

матеріал не є досить жорстким. Особливо точність зменшується при не встановленому режимі подачі (коли починається нова частина зображення). Отже, зменшується точність позиціонування (гірша повторюваність).

Висновки. Проаналізовані методи забезпечення градацій зображення у фотовивідних пристроях. Розглянуті параметри світлового пучка. Проведений порівняльний аналіз фотовивідних пристроїв з барабанним та площинним принципами записування.

1. Самарин Ю.Н., Сапожников Н.Л., Сияк М.А. Допечатное оборудование. М.: МГУП, 2000.
1. Ткачук Ю.Н. Оборудование допечатных процессов. – М.: Изд-во МГУП, 1999.
2. Шовгенюк М.В. Ввід, вивід зображень у комп'ютерних видавничих системах. – Львів: УАД, 1998. – 144 с.
3. Луцків М.М. Цифрові технології друкарства. – Львів: УАД, 2012. – 488 с.
4. Самарин Ю.Н. Формирование и регистрация изображения в выводных устройствах//КомпьюАрт.–2005.
5. Сияк М., Морев Д. Лазеры в современных системах СтР// КомпьюАрт.–2003.

Поступила 9.9.2013р.

УДК 004.9

Л. С. Сікора , проф., д.т.н., М. С. Антоник , к.т.н., В.І.Сабат, доц., к.т.н., Н.К.Лиса, к.т.н., Ю.Міюшкович , к.т.н.; співзукачі Л.І.Пюрко, Б.Л.Якимчук, НУ «Львівська політехніка», Українська академія друкарства, ЦСД

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УПРАВЛІНСЬКОГО ПРОЦЕСУ В ІЄРАРХІЧНИХ СТРУКТУРАХ

Анотація. Розглянуто інформаційні технології забезпечення управлінського процесу в ієрархічних структурах на підставі використання процедур синтезу стратегії і планів управляючих дій.

Ключові слова: інформація, ієрархія, технологія, процес, стратегія, план, дія.

Аннотация. Рассмотрено информационные технологии обеспечения управленческого процесса в неиерархических структурах на основе использования процедур синтеза стратегий и планов управляющих действий.

Ключевые слова: информация, иерархия, технология, процесс, стратегия, план, действие.

Summary. The article reviews the information technologies of management providing in hierarchical structures on the basis of application the procedures of strategy synthesis and controlling actions plans.

Key words: information, hierarchy, technology, process, strategy, plan, action.

© Л.С.Сікора, М.С. Антоник, В.І.Сабат, Н.К.Лиса, Ю.Міюшкович,

Актуальність. Розробка методів управління в інтегрованих ієрархічних системах є актуальною, так як реалізація цільових завдань вимагає розроблення інформаційних технологій забезпечення управлінських процесів на основі процедур синтезу стратегії і планів дій для їх реалізації [1–5].

Командне оперативне управління в умовах нормальних і надзвичайних ситуацій в технологічних виробничих системах та господарських комплексах ґрунтується на оперативному плануванні і супервізорному синхронному керуванні всіма компонентами системи та людським колективом, а також неорганізованими масами людей які опинились в загрозливій ситуації [1–3].

Важливим елементом [1] керування такими інтегрованими об'єктами є забезпечення тактичного і стратегічного рівня для прийняття рішень як операційних, так і на циклі термінального часу.

Тому стрижневою проблемою системного стратегічного управління інтегрованими структурами [ІС] є побудова моделей процедур і алгоритмів інтегрованого керування та планування дій для розв'язання цільових, поточних і кризових ситуацій [9–12].

Питання інтеграції планування і управління ґрунтується на побудові концептуальних моделей компонент і всієї структури системи, які відповідно будуть основою аналізу поточної динаміки і синтезу цілеорієнтованих стратегій поведінки як оператора, так і автоматизованих управляючих комплексів [1–5].

Формалізований опис системи повинен будуватись з використанням різнотипного математичного апарату (графи, дослідження операцій, теорія ігор та прийняття рішень), а для його стикування застосовувати зв'язуючі ланки оптимізаційні алгоритми. Деякі моделі розв'язання цієї проблеми розглянуто для систем імітаційного моделювання GPSS[6].

Для таких інтегрованих систем характерна n -рівнева ієрархічна структура. Для оперативного управління ІАСУ ефективною є трьохрівнева система планування і управління:

- сситуаційний рівень управління агрегатами САУ-ТП;
- ооперативний рівень прийняття рішень згідно основних стратегій;
- календарний рівень планування режимом функціонування системи.

