розміру партії запуску, зміна програми випуску. Внаслідок дії цих чинників, відбувається керована зміна інформаційних структур всієї технологічної системи виготовлення виробу і його збірки – це переналагодження основного і допоміжного обладнання, переналагодження системи керування та ін.

Технологічний процес, як складова механообробних КІВ, проявляється у вигляді структури самоорганізації властивостей з інформаційно пов'язаними параметрами

процесу. Точка біфуркації технологічного процесу залежить від факторів зовнішнього впливу параметрів виробничого завдання, при якому проявляються головні і другорядні параметри технологічного процесу. Безліч інших внутрішніх параметрів технологічного процесу інформаційно не пов'язаних з головним параметром не проявляються. Таким чином, технологічний процес самоорганізується, взаємодіючи із зовнішнім середовищем.

Структури самоорганізації на рівні формоутворення, як складова технологічного процесу, складаються із головних параметрів – це геометричні параметри деталі і їх допуски, параметри якості обробки та внутрішні параметри, якими є інформаційна інтенсивність обробки металорізального устаткування, та інформація зрізувального шару.

Фізичне дійство самоорганізації технологічного процесу (системи) полягає в тому, що інформація параметру впливу зовнішнього фактора завдяки наявності взаємодії порогів чутливості, тобто коефіцієнту інформаційного зв'язку збуджує зміну інформації головного параметру, а головний параметр самоорганізує внутрішні параметри за допомогою інформаційних зв'язків даної структури.

В стаціонарному стані, до якого в процесі самоорганізації прагне технологічний процес (система), сукупність кількості інформації структури самоорганізації інформаційно пов'язаних другорядних параметрів дорівнює кількості інформації головного (службового) параметру

$$I_{\text{гол}}^i = \sum_{j=1}^N I_n^j.$$

Параметри структур самоорганізації процесів (систем) розглядаються в інформаційному просторі властивостей і мають структуру СІ-моделей. Зв'язки між параметрами моделей структур самоорганізації процесів (систем) підкоряються законам інформації по системно-інформаційному підходу.

Метою проведених досліджень в статті є визначення можливостей практичного використання інформації структур самоорганізації процесів та систем механообробних КІВ з позиції системно-інформаційного моделювання.

3. Вклад основного матеріалу.

СІ-моделі процесів і систем механообробних КІВ по своїй природі є структурами самоорганізації. Вони відображають множину властивостей і інформаційні зв'язки між ними. Так як властивостей матеріальних процесів і систем теоретично є безліч, то безліч є і законів які обумовлюють ці зв'язки між властивостями. Частина законів із безлічі науці відома, але більшість ні. СІ-моделювання теоретично відштовхується від двох концептуальних положень: перше – це наявність інформаційного зв'язку між параметрами в просторі і часу; друге – це відсутність надлишку або недоліку передачі інформації між ними. Тобто, процеси є когерентними.

В практичній площині СІ-моделі процесів механообробного КІВ базуються на аналітичних і статистичних засадах. Статистичні бази даних технологічних досліджень, які нині зібрані в технології машинобудування, дозволяють описати зв'язки між властивостями технологічних процесів і систем на базі СІ-моделей в рамках комп'ютерних технологій і, таки чином, обійти незнання законів зв'язків між властивостями. Для аналізу точок біфуркації структур самоорганізації механообробного КІВ потрібно провести ще ряд досліджень в цій області.

Використання структур самоорганізації у вигляді СІ-моделей в технології машинобудування базується на виявленні закономірностей інформаційних зв'язків властивостей технологічних процесів та системи, що знаходяться в стійкому кореляційному (когерентному) стані в перебігу виробництва виробів, та обчислення кількості, якості, цінності інформації, якими володіють структури самоорганізації.

Виявлені закономірності СІ-підходу лежать в основі положень практичного їх використання і дозволяють:

1) визначити показник кількості інформації, що міститься в конструкторській документації з n -параметрами виробу

$$I_{\text{КД}} = \sum \log_2 n_i, \quad i = 1, m.$$

(інформаційна характеристика дозволяє інтегрально кількісно оцінити рівень складності виробу, який має кількісну величину і використовується для прогнозування виробничих та економічних показників виробництва на ранніх етапах життєвого циклу виробу);

2) визначити показник кількості інформації, що міститься в технологічному обладнанні, оснастці та інструменті с q -параметрами

$$I_{\text{ТО}} = \sum \log_2 q_i, \quad i = 1, d;$$

(інформаційна характеристика дозволяє інтегрально кількісно оцінити технічний рівень технологічного обладнання, який має кількісну величину і використовується при прогнозуванні виробничих та економічних показників виробництва при прийнятті технологічних рішень на ранніх етапах життєвого циклу виробу);

3) визначити відповідність кількості інформації що містяться у виробі і технологічному обладнанні в період виробництва

$$\sum_{i=1}^n S_{\text{ІКД}}(t_i, r^n) \geq \sum_{j=1}^p S_{\text{ІТО}}(t_j, r^n);$$

(інформаційна характеристика дозволяє інтегрально кількісно оцінити можливість виготовлення виробу на даному обладнанні і використовується для аналізу виробництва при технологічній підготовці);

4) визначити інтегрований показник кількості інформації що міститься у даному виробництві

$$FI(\tau, r^n) = \sum_{i=1}^n S_{\text{ІКД}}(t_i, r^n) + \sum_{j=1}^p S_{\text{ІТО}}(t_j, r^n);$$

(інформаційна характеристика дозволяє інтегрально кількісно оцінити потреби матеріального та енергетичного ресурсів для майбутнього виробництва);

5) визначити показник якості передачі інформації між етапами життєвого циклу виробу

$$I^{(gl)} = \sum_{i=1}^m \left| \frac{I_i^{ном} - I_i^{дійсн}}{I_i^{ном}} \right|^{-1} = \sum_{i=1}^m \left| 1 - \frac{I_i^{дійсн}}{I_i^{ном}} \right|^{-1}.$$

де $I_{ном}$ – номінальний параметр, $I_{дійсн}$ – дійсний параметр.

