



факультет
КІБЕРНЕТИКИ



**Можливості факультету комп'ютерних
наук та кібернетики
КНУ імені Тараса Шевченка щодо
підготовки кадрів у сфері забезпечення
захисту критичної інфраструктури в
Україні**

**Заславський Володимир
Анатолійович**

Доктор технічних наук, професор
кафедри математичної інформатики

Зміст

1. Критична інфраструктура (складні системи з високою ціною відмови) та особливості забезпечення їх працездатності та захисту.
2. Принципи системного аналізу при дослідженні систем КІ.
3. Надійність систем КІ. Оптимальне резервування. Багатофункціональні системи.
4. Виявлення дефектів систем та складових КІ. Аналіз критичності складових систем КІ. Планування та оптимізація технічного обслуговування систем КІ при експлуатації.
5. Ризик менеджмент, безпека та захист систем КІ. СППР.

1. Критична інфраструктура (складні системи з високою ціною відмови): особливості забезпечення їх працездатності та захисту

В Україні та інших країнах **важливою науково-прикладною проблемою** при створенні та забезпеченні стабільного функціонування **систем КІ є розв'язання сукупності унікальних взаємопов'язаних задач**, які виникають при дослідженні, забезпеченні працездатності та науково-технічному супроводженні таких систем на стадіях та етапах їх життєвого циклу, що вимагає з позицій **системного підходу** розробки:

нових загальних принципів,

регуляторної бази,

інституціональних та технологічних інструментів,

математичних моделей та алгоритмів,

інформаційної підтримки,

механізмів їх практичного впровадження.

Критична інфраструктура: системи, мережі, сервіси, взаємозв'язки

Об'єктом системного дослідження є – **системи критичної інфраструктури**, які є складними багаторівневими ієрархічними системами:

- що розглядаються як цілісний об'єкт, який складається з функціонально різнотипних систем (підсистем, елементів), що структурно взаємопов'язані ієрархічною підпорядкованістю, функціонально об'єднані в інтересах досягнення заданих цілей при певних умовах та ресурсних обмеженнях (при вирішенні функціональних задач);
- є великомасштабними;
- вартість наслідків (збитків) від відмови (не функціонування) яких, або наслідки негативних подій, пов'язаних з ними, є глобальними, значними, або взагалі неусувними для країн, суспільства та навколишнього середовища;
- вартість розробки, створення та впровадження яких є значною (складає десятки, сотні мільйонів доларів США);
- які значно впливають на економіку країни, від яких залежить ефективність функціонування урядових установ, промисловості, бізнесу, і т.д.

Приклади систем КІ

- Космічні системи
- Атомні електростанції (АЕС) та енергетичні системи,
- Транспортні системи
- ПС та корпоративні інформаційні системи,
- Військові об'єкти, що утворюють систему національної безпеки, тощо.

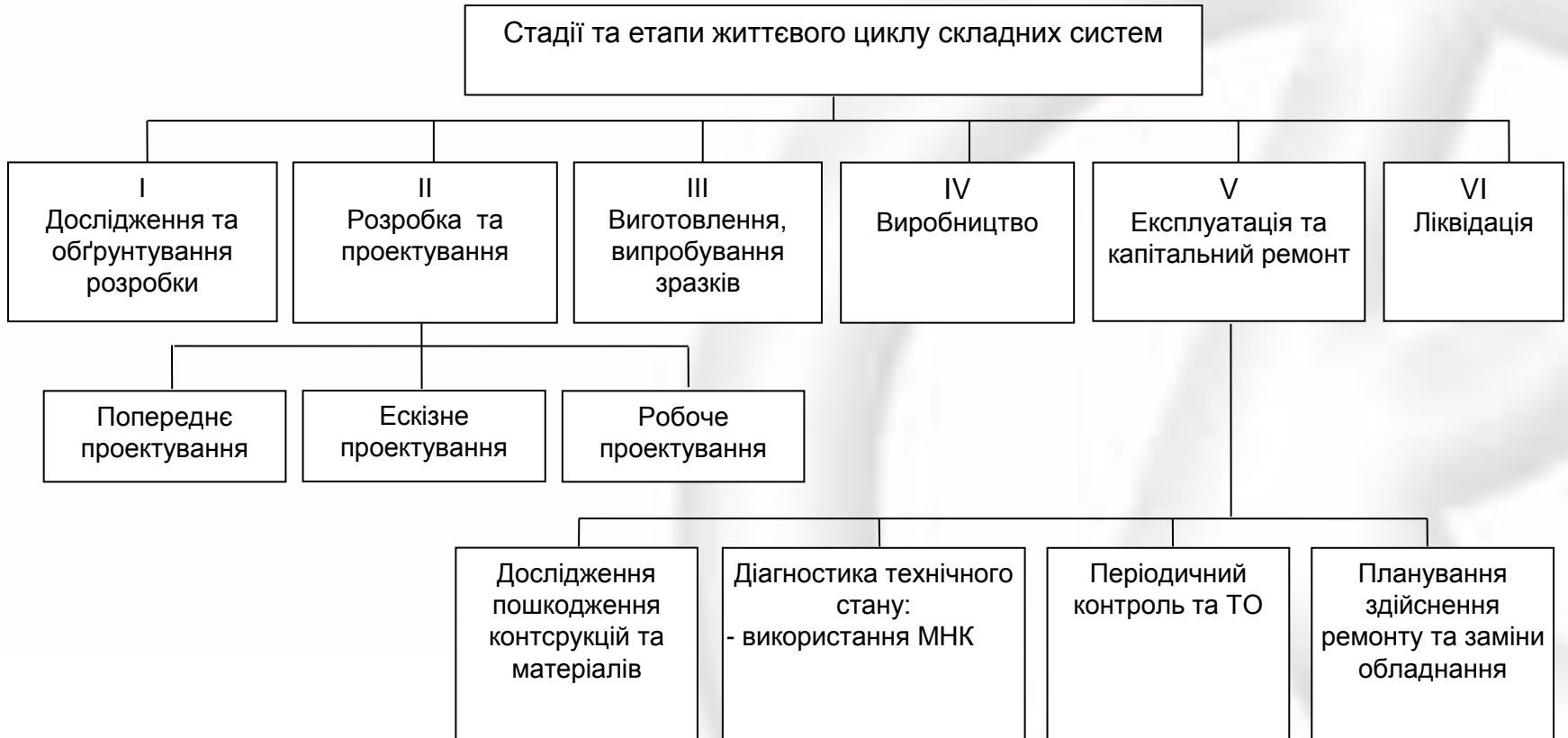
Характерною особливістю систем КІ є **неспіврозмірність втрат**, що можуть бути спричинені відмовою систем, в порівнянні з ефектом від їх нормального функціонування.

Забезпечення безвідмовного функціонування таких систем є критичним в умовах жорстко обмежених ресурсів. Ці системи класифікуються як **унікальні об'єкти**.

Особливості дослідження систем КІ пов'язані з:

- зростанням відповідальності при прийнятті високовартісних рішень;
- протиріччями між існуючими на теперішній час значеннями техніко-економічних показників, що характеризують стан систем та елементів, і підвищеними вимогами до їх безвідмовного функціонування;
- необхідністю збільшення матеріальних витрат на забезпечення безвідмовності та високого рівня технічного стану після довготривалої експлуатації систем;
- відсутністю можливостей фінансового забезпечення у зв'язку з обмеженими можливостями;
- фактичним розривом науково-технічних зв'язків із підприємствами-суміжниками;
- необхідністю розробки нових науково-обґрунтованих методів як на етапі створення сучасних складних систем з високою ціною відмови, так і на етапі експлуатації;
- необхідністю планування процесів ремонту та технічного обслуговування, що дозволяє забезпечувати необхідний рівень системної безпеки.

Життєвий цикл складних систем



2. Принципи системного аналізу при дослідженні систем КІ

Принципи системного підходу – твердження загального характеру; закони явищ, що виникли при спостереженні, дослідженні та розв'язанні складних системних задач; вони узагальнюють досвід людини, що приймає рішення, при дослідженні, типізації, декомпозиції, процедурах аналізу і синтезу складних систем:

- системності
- оптимальності
- ємерджентності (принцип Ешбі)
- глобальної мети
- інтеграції
- зв'язності
- модульності
- ієрархії
- функціональності
- розвитку
- розподіленості
- децентралізації
- невизначеності
- єдності
- повноважності
- організованості
- чутливості
- згортки (агрегації)
- рівномірності та ін.