На кожному рівні виділені цикли і фази елементів планування і реалізації запланованих дій, з використанням інформаційної бази в діалоговому режимі. Для забезпечення процедур прийняття рішень в умовах невизначеності, при цільовому плануванні, використовується принцип послідовного розкриття невизначеностей і моделі ігрових ситуацій для імітації сценаріїв поведінки оперативного персоналу згідно цільових задач.

Класичні результати одержані [1, 2] у вигляді комплексів математичних моделей і алгоритмів багатокритеріального лінійного програмування, з врахуванням ресурсів та обмежень на них. Процедура багатокритеріального управління узгоджує функціонування всіх рівнів системи на основі координації.

Функціональна процедура ранжування локальних критеріїв оптимізації використовує методи шкал та методи прискореної збіжності в алгоритмах

оптимального прийняття рішень, що є основою чіткої формалізації процедури прийняття управлінських рішень у виробничих умовах [1] при заданій меті, наявних ресурсах та інформаційному забезпеченні для формування стратегій управління на всіх рівнях ієрархії.

Нижчі рівні ІАСУ можна описати на основі модифікації моделі структури об'єкту у вигляді динамічної імітаційної моделі як в неперервному, так і в дискретному режимі, або у вигляді дискретно-лінійних автоматів [7–11].

На рівні операційного управління [1,11] використовують багатокрокові інтеграційні процедури оцінки ситуацій (динамічне програмування і теорію статистик), при цьому:

- ідентифікується структура і динаміка агрегатів;
- розкриваються процеси планування і прийняття рішень на основі вибору алгоритмів дій для кожного агрегату в структурі об'єкту;
- розгортаються моделі дій в часі і просторі згідно цільових планів і стратегій управління виробничим і організаційним процесами;
- корегуються процеси згідно поступаючої оперативної інформації про стан агрегатів та наявних ресурсів;
- виявляються і оцінюються множина значимих факторів впливу і загроз.

При цьому важливою проблемою залишається інтеграція оператора в структуру ІАСУ і в процеси управління, координації в них. Для розв'язання цієї проблеми було обгрунтовано [1] два підходи:

- імітаційне моделювання функціонування ІАСУ з врахуванням ймовірних ситуацій збою режимів, для яких введені стратегії оптимізації і адаптації структури;
- динамічне моделювання ІАСУ ґрунтується на цифровому представленні моделей структури і динаміки (графи, сигнали, структуру, потоки), які стали основою створення модульних моделей високого рівня.

Модулі є логічно деталізованими [1,11] моделями, проблемно-орієнтованими на розв'язання комплексів задач: аналізу динаміки матеріальних та інформаційних потоків, інтегрованого управління і планування дій, диспетчерського оперативного управління.

Стратегії синтезу ефективного оперативного управління в ієрархічних виробничих та організаційних системах.

Ефективність управління технологічною системою з розподіленою енергоактивною структурою залежить від послідовності приймаючих рішень в динаміці термінального часу. Для прийняття рішень потрібна інформація про оперативну ситуацію в реальному часі, прогноз ходу процесу в системі, дані про минулу поведінку (тенденції) як технічної, так і організаційної структури.

Моделі типу GRRAY [1] використовують ієрархію центрів прийняття рішень. Інформація для них повинна бути ієрархічно структуризованою, відповідно до рівнів прийняття рішень та з певним рівнем достовірності для мінімізації режимів ризику щодо прийняття неправильного рішення при дії факторів загроз ієрархічних режимів.

Згідно згаданого методу, при синтезі структури центрів прийняття рішень, необхідно виконати послідовність процедур і операцій відповідно до цілеорієнтації [1,5]: визначається тип структури об'єкта управління, який входить в систему; формуються рівні ієрархії управління; визначаються функції управління; формуються методи і схеми обміну даними між рівнями; визначаються класи стратегій прийняття цілеорієнтованих рішень; виділяються типи даних необхідних для формування рішень; окреслюються границі допустимих рішень на управління в різних рівнях ієрархії системи, правила функціонування і обміну на різних рівнях ієрархії, динаміка процесів виробництва для кожного агрегата і об'єкта управління (ОУ).