(показник інтегрально кількісно визначає рівень якості виготовлення виробу на даному виробництві і технологічному обладнанні);

6) визначити показник рівня цінності інформації у виробництві при виготовленні виробу

$$I^{(ve)} = \sum_i^m \left| I_i^{ном} - \frac{I_i^{ном} - I_i^{дійсн}}{I_i^{ном}} \right|;$$

(показник інтегрально кількісно визначає рівень позитивної або негативної дії номінальних параметрів виробу на ступінь формування дійсних параметрів на даному технологічному обладнанні);

7) визначити інтегрований показник інтенсивності переробки інформації на даному виробництві;

$$W_T(I_\ell) = \sum_{i=1}^{N_k} W_{Ti}(I_\ell) = \frac{1}{\sum_{j=1}^k I(j)};$$

(інформаційна характеристика дозволяє інтегрально кількісно оцінити ефективність виробництва).

Похідні інтегральні інформаційні показники відображають складову основних інформаційних показників відносно до простору і часу.

Практичне використання закономірностей інформаційного зв'язку між властивостями механообробного КІВ дозволяє суттєво зменшити витрати на технологічну підготовку та управління виробництвом на базі КІТ нового покоління.

Подальший розвиток практичного використання структур самоорганізації процесів і систем механообробного КІВ в науці і виробництві потребує вирішувати наступні науково-технічні завдання.

1. Розробка елементів машин з інформаційно пов'язаними параметрами: поверхні деталей, групи поверхонь, механізми, складальні вузли, машини і т.д.

2. Розробка методології інформаційно-функціонального вартісного аналізу та оптимізації конструкцій машин з інформаційно пов'язаними параметрами.

3. Розробка методології прогнозування на ранніх етапах життєвого циклу, ефективності виготовлення виробу, технологічного часу, витрат енергії, витрат коштів і т., та оптимізації технологічних процесів і систем на базі інформаційних критеріїв.

4. Управління виготовленням та контроль якості машин на базі детермінованої та стохастичної інформації СІ-моделей технологічних процесів і систем.

5. Діагностування і прогнозування стану машин з інформаційно пов'язаними параметрами в період експлуатації.

6. Оптимізація витрат на ремонт машин з інформаційно пов'язаними параметрами, які найбільш істотно впливають на працездатність машини в період

експлуатації

4.Заключення.

Використання методології опису структур самоорганізації на базі СІ-моделей для синтезу механообробного КІВ є інструментом, який відкриває нові можливості на інформаційному рівні керувати ефективністю технологічних процесів виробництва машин їх якістю, розробляти нові технологічні процеси, синтезувати структури формоутворення, переходи і операції, маршрути, технологічні системи та ін.

Методологія використання структур самоорганізації механообробного КІВ дозволяє оцінювати важливі два чинники: перший – складність СІ-моделей параметрів процесу (системи); другий – складність технологічних завдань. Рівень ефективності механообробного КІВ з елементами самоорганізації тим більший, чим менший рівень складності моделей, які використовуються для вирішення більш складних завдань.

Список літератури.

1. Мельник Л.Г. Научные основы самоорганизации экономических систем. Ч.1. УДК 316.334.2 // Механізм регулювання економіки, 2010, №3, Т.1.
2. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. М., 1979.
3. Луцкий С.В. Роль информации в развитии интегрированных производственных систем машиностроения / Н.Э.Тернюк, С.В.Луцкий // Оборудование и инструмент. Международный информационно-технический журнал. — Харьков. №5/105/2008. – С.146–150.
4. Луцкий С.В. Системно-информационные модели в науке и технике./ С.В.Луцкий // Сучасні проблеми науки та освіти. Матеріали 12-ї Міжнародної міждисциплінарної науково-практичної школи-конференції. – м. Євпаторія, 27-9 травня 2012р. С.27-39.
5. Луцкий С.В. Компьютерно-интегрированные производства машиностроения с элементами самоорганизации / С.В.Луцкий // Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сб. научных трудов. – Донецк: ДонНТУ, 2011. Вып.42. – с.156-162

Надійшла до редколегії 18.06.2012 р.

S. Lutskiy. USE PATTERNS IN SELF Machining COMPUTER-INTEGRATED MANUFACTURING

The article discusses the use of the theory of information system approach to the analysis of structures of self-organization processes and machining systems, computer-integrated manufacturing.

Key words: self-organization, information systems, technologies, processes.

С.В.Луцкий ВИКОРИСТАННЯ СТРУКТУР САМООРГАНІЗАЦІЇ В МЕХАНООБРОБЛЮЮЧИХ КОМП'ЮТЕРНО- ІНТЕГРОВАНІХ ВИРОБНИЦТВАХ

У статті розглядається використання положень теорії системно-інформаційного підходу до аналізу структур самоорганізації процесів і систем механообробних комп'ютерно-інтегрованих виробництв.

Ключові слова: самоорганізація, інформація, системи, технології, процеси.