Принцип різнотипності

Принцип різнотипності – це цілеспрямоване застосування різних по своїй природі (принципу дії, створення) компонентів (систем, елементів, технологій, сировини різного походження, моделей, алгоритмів, програмних компонентів, тощо), що виконують однакові функції, і кожен з яких може використовуватись окремо для вирішення задач в системних дослідженнях, але їх одночасне сполучення та взаємодія забезпечує якісно краще вирішення проблеми високонадійного довготривалого функціонування систем, неповторності однотипних причин відмови, втрати управління, ризику.

- Принцип різнотипності є міждисциплінарним, має синергетичні властивості і створює можливості постановки за його допомогою комплексу задач, які можуть визначатись як усвідомлена проблема.
- Різнотипність, як принцип, визначає спосіб вирішення специфічних задач забезпечення діагностики, надійного функціонування, моніторингу, управління багаторівневих ієрархічних унікальних систем, шляхом досягнення зміни їх якісних та кількісних характеристик.

Сфери застосування принципу різнотипності

Різноманітність задач, що розглядаються в дисертації, об'єднуються за допомогою поняття "складна система з високою ціною відмови" та змістовно характеризується поняттям "унікальність".

Актуальність принципу різнотипності в системному аналізі розкривається його **міждисциплінарністю**, та застосовуванням в різних сферах:

- **в технічній сфері** (використання різнотипних елементів обладнання в конструкціях систем, виробів одного типу від різних виробників, активних та пасивних заходів запобігання пожеж, різнотипних систем захисту, планування технічного обслуговування систем, резервованих систем збереження інформації в банківських та інформаційних системах, ПС);
- **в економічній сфері** (різнотипний портфель інвестицій, різнотипні методи моніторингу підприємств, банків; аналіз різнотипних сценаріїв економічного розвитку галузей народного господарства);
- **в військовій сфері** при аналізі "що-якщо" сценаріїв;
- **при формуванні та прийнятті відповідальних рішень**, що мають "високу вартість", врахування принципу різнотипності дозволяє створювати інтелектуально-інформаційну базу прийняття рішень, що містить різнотипну інформацію, дані, моделі та методи прийняття рішень із залученням експертів з різних галузей;
- **математичному моделюванні**;
- **в медицині**;
- **у сфері освіти**;
- **боротьба з тероризмом.**

Життєвий цикл складних систем з високою ціною відмови

Стадія проектування

Моделі різнотипного резервування

Стадії виготовлення, експлуатації та ліквідації

Моделі та методи неруйнівного контролю для виявлення дефектів

Технічне обслуговування та планування оновлення систем

Безпека технічних, територіально-розподілених та інформаційних систем

Механізми поєднання різнотипних функціональних елементів при побудові моделей та генерації альтернатив

Принцип різнотипності

Розробка та поєднання оптимізаційних алгоритмів, що враховують різнотипність

Множина алгоритмів аналізу та оптимізації надійності

Алгоритми оптимізації комплексу методів неруйнівного контролю

Алгоритми оптимального планування технічного обслуговування систем

Оптимізація інтегрального регіонального ризику, моніторинг банків в ПС, аналіз транзакцій

Критерії та техніко-економічні показники:

- надійність
- вартість
- ефективність
- потужність
- час
- енергоспоживання
- вага, розміри, об'єм

Математичне та програмне забезпечення підтримки життєвого циклу систем

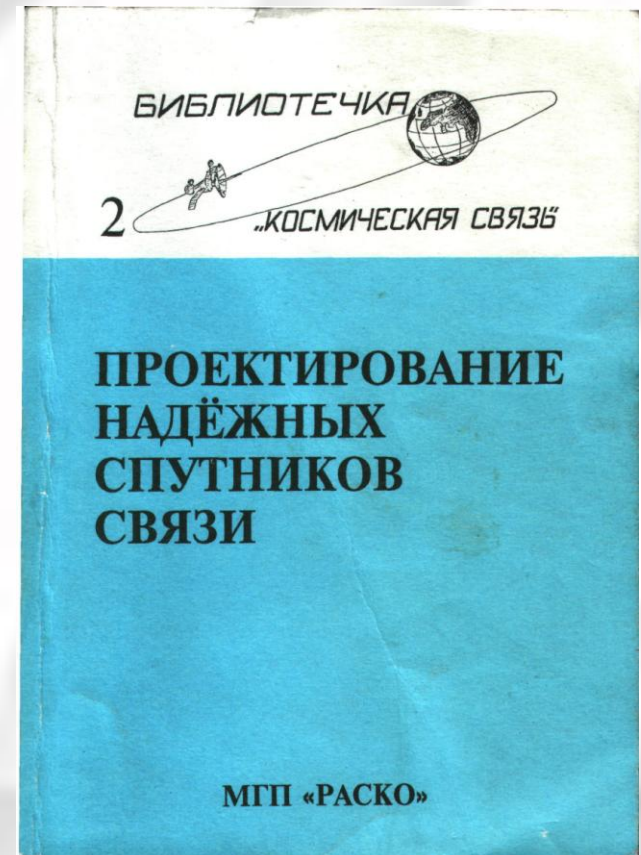
3. Надійність систем КІ.

Принцип рівномірності при проектування КА та систем КА

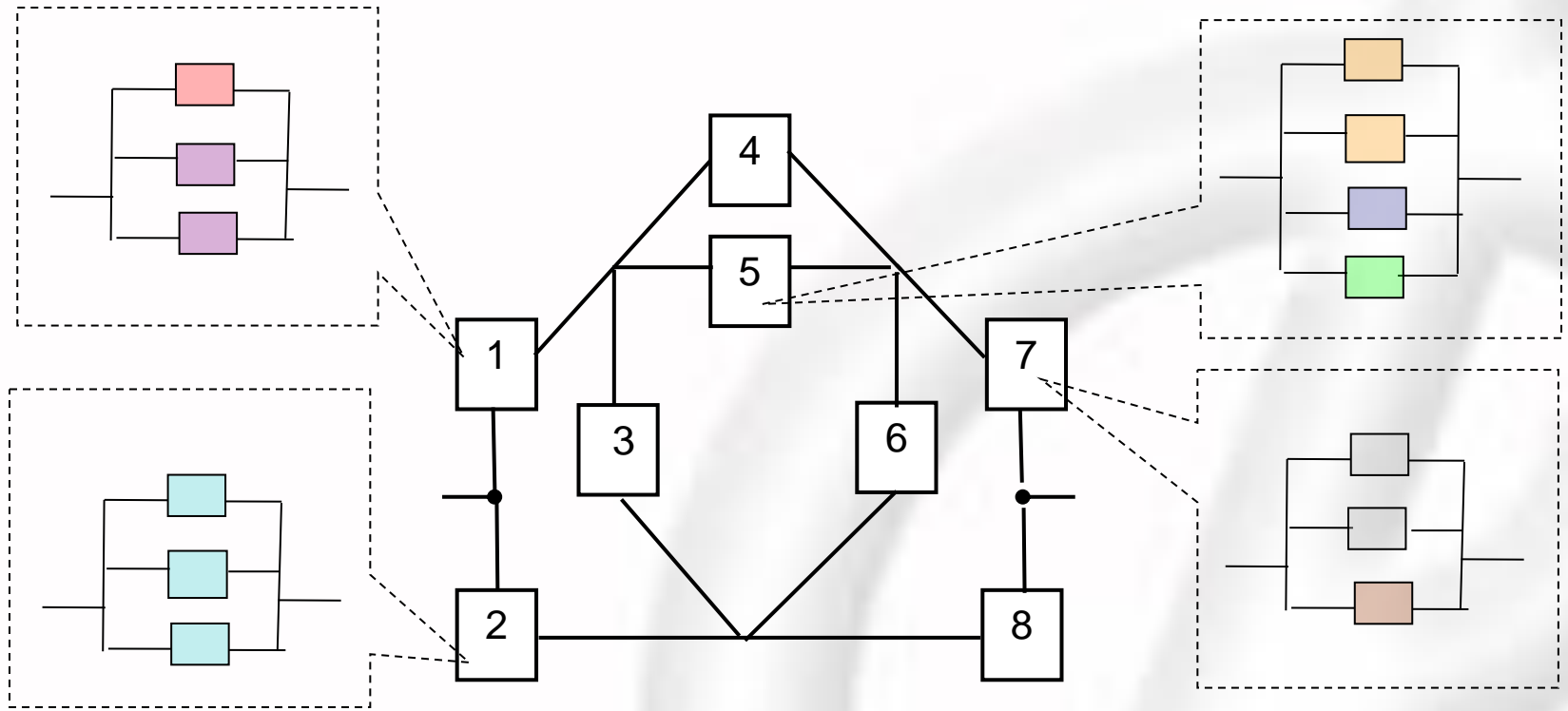
Практичне впровадження та реалізація принципу **рівномірності при проектуванні** вимагає розвитку та використання нових моделей, методів і методик для розв'язку наступних задач, що виникають **на його етапах**:

- аналізу надійності КА і його підсистем;
- виявлення слабких ланцюгів у складі КА і його критичних елементів;
- оптимізація надійності слабких ланцюгів з врахуванням ресурсних обмежень.