Оперативність прийняття рішень ґрунтується на використанні достатньої і необхідної науково коректної інформації як від об'єкта про ситуацію в поточному часі, так від інтегрованої бази даних і знань, яку поділяють за способом її генерації та опрацювання:

- поточна інформація одержана автоматично в АСУ-ТП;
- інформація, сформована оператором на основі аналізу потоків даних;
- апіорна інформація з бази знань і даних про структуру і динаміку ОУ;
- інформація, закладена конструктором на діаграмах і мнемосхемах та в документації в якій описано технологічний процес;
- інформація, опрацьована і заархівована оператором, що відповідно вимагає еластичності адаптивних структур опрацювання сигналів та даних, їх алгоритмічного і програмного забезпечення.

Відповідно до вимог процедур прийняття рішень інформація, одержана з потоків даних, класифікується [1–3] згідно рівнів ієрархічної структури як знання про:

- структуру і характеристики компонент об'єкта управління (графи зв'язків, канали, давачі, потоки);
- динаміку ОУ і АСУ, поведінку оперативного персоналу;
- зовнішнє середовище, його параметри і характеристики, канали впливу на агрегати і об'єкти системи;
- збурення і загрози та їх дію на структуру системи;
- цілі функціонування ОУ і АСУ: критерії якості, обмеження, інтелектуальний рівень прийняття рішень ОПР;
- допустимі та оптимальні стратегії тактики планування дій і управління ними в умовах невизначеності критеріїв ефективності та відомостей про дію загроз і збурень.

При прийнятті цільових рішень в умовах дії загроз виникають ситуації, при яких немає достатньої інформації про поведінку системи в цілому. Виникають не прогнозовані стохастичні загрози, в систему управління вклинюються активні елементи (особи) з регламентованою свободою дій та поведінки при прийнятті нестандартних рішень та виконанні дії на основі координації.

В таких випадках класичні теорії ймовірності, ігор, оптимального управління, ідентифікації і адаптації не забезпечують відповідну логіку планування дій при розмитості в оцінці ситуації в системі.

Тому для таких випадків управління в ІАСУ важливо сформувати

відповідне інформаційне забезпечення, в яке входять [1–5]:

- сукупність відомостей в масивах і потоках даних, документах, сигналах, одержаних в процесі опрацювання в реальному часі;
- методи організації, структурування та збереження масивів даних;
- оперативні дані: адміністративні, економічні, технологічні, нормативні; які є основою синтезу стратегій прийняття рішень на управління;