Виділення етапів принципу рівномірного проектування є реалізацією ієрархічної схеми забезпечення надійності, яка є багатоетапною, циклічною і в процесі реалізації в ній використовуються різні по своїй природі моделі та методи, що дозволяють генерувати, оцінювати (аналізувати та оптимізувати) та узгоджувати конструкторські рішення.



Оптимальне різнотипне резервування



Значення показників надійності $p_j(v_j)$ та ресурсів $g_{ij}(v_j)$ на варіанта v_j j -го функціонального елемента визначаються елементним складом варіантів, кратністю резервування та кількістю типів елементів, які в нього входять.

Постановка задачі оптимального різнотипного резервування

Задача оптимального різнотипного резервування це двохрівнева задача дискретного монотонного програмування яка має наступний вигляд:

максимізувати

$$P(v) = \sum_{x \in X} Y(x) \prod_{j \in J} p_j(v_{jk(r_j)}^{\lambda_j})^{x_j} (1 - p_j(v_{jk(r_j)}^{\lambda_j}))^{1-x_j} \quad (1)$$

при обмеженнях

$$g_i(v) = \sum_{j \in J} g_{ij}(v_{jk(r_j)}^{\lambda_j}) \leq b_i, i \in I \quad (2)$$

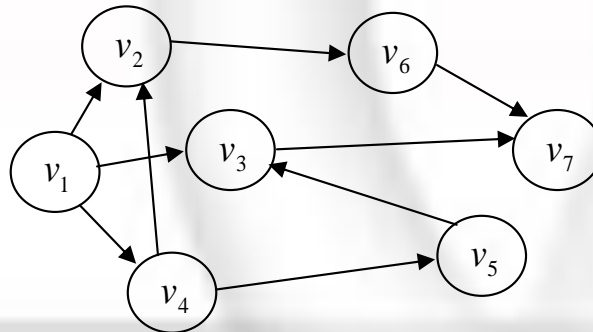
$$v = (v_{jk(r_1)}^{\lambda_1}, \dots, v_{jk(r_j)}^{\lambda_j}, \dots, v_{jk(r_n)}^{\lambda_n}) \in V = \prod_{j \in J} V_j, \quad (3)$$

де $P(v)$, $g_i(v)$, $i \in I$ - відповідно показник надійності та техніко-економічні характеристики варіанту v системи.

Максимізація ефективності систем КІ із розгалуженою мережею функціонально пов'язаних підсистем

Структуру системи з розгалуженою мережею функціонально пов'язаних підсистем можна представити у вигляді орієнтованого графу $G=(V,U,\psi)$ з множиною вершин V та множиною дуг U , де $\psi: U \rightarrow V \times V$, функція, яка ставить у відповідність кожній дузі $u \in U$ впорядковану пару вершин $u=(v_i,v_j)$, $v_i,v_j \in V$, де v_i - початок, а v_j - кінець дуги.

Поставимо у відповідність множині V вершин графу множину резервованих варіантів підсистем $V=\{v_j | v_j=(\lambda_j,p_j), j \in J\}$, де p_j - надійність підсистеми $j \in J$, а λ_j - кратність її резервування, $\lambda_j \in [\alpha_j,\beta_j]$, $\lambda_j, \alpha_j, \beta_j$ - цілі. Тоді функція ψ визначає структуру взаємозв'язків між підсистемами (рис. 2.19.).



Постановка задачі максимізація ефективності

Функціональні взаємозв'язки між підсистемами (функція ψ) задамо матрицею

$$\text{суміжностей } C = \|c_{ij}\|_{i,j \in J}, \text{ де } c_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо відмова } i\text{-ї підсистеми призводить} \\ & \text{до втрати працездатності } j\text{-ї підсистеми,} \\ 0, & \text{якщо відмова } i\text{-ї підсистеми не призводить} \\ & \text{до відмови } j\text{-ї підсистеми.} \end{cases}$$

Позначимо $p_j(v_j) = 1 - (1 - p_j)^{\lambda_j + 1}$, $g_{ij}(v_j) = (\lambda_j + 1)g_{ij}$, $i \in I = \{1, \dots, m\}$, надійність та техніко-економічні характеристики варіанту $v_j = (\lambda_j, p_j)$ підсистеми $j \in J$ відповідно.

Необхідно визначити кількість резервних елементів в кожній підсистемі, що забезпечує максимальну ефективність її функціонування з урахуванням обмежень:

$$E(v) = \sum_{x \in X} w(x)H(x) \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$G_i(v) = \sum_{j \in J} g_{ij}(v_j) \leq b_i, \quad i \in I, \quad (2)$$

$$v = (v_1, \dots, v_n), \quad v_j = (\lambda_j, p_j), \quad \lambda_j \in [\alpha_j, \beta_j], \quad \lambda_j, \alpha_j, \beta_j - \text{цілі}, \quad j \in J, \quad (3)$$

де $w(x)$ - показник умовної ефективності функціонування системи, яка знаходиться в стані $x \in X$, а $H(x) = \prod_{j \in J} p_j(v_j)^{x_j} (1 - p_j(v_j))^{1 - x_j}$ - імовірність появи стану $x \in X$ без врахування структурних зв'язків між елементами.

Процедура довизначення станів в задачі оптимізації

Перетворення стану x в стан x^* здійснюється за наступною процедурою "довизначення станів":

Крок 1. Покладаємо $x_j^{(0)} = x_j$, $j \in J$ - компоненти стану x системи, $k = 1$,
 $x^{(0)} = (x_1^{(0)}, \dots, x_j^{(0)}, \dots, x_n^{(0)})$.

Крок 2. Для поточного k обчислюємо:

$$x_j^{(k)} = \bigvee_{r=1}^n (x_r^{(k-1)} \wedge c_{rj}),$$

де \bigvee , \wedge - логічні операції диз'юнкції та кон'юнкції. Переходимо на крок 3.

Крок 3. Якщо $w_c(x^{(k)}) = 0$, або $k = n$ то переходимо на крок 4, інакше покладаємо $k = k + 1$ та переходимо на крок 2.

Крок 4. Покладаємо $x_j^* = x_j^{(k)}$, $j \in J$, $x^* = (x_1^*, \dots, x_j^*, \dots, x_n^*)$ та закінчуємо обчислення.

Дана процедура є скінченою.

Алгоритм розв'язання задачі (2.42)-(2.44) реалізовано і впроваджено у виробництво при створенні реально діючих складних технічних систем, отримано додаткове **авторське свідоцтво**.

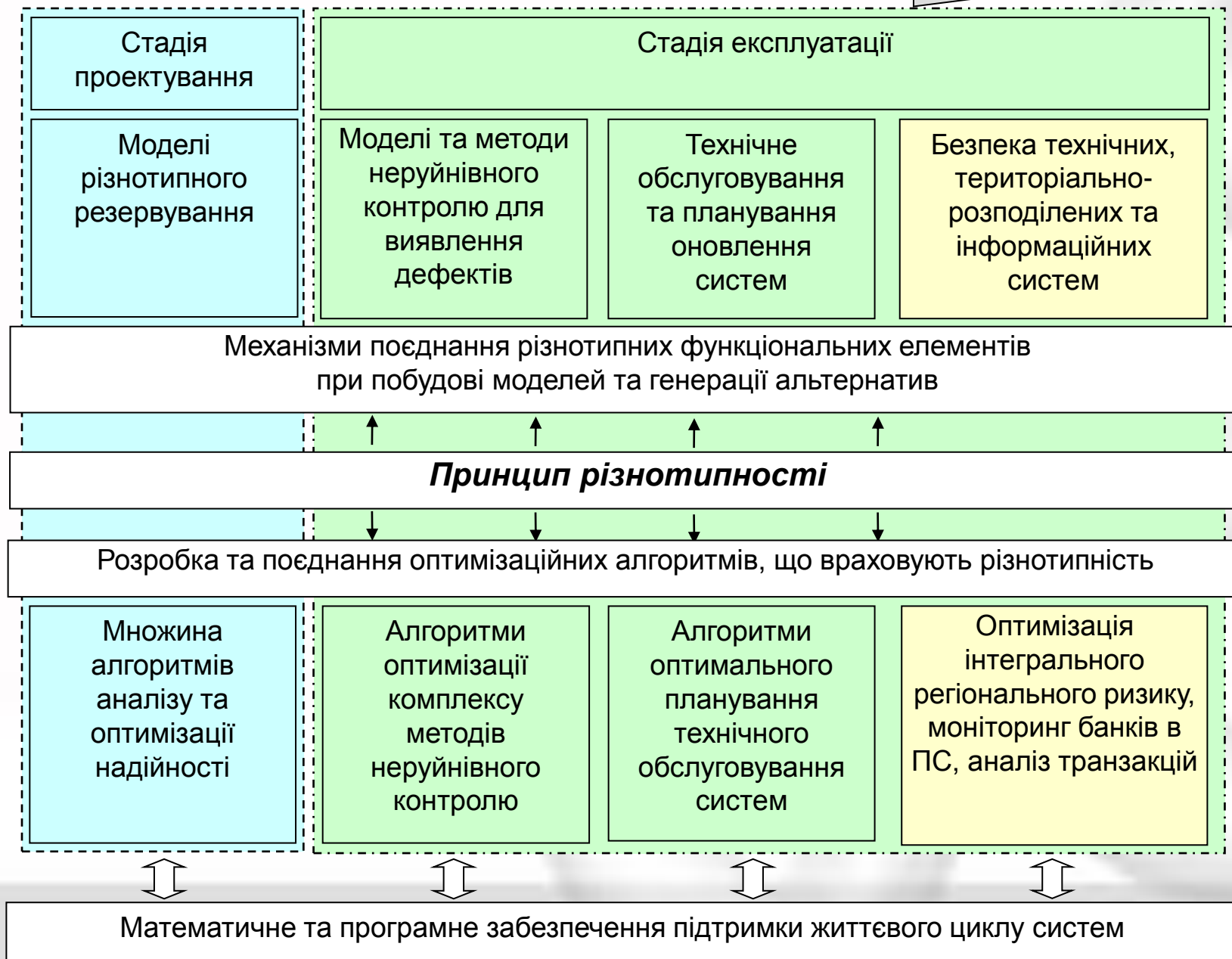
4. Виявлення дефектів систем та складових КІ. Планування та оптимізація технічного обслуговування систем КІ при експлуатації

При науково-технічному супроводженні систем КІ задача виявлення дефектів має наступну специфіку:

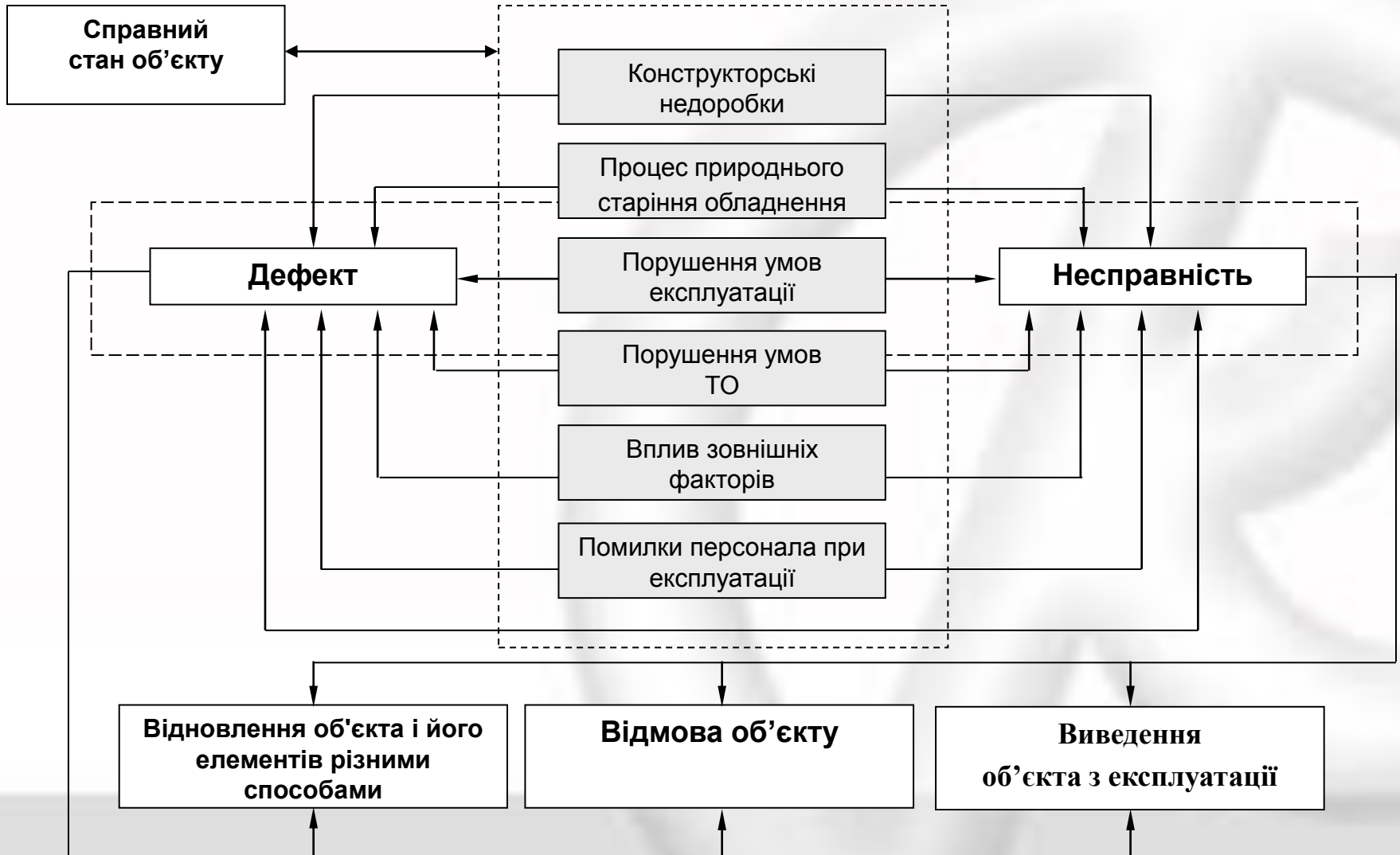
- є дуже важливою, оскільки поява навіть невеликого числа дефектів або їх комбінацій може призводити до масштабних катастрофічних наслідків;
- при проведенні контролю, не на всіх ОК можлива участь людини, тому необхідні спеціальні методи та технології його проведення;
- необхідно використовувати накопичений досвід при проведенні НК, який виражається у виборі певних наборів приладів, технологій, правил та послідовності використання різних типів МНК;
- інформатизація проведення НК дозволяє підвищити якість контролю та здійснювати накопичення, передачу по стадіях ЖЦ ОК.

При вирішенні проблеми виявлення дефектів **принцип різнотипності** полягає у комплексному використанні різних типів приладів та різних МНК у комплексі для виявлення різних типів дефектів, що визначає **“вартість діагностичних рішень”**, що приймаються в результаті застосування комплексу МНК.

Життєвий цикл складних систем з високою ціною відмови



Системний підхід та принцип різнотипності при науково-технічному супроводженні експлуатації систем КІ



Системний підхід та принцип різнотипності при науково-технічному супроводженні експлуатації систем КІ



Формування різнотипного комплексу методів неруйнівного контролю при виявленні різних типів дефектів систем КІ



Комплекс МНК для виявлення дефекту типу "тріщина"

Характеристики методів неруйнівного контролю при виявленні різних типів дефектів складних систем

Чутливість МНК при визначенні нещільностей у металі

| Метод | Мінімальні розміри що виявляються нещільностей, мкм | | |
|--------------------|---|------------------------|------------|
| | Ширина розкриття | Глибина | Довжина |
| Візуально-оптичний | 5...10 | - | 100 |
| Кольоровий | 1...2 | 10...30 | 100...300 |
| Люмінесцентний | 1...2 | 10...30 | 100...300 |
| Магніто-порошковий | 1 | 10...50 | 30 |
| Струмовихревий | 0,5...1 | 150...200 | 600...2000 |
| Ультразвуковий | 1...30 | - | - |
| Радіографічний | 100 | 2...3 % товщини виробу | - |

Відносна виявлюваність дефектів зварювання різними методами дефектоскопії в %

| Метод контролю | Поверхневі тріщини | Неметалеві вкраплення | Ракови ни | Непровари | |
|------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------|-----------|--------------|
| | | | | по скосах | у корені шву |
| Просвічування рентгенівське | 2 | 100 | 100 | 65 | 65 |
| Просвічування гаммапроменями | 0 | 85 | 90 | 28 | 30 |
| Ультразвуковий | 10 | 45 | 85 | 95 | 45 |
| Магніто-порошковий | 98 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Капілярний | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Механізм формування різнотипного комплексу методів неруйнівного контролю при виявленні різних типів дефектів складних систем