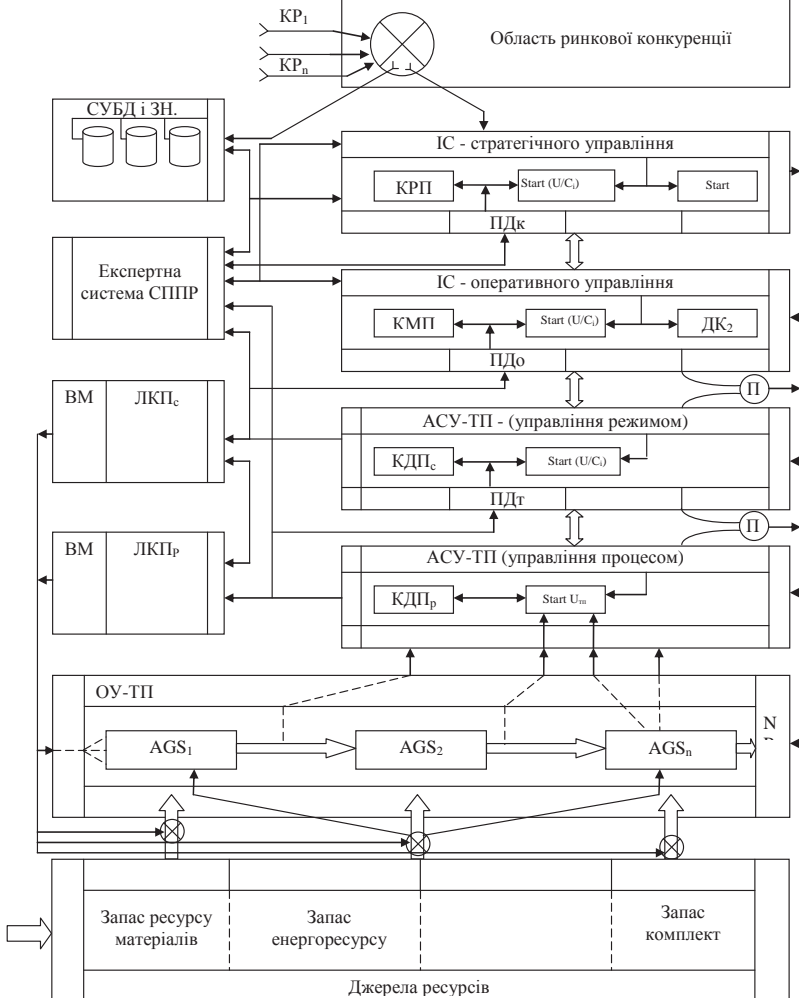


Рис. 1. Ієрархічна схема інтегрованої системи

AGS_i; – агрегат об'єкта управління (ОУ-ТП), АСУ- ТП – автоматична система управління технологічним процесом, ІС – інтегрована система стратегічного управління, КРП, КМП, КДП_р, КДП_с – командні процесори управління для реалізації стратегій (Strat (U/C_i)); ЛКП_с, ЛКП_р – логічні процесори для виконання управляючих команд, ВМ – виконавчі механізми; КР_i – клієнти ринку – учасники конкурентних ігор

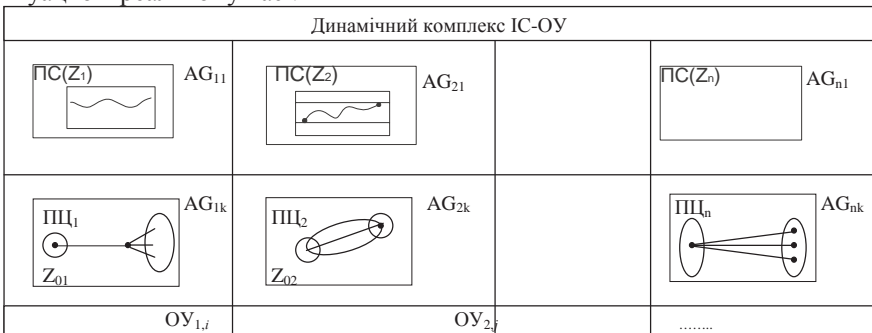
- відомості про функціональні зв'язки елементів і блоків системи;
- логіко-математичні елементи процедур прийняття рішень (логіка рішень і дій) як підстава генерацій планів, управлінських команд;
- оперативне відображення інформації про стан системи і хід процесів;
- методи зберігання управляючих програм (моделі стратегій і тактик цільових дій та алгоритмів) для командних процесорів ІАСУ.

Цільова картина системи [1] формується на нормативно-алгоритмічній моделі [НАМ] як сукупності інформаційної моделі об'єкта керування і алгоритмів опрацювання даних і прийняття управлінських рішень, узгоджених з організаційною структурою на всіх рівнях ієрархії (рис. 1), які включають:

- рівень матеріальних і енергетичних ресурсів;
- рівень агрегованої структури технологічного процесу;
- автоматизоване управління процесом і режимами агрегатів;
- оперативне управління в режимі діалогу для корекції установок та параметрів технологічного процесу в агрегованому об'єкті управління;
- цільове стратегічне управління всією структурою системи згідно вимог зовнішньої ситуації, яка відображає стан глобальних структур;
- наукове і програмне забезпечення АСУ.

Базова схема ієрархічної інтегрованої системи може бути основою побудови нормативно-алгоритмічної моделі управління організаційною структурою виробничих, адміністративних та регіональних систем відповідно з врахуванням спеціалізації їх функціонального призначення [12].

Відповідно до вимог і цільового завдання формується дисплейний комплекс в структурі оперативного управління ієрархічної системи (Рис 1/С – ОУ/ – ДК_z) на екранах якого відображається стан агрегатів і об'єктів управління відносно параметрів стану $\{Z_i |_{i=1}^n\}$, які відображають ситуацію в реальному часі.



Нормативно-алгоритмічні моделі (НАМ) управління організаційною структурою виробничих, адміністративних та регіональних систем з ієрархією.

В НАМ відображаються процеси, які відбуваються в об'єкті та системі

керування, з достатньою точністю, яка є необхідною для досягнення цілей. НАМ визначає механізм (логіко-математичний) функціонування системи управління як колективу осіб, що приймають рішення і реалізують нормативну технологію та алгоритм досягнення цілей управління в ієрархічній структурі.