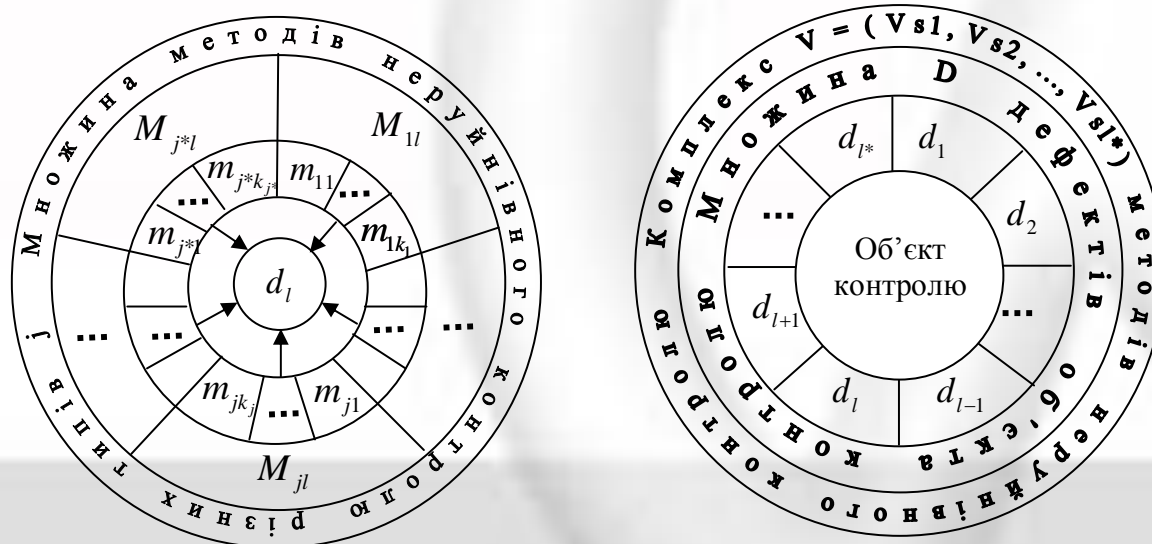
МНК і їх модифікації

| | |
|--|--|
| 1. Акустичний метод і його модифікації | 1.1. Ультразвукова дефектоскопія 1.2. Метод акустичної емісії 1.3. Товщинометрія |
| 2. Радіографічний метод і його модифікації | 2.1. Просвічування гама променями 2.2. Просвічування рентгенівськими променями |
| 3. Магнітний метод і його модифікації | 3.1. Метод магнітних порошоків 3.2. Магнітні кліщі |
| 4. Візуально оптичний метод і його модифікації | 4.1. Зовнішній огляд 4.2. Пенетрантний метод (метод фарб) 4.3. Ендоскопія |
| 5. Вихреструмний (електромагнітний) метод і його модифікації | 5.1. Метод різних частот 5.2. Дефектоскопія з прохідними перетворювачами 5.3. Дефектоскопія з накладними перетворювачами |
| 6. Тепловий метод і його модифікації | 6.1. Тепловізор 6.2. Пірометр |
| 7. Контроль за допомогою течешукачів | 7.1. Галюїдні течешукачі (фреонові суміші) 7.2. Гелієві течешукачі |

Механізм формування різнотипного комплексу методів неруйнівного контролю при виявленні різних типів дефектів

$D = \{d_l, l \in L = \{1, 2, \dots, l^*\}\}$ - множина типів дефектів, які можуть бути присутні в ОК, L - множина індексів типів дефектів. Позначимо через $f(d_l, w_l)$ - розподіл числа дефектів d_l в ОК, де $w_l \in \{0, 1, \dots, w_l^*\}$, $l \in L$ - можливе число дефектів, де w_l^* - їх максимальне число ($w_l = 0$ означає відсутність дефекту d_l в ОК), $h(d_l)$ - потенційну імовірність дефекту $d_l \in D$ в ОК (потенційну небезпеку). Тоді дефекти $d_l \in D$ можна розділити на допустимі, для яких $h(d_l) = 0$, і недопустимі $h(d_l) = 1$.

Позначимо $M_{jl} = \{m_{jk}, k \in K_j\}$ - множину МНК j -го типу, які можуть використовуватись для виявлення дефекту d_l , де $j \in J_l \subseteq J$ - множина індексів типів МНК, а m_{jk} - k -та модифікація j -го МНК, де $K_{jl} \subseteq K_j = \{1, 2, \dots, k_j^*\}$ - множина індексів типів модифікацій j -го МНК (рис. 3.7.).



Задача оптимізації різнотипного комплексу методів неруйнівного контролю при виявленні дефектів в системах КІ

Постановка задачі . При проведенні НК необхідно враховувати можливі комбінації різних типів дефектів в ОК. Нехай $x_l, l \in L$ – бульова змінна, така що:

$$x_l = \begin{cases} 0, & \text{якщо допускається невиявлення дефекту } d_l, \\ 1, & \text{якщо не допускається невиявлення дефекту } d_l. \end{cases}$$

Тоді $x = (x_1, \dots, x_l, \dots, x_{l^*}) \in X$ – вектор з l^* компонентами задає можливі комбінації (стани) виявлення дефектів, де X – множина всіх таких комбінацій. $W(x)$ - індикаторна бульова функція:

$$W(x) = \begin{cases} 1, & \text{якщо комбінація } x \text{ не допускається для ОК,} \\ 0, & \text{якщо комбінація } x \text{ допускається для ОК.} \end{cases}$$

Наприклад, стан $x = (1, 1, \dots, 1)$ - це означає, що в СК не допускається жодного невиявленого дефекту, при цьому $W(x) = 1$, для $x = (0, 0, \dots, 0)$, коли дефекти відсутні, $W(x) = 0$, а при $x = (1, \dots, 1, 0_l, 1, \dots, 1)$ - $W(x) = 1$ означає, що дефект d_l - несуттєвий.

Математична модель задачі вибору комплексу МНК для множини дефектів D в загальному випадку формулюється наступним чином:

$$P_D(v) = P_D(P_1(p(v_{s_1}), h(d_1), f(d_1, w_1)), \dots, P_{l^*}(p(v_{s_{l^*}}), h(d_{l^*}), f(d_{l^*}, w_{l^*}))) \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$G_i(v) = G_i(g_{i1}(v_{s_1}), \dots, g_{il}(v_{s_l}), \dots, g_{il^*}(v_{s_{l^*}})) \leq b_i, \quad i \in I, \quad (2)$$

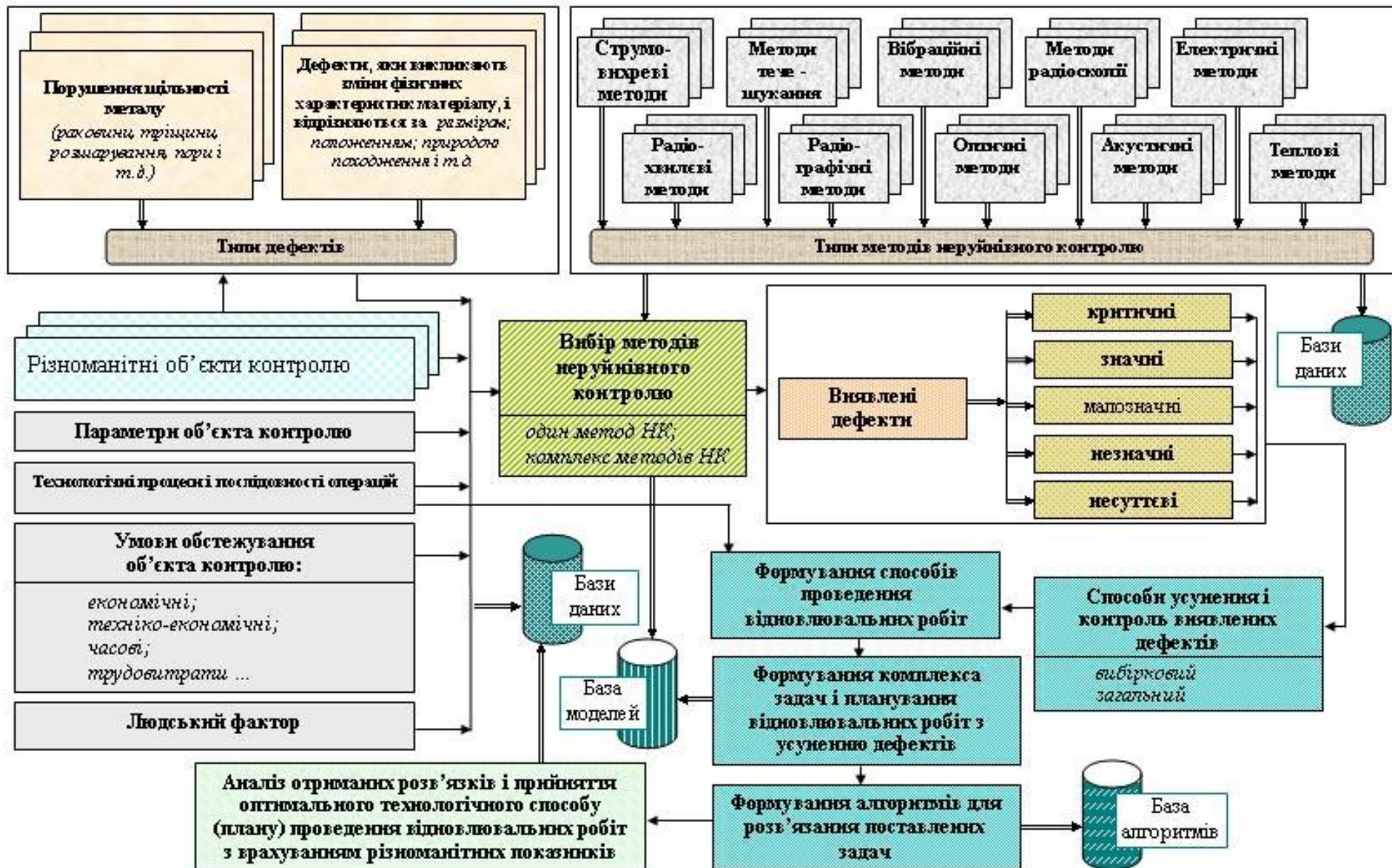
$$v = (v_{s_1}, v_{s_2}, \dots, v_{s_{l^*}}) \in V = \prod_{l \in L} V_l. \quad (3)$$

Автоматизація операцій при дослідженні складних систем з використанням методів неруйнівного контролю

Автоматизація вимагає комплексного дослідження:

- інформаційного аспекту, пов'язаного із необхідністю ефективного оперування даними про ОК, МНК та дефекти, а також агрегації інформації для її використання при прийнятті рішень, прогнозуванні станів елементів та системи в цілому;
- залучення різноманітних математичних моделей та алгоритмів, які використовуються ЛПР при формуванні комплексів МНК, аналізі і структуризації виявлених дефектів, виборі способів усунення дефектів і плануванні робіт по відновленню ОК;
- системного аналізу отриманих результатів та рішень, технологічних способів відновлення систем з урахуванням різних показників ОК.
- Комплексний підхід до обробки різнотипної інформації про ОК, МНК та дефекти вимагає структуризації даних в БД для їх подальшого використання в моделях прийняття рішень, інтегрування з метою розширення аналітичних можливостей фахівців з НК, що дуже важливо при прийнятті рішень в критичних ситуаціях.

Автоматизація операцій при дослідженні складних систем з використанням методів неруйнівного контролю



5. Аналіз критичності на етапах життєвого циклу систем КІ

Критичність системи (елемента) – властивість елемента, що відображає можливість виникнення відмови, і визначає його ступінь впливу на працездатність системи в цілому для даного рангу наслідків. Критичність не може бути визначена лише власними властивостями елемента, а повинна визначатись залежно від технічного об'єкта, що розглядається, та його функціональної структури. Найбільш поширеними показниками, що характеризують критичність, є структурна важливість і важливість у розумінні вкладу в надійність системи.

Позначимо $K = (K_1, K_2, \dots, K_n)$ - векторний показник критичності систем, де $K_i, i = \overline{1, n}$ - i -й частковий показник критичності, що відображає деяку окрему властивість, характеристику об'єкта. Різні системи можуть характеризуватись різними наборами окремих часткових показників критичності. Значення показників критичності визначається кількісно і може задаватись шкалами та лінгвістичними змінними (табл. 3.13-3.17).

| NN пп | Найменування часткового показника критичності | Градації Шкали | Стисла характеристика градацій шкали |
|----------|---|----------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Рівень важкості наслідків відмови системи | 1 0.8 0.5 0 | Відмова системи призводить до аварії СК у момент пуску, або в період підготування до нього. Відмова системи призводить до скасування пуску Відмова системи призводить до затримки пуску. Відмова системи безпосередньо не впливає на можливість аварії, скасування, або затримки пуску |

| NN пп | Найменування часткового показника критичності | Градації шкали | Стисла характеристика градацій шкали |
|----------|---|----------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 2 | Рівень надійності системи | 1 0.5 0 | Надійність системи низька (значна кількість відмов, вичерпання структурного і функціонального резерву) Надійність системи середня (відмови є, але їхня кількість невелика, у системі присутній резерв). Надійність системи висока (відмов не зафіксовано, резерв повний) |

| NN пп | Найменування часткового показника критичності | Градації шкали | Стисла характеристика градацій Шкали |
|----------|---|----------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4 | Рівень забезпеченості ПЗМ | 1 0.5 0 | ПЗМ витрачене цілком, або частково, і немає можливості його поповнення ПЗМ витрачено частково, але є можливість його поповнення. ПЗМ не витрачено, є можливість його поповнення. |

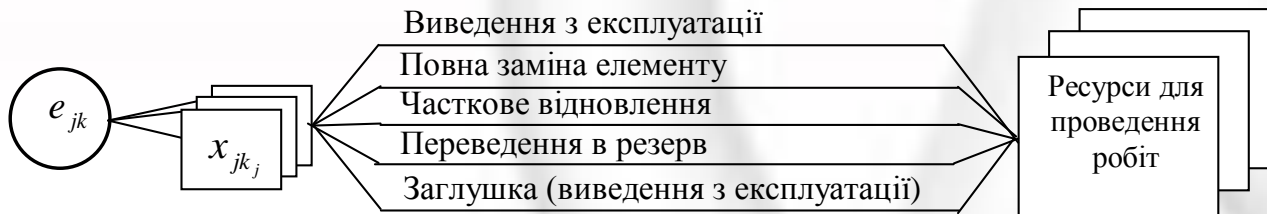
| NN пп | Найменування часткового показника критичності | Градації шкали | Стисла характеристика градацій шкали |
|----------|--|----------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3 | Рівень використання технічного ресурсу системи | 1 0.5 0 | Гарантійний ресурс цілком використано. Гарантійний ресурс витрачений частково. Гарантійний ресурс не витрачений. |

| NN пп | Найменування часткового показника критичності | Градації шкали | Стисла характеристика градацій шкали |
|----------|--|----------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5 | Витрати часу і (або) засобів на відновлення працездатності | 1 0.5 0 | Витрати великі Витрати середні Витрати незначні |

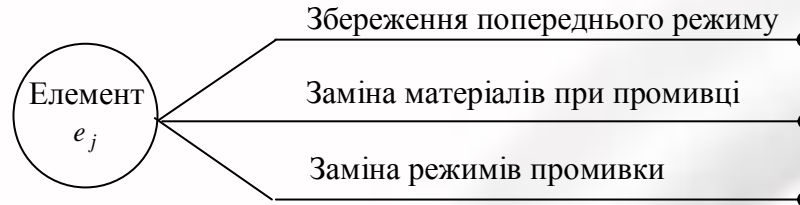
Планування усунення дефектів при проведенні технічного обслуговування критичних елементів складних систем

Нехай в результаті проведення НК виявлені дефекти $d_l \in D$, що підлягають усуненню, розподілені в ОК по підсистемах E_j , $j \in J = \{1, 2, \dots, n\}$, які повинні обслуговуватись при проведенні профілактики і відновлення в період T . У кожній E_j визначимо перелік елементів $e_{jk}(d_{l_k}) \in E_j$, з дефектами $d_{l_k} \in D$, що підлягають відновленню, і множина таких елементів $E_j = \{e_{jk}(d_{l_k}) | e_{jk}(d_{l_k}), k \in K_j = \{1, 2, \dots, k_j^*\}, d_{l_k} \in D\}$.