В структуру інформаційно-організаційної НАМ входять такі компоненти, які відображають процес і спосіб функціонування:

- схеми контурів управління для реалізації процесів (логіко-математичних) керування ходом технологічного режиму ОУ;
- логічне і алгоритмічне забезпечення прийняття рішень при управлінні ТП;
- схеми типових організаційних структур агрегатів об'єкта і системи;
- технологічні маршрутні карти алгоритмів виконання управлінських дій для кожного агрегату технологічної системи;
- організаційна науково-технічна документація про структуру і динаміку ОУ;
- математичні моделі оптимізації функціонально-алгоритмічних і організаційно-технологічних структур об'єктів і систем керування;
- логіко-математичні моделі управляючих процесів і алгоритми розв'язання управлінських задач (стратегії) в умовах ризику і норми.

Експертне представлення в рамках сформованої бази знань ієрархічного рівня управління має вигляд [3, 4] моделі як ланцюга інформаційних перетворень даних і сигналів:

$$M[DS]_{R=h} = \{B_e^k(P, t_h) \otimes B_e^k(U, t_h) \otimes \langle \text{StruktAg}_{ds} \rangle \rightarrow \langle \text{Alg}U \rangle \rightarrow \otimes B_e^k(t, t_{n-1}) \otimes B_e^k(S, t_n), K \in N_n$$

де (p, u, d, s) – змінні в процесах планування і управління на рівні h при об'ємі елементів N_n , \otimes – оператори зв'язку, $B_e^k(\bullet)$ – оператори опису елементів в лінгвістичній базі експертної системи, $M[DS]_{R=h}$ – модель динамічної системи рівняння $h, \{P_i\}$ – процедури планування реалізації стратегії цільового управління, (U_i, t_h) – набір управляючих дій, $(T_i = (t_n, t_{n+1}))$ – термінальні цикли; (S, t) – стани динамічні агрегатні.

Оператори процесу планування для фази n -рівня відображаються у вигляді [1]:

$$\exists DS_{R=h}: (\bar{X}^n, \bar{Z}^n) \rightarrow \bar{X};$$

для якої план буде:

$$\bar{P}^k [t_h] = \bar{P}^k(\{X^k[t_h]\}, \bar{Z}^n(t_h), \bar{R}^k(t_{h+1}), \bar{n}^k(t_h), F^*(t_h)) \frac{\text{Strat}U_k}{Z} S(P^k) \rightarrow Y_k;$$

де \bar{P}^k – вектор-функція процедури планування, (\bar{P}^k, \bar{R}^k) – планові компоненти з обмеженими $\bar{r}_i \in R^k, \bar{n}^k$ матриця параметрів, (\bar{X}, \bar{Z}) – вектори входу і стану системи на h -рівні.

Вектор виходу \vec{Y} відображає реалізацію плану управління (1,2) $\vec{Y}[t_n] = (\vec{P}^k[t_n] \cdot S)$ – тобто функціональні процедури планування оператором виконуються, виходячи з інформації про стан системи, яка описується набором параметрів агрегату:

$$Sit(II S'_{ds}) = \{\bar{X}^k[t_h], \bar{Z}^k[t_h], \bar{R}^k[t_{h+1}], \bar{P}_c^k[t_h]\} \rightarrow \langle Strat(U / C_i) \rangle \rightarrow \{P_i^k\} \rightarrow \{\bar{P}^k[t_h \rightarrow t_{h+1} / U_n^i]\} \rightarrow S(t_{n+1})$$

де \bar{P}_c^k – набір порад експертної системи, щодо побудови планів, $Strat(U / C_i)$ – стратегія управління відносно цільового стану C_i .

Лінійні оператори зв'язків плану по рівнях ієрархії системи визначаються, виходячи з представлення:

$$\bar{R}^k[t_{h+1}] = \lambda^{k+1} \bar{P}^{k+1}[t_{h+1}];$$

$$\bar{X}^k[t_h] = \pi^k \bar{P}^k[t_h / U_{h-1, h+1}],$$

де $\lambda_k = \|\lambda_i^k, \dots, \lambda_n^k\|$ – блочно-діагональна матриця зв'язків в структурі системи на k -рівні.

Локальний елемент схеми планування управляючих дій агрегатами можна виразити у вигляді [1,2] моделі (рис. 2) з ієрархічною структурою, в яку входять інформаційні (IBC, АСУ-ТП, генератор планів) та ресурсні підструктури ($\{AG_i |_{i=1}^n\}, BM_i, NP$):

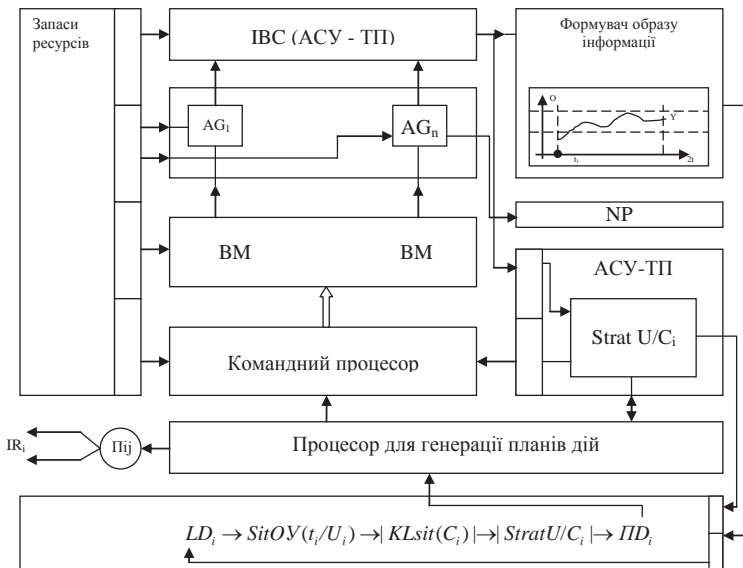


Рис. 2. Схема моделі планування управляючих дій

Планування управляючих дій ґрунтується на стратегії цільового управління, яка для своєї реалізації забезпечується комплексом необхідних ресурсів. Відповідно визначається рівень ризику попадання системи в граничну або аварійну зону простору станів агрегованого об'єкта управління на підставі перевірки гіпотез $\{H_i\}$:

$$H^1_{risk} = P_1(Z_s(t^1, T_2) \in V_R) \rightarrow$$

$$H^2_{risk} = P_2(Z_s(t^2, T_i) \in V_q) \rightarrow$$

$$H^3_{risk} = P_3(Z_s(t^3, T_k) \geq L_A) \rightarrow$$

$KL_1(z)$	NORMA
$KL_2(z)$	ALARM
$KL_3(z)$	AVARIA

Відповідно ймовірний ризик визначається на основі міри $\alpha(z_{L_A})$

$$P_i \in [0, 1], (P_i \rightarrow O) \Leftrightarrow \{d(Z, L_A) / I_z \rightarrow \max \theta_z\},$$

де θ_z – максимальне значення параметра θ ; P_i – ймовірний ризик входу в аварійну зону.

Рівняння динаміки системи в режимі цілеспрямованого планування можна виразити у вигляді диференціального часового представлення в просторі станів об'єкта $\frac{dy}{dt} = A_0(t, \bar{x}, \bar{y}) \cup (t) + B_0(t, \bar{x}, \bar{y})$.

Модель управляючих дій можна надати у вигляді:

$$\forall t \in [t_0, t_1] \subset T_m : I_0(\bar{Y}(t), \bar{X}(t), \bar{U}(t)) = \int_{t_0}^{t_1} F_0[\bar{Y}(t), \bar{X}(t), \bar{U}(t)] dt \geq P_4^{\min},$$

де A, B_0, F_0 – матричні структурні функції; \bar{X}, \bar{Y} – вектори станів елементів рівня K ; U – вектор управління; $I(t)$ – цільова функція (цільова область).

Управління $U(t) \subset strat(u / c_i)$ визначається на основі методу динамічного програмування Понтрягіна-Белмана.

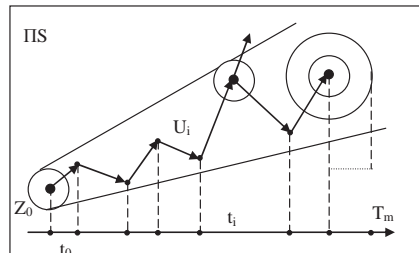
Відповідно оператори технологічної ланки в структурі АСУ-ТП виражаються у вигляді матричних рівнянь для стану та управління.

$$\bar{X}_k(t_0) = g\bar{Y}_{k0}(t_0) + H\bar{X}_{10}(t_0);$$

$$\bar{Y}_{k0}(t_0) = L\bar{Y}_{ko}(t_0) + M\bar{X}_{10}(t_0);$$

$$\bar{P}^k(t_n) = \bar{\Pi}^k(t_0) + (\bar{X}^k(t_n), \bar{Z}^k(t_n));$$

$$\bar{U}^k(t_n) = \bar{\Pi}^k\{\bar{Z}^k(t_n), \bar{Y}^k(t_n), \bar{P}^k(t_n), \bar{\wedge}^k(t_n)\};$$



де (g, H, L, M) – структурні матриці; \bar{P}^k – план дій; \bar{U}^k – управління.