Нехай реалізація плану відновлення працездатності елементів підсистеми E_j , $j \in J$ може здійснюватись наступними технологічними способами $x_{jk}^r \in X_{jk} = \{x_{jk}^1, \dots, x_{jk}^r, \dots, x_{jk}^{k_j^*}\}$, $j \in J$, $k \in K_j$, де X_{jk} – множина можливих варіантів відновлення елементу $e_{jk}(d_{l_k}) \in E_j$. Тоді способи відновлення всіх елементів у підсистемі E_j визначаються підваріантом $x_j = (x_{jk}^r)_{k \in K_j} = (x_{j1}^{r_1}, \dots, x_{jk}^{r_k}, \dots, x_{jk_j^*}^{r_{k_j^*}})$, $x_j \in X_j = \prod_{k \in K_j} X_{jk}$ – множина всіх можливих варіантів відновлення критичних елементів E_j , де $x_{jk}^{r_k}$ – фіксований r_k -й спосіб відновлення елементу $e_{jk}(d_{l_k}) \in E_j$. На рис. 3.9. представлений приклад можливих варіантів відновлення елемента $e_{jk}(d_{l_k}) \in E_j$.



Планування усунення дефектів при проведенні технічного обслуговування критичних елементів складних систем



Нехай на відновлення елементів системи виділені ресурси $b_i, i \in I = \{1, 2, \dots, m\}$. Математична модель задачі вибору способів відновлення елементів системи має вигляд:

$$P(x) = P(p_1(e_{1k}(d_{1k}), x_{1k}^r), \dots, p_j(e_{jk}(d_{jk}), x_{jk}^r), \dots, p_n(e_{nk}(d_{nk}), x_{nk}^r)) \rightarrow \max,$$

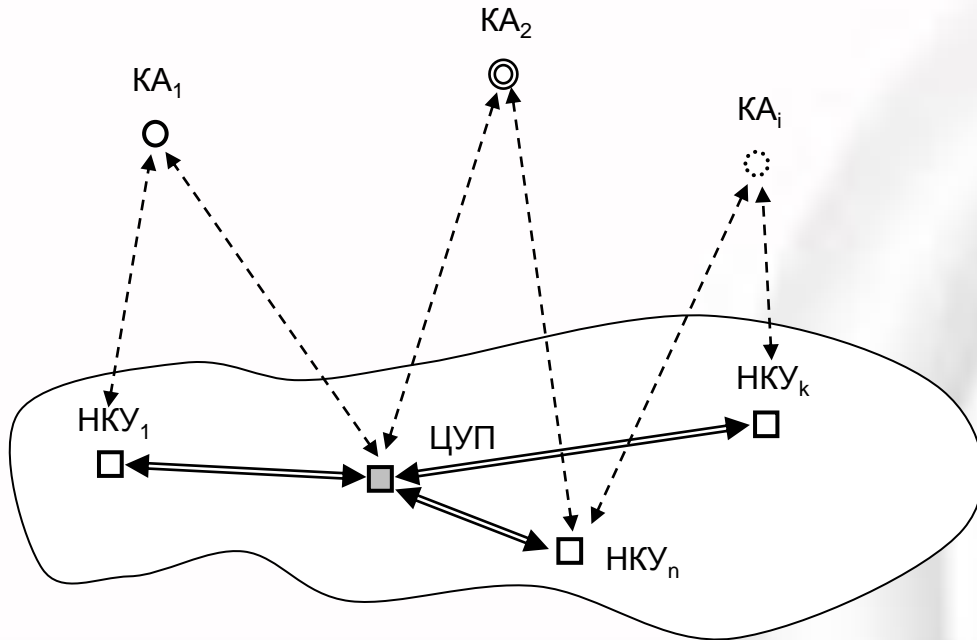
при обмеженнях

$$G_i(x) = G_i(g_1(e_{1k}(d_{1k}), x_{1k}^r), \dots, g_j(e_{jk}(d_{jk}), x_{jk}^r), \dots, g_n(e_{nk}(d_{nk}), x_{nk}^r)) \leq b_i$$

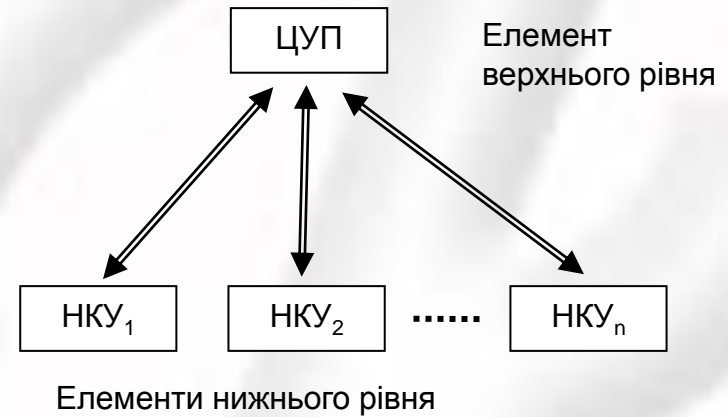
$$x_j = (x_{jk}^r)_{k \in K_j} = \left(x_{j1}^r, \dots, x_{jk}^r, \dots, x_{jk_j}^{r*} \right), \quad x = (x_1, \dots, x_j, \dots, x_n) \in X = \prod_{j \in J} X_j,$$

де $P(x)$, $G_i(x)$, $i \in I$ – надійність відновленого варіанту та витрати ресурсів на проведення відновлення відповідно.

Планування технічного обслуговування елементів територіально-розподіленої мережі космічного зв'язку з нерівнозначними елементами



Територіально-розподілена система підтримки зв'язку з КА



Структурна схема дворівневої системи забезпечення планування ТО

Оптимізаційна модель та алгоритм планування технічного обслуговування елементів територіально-розподіленої мережі космічного зв'язку з нерівнозначними елементами

4. Умови неперервності обслуговування j -го елемента, тривалість τ_j його обслуговування та заборони проведення ТО в неробочі дні враховуються в процедурі попереднього фіксування змінних x_j при формуванні множин X_j , $j \in J$.

5. Обмеження на витрати ресурсів, що використовуються при плануванні ТО системи в цілому:

$$g_i(x) = \sum_{j \in J} g_{ij}(x_j) \leq b_i, \quad i \in I,$$

де b_i , $i \in I$ – максимально можливі витрати ресурсів i -го виду.

Необхідно скласти такий план $x = (x_1, \dots, x_j, \dots, x_n)$ ТО, який мінімізує сумарне відхилення значень показників якості при проведенні ТО всіх елементів територіально-розподіленої системи від оптимальних, і задовольняє сукупності обмежень. Математична модель сформульованої задачі має вигляд:

$$h(x) = \sum_{j \in J} h_j(x_j) \rightarrow \min, \quad (1)$$

при обмеженнях

$$g_i(x) = \sum_{j \in J} g_{ij}(x_j) \leq b_i, \quad i \in I, \quad (2)$$

$$\sum_{j \in J} \delta_{jl}(x_j) \leq N_l, \quad l = 1, 2, \dots, T, \quad (3)$$

$$\sum_{j \in J_p} \delta_{jl}(x_j) \leq a_p, \quad p = 1, 2, \dots, p^*, \quad l = 1, 2, \dots, T, \quad (4)$$

$$\delta_{jl}(x_j) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } l \leq x_j \leq l + \tau_j - 1; \\ 0, & \text{у протилежному випадку.} \end{cases}$$

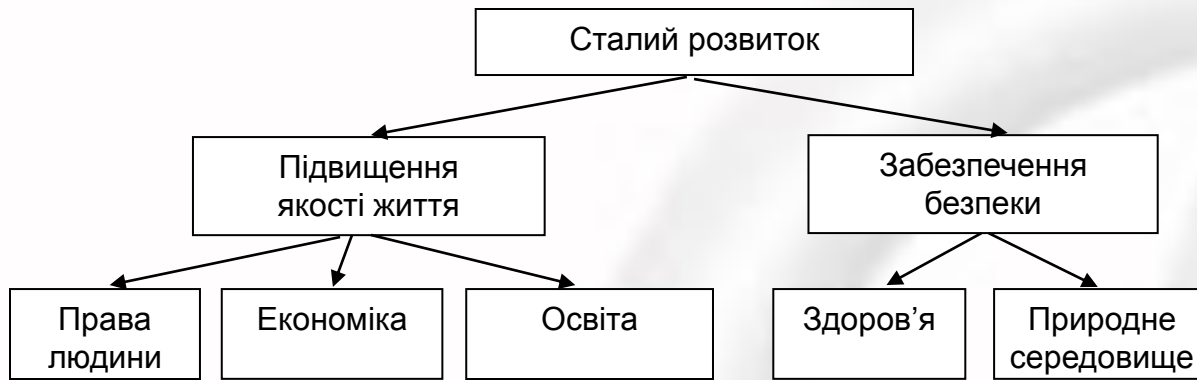
$$x = (x_1, \dots, x_j, \dots, x_n) \in X = \prod_{j \in J} X_j, \quad X_j = \{1, 2, \dots, T\}, \quad j \in J. \quad (5)$$

Модель (1)-(5) відноситься до класу задач дискретного програмування з обмеженнями комбінаторного типу.