Виходячи з вищенаведеного впливає, що важливою особливістю оперативного планування та управління є обмежений ліміт часу на прийняття і виконання рішень відносно цілі при непрогнозованих змінах стану системи і об'єктів під впливом загроз і збурень.

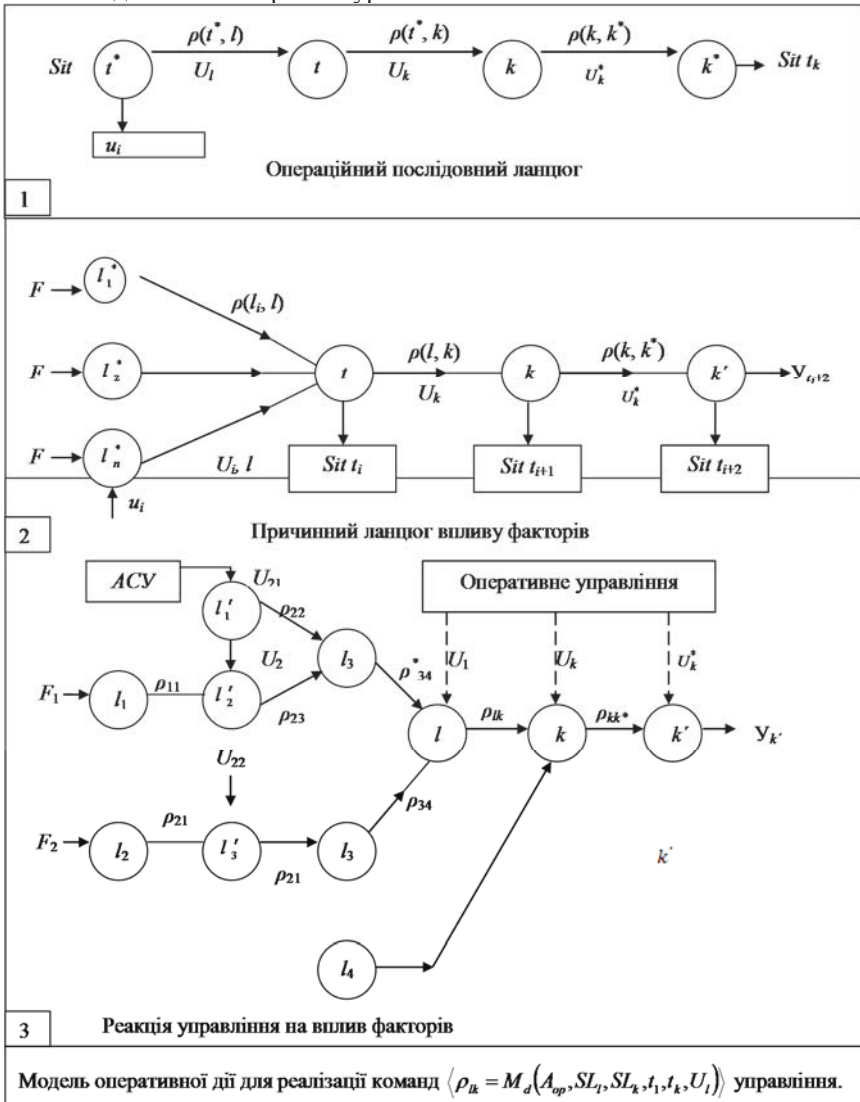


Рис. 3. Процедура розроблення елементарних фрагментів сітки та ланцюгів оперативних дій як реакції на дію факторів впливу

Найменшим елементом виробничого процесу виступає операція, а для її реалізації необхідна наявність об'єкта операції та ресурсів, а також додаткова інформація про логіку виконання операційного циклу. Тобто оперативне управління згідно вищенаведеного складається з двох фаз:

- планування цільових дій для реалізації стратегій і тактик;
- управління діями в реальному часі командним процесором.

Узагальнений опис операції j -го типу має вигляд:

$$A_{op}^j(U_{l=1}^m = \{r_j, \Omega_j^-, \Omega_j^+ \mid Alg(\Omega_j^- \rightarrow \Omega_j^+)\},$$

де A_{op}^j – активна операція; r_j – тип ресурсу; Ω_j^+ – ресурси операції; $Alg(\)$ – алгоритм перетворень при виконанні операції; $U_{l=1}^m$ – команда на початок дій.

В такому представленні модель управлінських процесів використовують в системі для побудови сітки оперативних дій (рис. 3) [1,2,3], які реалізують хід виконання команди на зміну технологічного і системного стану об'єкта, агрегата, АСУ-ТП.

Цільові програми дій для всіх рівнів ієрархії:

Цільова програма дій координатора при нормальному режимі або ліквідації загроз має свої локальні цілі, склад відповідних робіт, операцій, дій. Формування структури програми (плану) дій ґрунтується відповідно на [7,8]:

- правилах взаємозв'язків між операціями;
- правилах об'єднання ланок, модулів у функціонально цілісну структуру;
- правилах опису функціонування ланок інформаційних, логічних, технологічних; стратегічних та фізико-хімічних перетворень;
- правилах опрацювання даних про стан системи при детермінованих і стохастичних режимах об'єкта управління;
- процедурах синтезу альтернативної структури розбиття простору станів об'єктів та його проекції в простір цілей;
- процедурах альтернативного вибору при прийнятті рішень на елементарному циклі управління ($F_i \xrightarrow{U_i} S_i \rightarrow F_{i+1}$).

• виборі параметрів стану та визначення інтервалів значень його для нормального, граничного та аварійного режимів.

Для ефективного функціонування ієрархічних систем необхідно сформулювати критерії якості згідно виду цільової діяльності, тобто:

- для виробничих систем – критерії стійкості енергоактивних об'єктів і мінімізація ризику аварій;
- для організаційних систем – своєчасність виконання цільових завдань програм та ефективний контроль виконання планів;

- для освітніх систем – високий рівень активного засвоєння знань користувачем та мінімізація рівня неуспішності на всіх циклах навчального процесу.

Отже цільова орієнтованість ієрархічної структури вимагає відповідної інформаційної технології забезпечення процесу планування та підтримки прийняття управлінських рішень.

Висновок. Сформульовано нову концепцію для прийняття рішень в ІАСУ, визначено критерії вимог і якостей до оператора, що забезпечує прийняття конструктивних рішень в адекватних ситуаціях, розроблено структурні схеми функціонування ієрархічних систем, проаналізовано моделі та схеми дій на основі графів та сіток Петрі, які є складовими компонентами процедур формування стратегій дій на основі інформаційних концепцій прийняття цільових рішень, що мають спільні компоненти як для технологічного, так і організаційно-адміністративного управління.

1. Системное проектирование интегрированных АСУ-ГПС / ред. Соломенцев Ю. М. Машиностроение, 1988.– 488 с.
2. Горнев В. Ф. и др. Оперативное управление в ГПС.– М.: Машиностроение. – 1990. – 256 с.
3. Резниченко С. С., Подольский М. П., Шихман А. А. Экономико-математические методы и моделирование в планировании и управлении горным производством. – М. Недра. – 1991. – 429 с.
4. Лигум Ю. С. Автоматизированные системы управления технологическими процессами пассажирского автомобильного транспорта. – К. Техніка. – 1989. – 239 с.
5. Сікора Л. С. Системологія прийняття рішень на управління в складних технологічних структурах. – Львів: Каменярь, 1998. – 453 с.
6. Прицкер А. Введение в имитационное моделирование и язык СЛАМ II. – М. Мир. – 1987. – 646 с.
7. Литвинов В. В., Марьянович Т. П. Методы построения имитационных систем. – К. Наук. думка. – 1991. – 120 с.
8. Системы автоматизированного проектирования и диспетчеризация производственных процессов / под ред. Павлова А. А. – К. Техніка. – 1990. – 198 с.
9. Имитационное моделирование производственных процессов / под ред. Вавилова Л. А. – М. Машиностроение. 1983. – 416 с.
10. Информационные технологии в испытаниях сложных объектов: методы и средства / ред. Скурихин В. И. – К. Наук. думка. – 1990. – 320 с.
11. Красносельский Н. И. и р. Автоматизированные системы управления в связи. – М. Радио и связь. – 1988. – 272 с.
12. Дурняк Б. В., Сікора Л. С., Антоник М. С., Ткачук Р. Л. Когнітивні моделі формування оперативного управління інтегрованими ієрархічними структурами в умовах ризиків конфліктів – Львів. УАД. 2013 – 449 с.

Поступила 18.9.2013р.