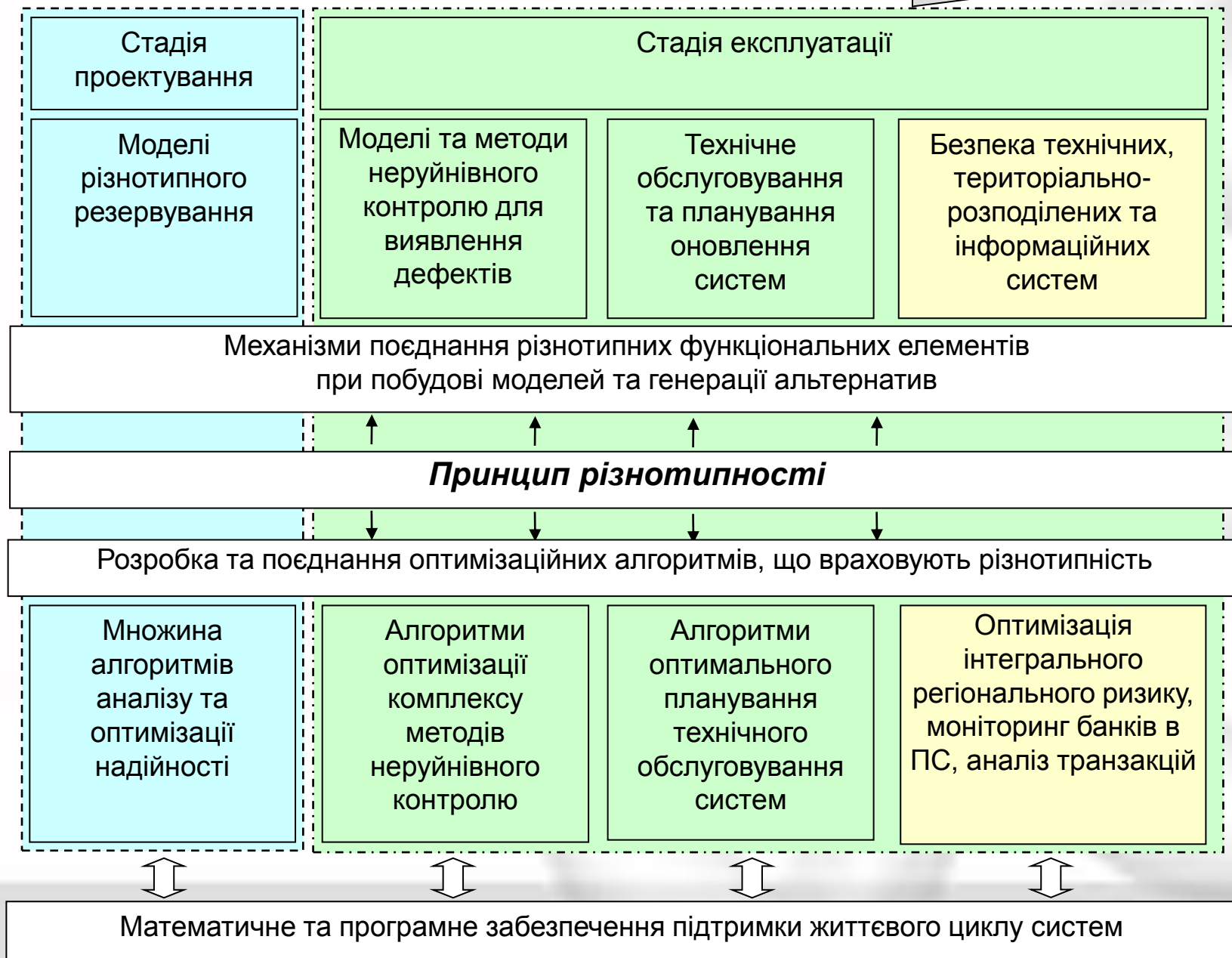
Приклад розв'язку задачі планування ТО

| № п/п | Назви Елементів | Штрафи | Дні ТО | План ТО на січень 2010 р. | Трив. ТО |
|--------------------|--------------------|--------|-----------|---------------------------------|-------------|
| | | | | 1 3 5 7 9 12 4 6 8 21 3 5 7 30 | |
| 1 | Елемент_01 | 0.005 | 11 11 | • | 1 |
| 2 | Елемент_02 | 0.071 | 14 17 | •••• | 4 |
| 3 | Елемент_03 | 0.136 | 11 12 | •• | 2 |
| 4 | Елемент_04 | 0.068 | 15 17 | ••• | 3 |
| 5 | Елемент_05 | 0.224 | 21 21 | • | 1 |
| 6 | Елемент_06 | 0.091 | 14 15 | •• | 2 |
| 7 | Елемент_07 | 0.037 | 30 30 | • | 1 |
| 8 | Елемент_08 | 0.024 | 10 12 | ••• | 3 |
| 9 | Елемент_09 | 0.219 | 2 5 | •••• | 4 |
| 10 | Елемент_10 | 0.061 | 8 8 | • | 1 |
| 11 | Елемент_11 | 0.035 | 8 9 | •• | 2 |
| 12 | Елемент_12 | 0.176 | 8 12 | ••••• | 5 |
| 13 | Елемент_13 | 0.040 | 18 19 | •• | 2 |
| 14 | Елемент_14 | 0.066 | 11 11 | • | 1 |
| 15 | Елемент_15 | 0.009 | 16 17 | •• | 2 |
| 16 | Елемент_16 | 0.043 | 16 16 | • | 1 |
| 17 | Елемент_17 | 0.039 | 23 24 | •• | 2 |
| 18 | Елемент_18 | 0.082 | 17 19 | ••• | 3 |
| 19 | Елемент_19 | 0.099 | 8 9 | •• | 2 |
| 20 | Елемент_20 | 0.099 | 22 27 | •••••• | 6 |
| Сумарний штраф | | 1.624 | Дні | 2 4 6 8 11 3 5 7 9 22 4 6 8 31 | Вид |
| Сер.арифм.штраф | | 10.365 | Число | 0 1 1 0 3 5 0 3 4 2 1 2 1 1 0 0 | отрим. |
| Відхил.від середн. | | -8.741 | бригад | 1 1 0 4 2 3 2 4 2 0 1 2 1 0 1 | розв.: |
| Якість ПЛАНУ (%) | | 91.864 | | | оптим. |

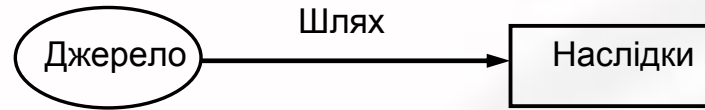
5. Ризик менеджмент, безпека та захист систем критичної інфраструктури



Життєвий цикл складних систем з високою ціною відмови



Системні аспекти при дослідженні ризику техногенних, економічних та екологічних систем



| | | |
|--|-------|-------------------------------|
| 1.Що може трапитись? (Що може вийти з ладу?) | s_j | Пожежа/ вибух |
| 2. Наскільки це ймовірно? (Яка ймовірність / частота?) | l_j | 0.01% |
| 2.Які наслідки? (Який збиток?) | w_j | \$100.000 двоє загиблих |

$$R = \{ \langle s_j, p_j, w_j \rangle, F \}_S, \quad (1)$$

де $F : \{ \langle s_j, p_j, w_j \rangle \}_S \Rightarrow \square$ - оператор, який задає відображення множини $\{ \langle s_j, p_j, w_j \rangle \}_S$ в множину дійсних чисел \square .

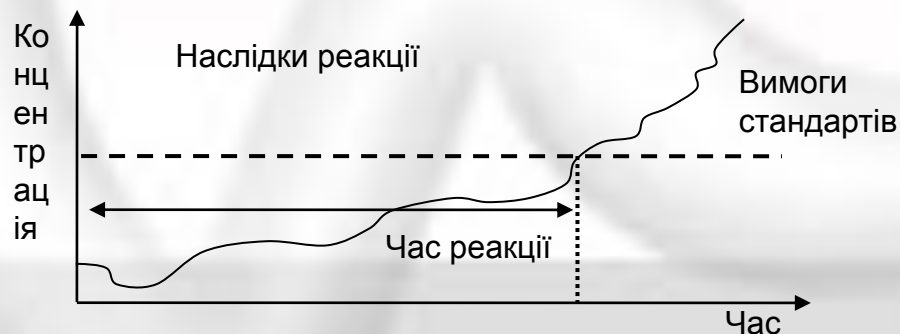
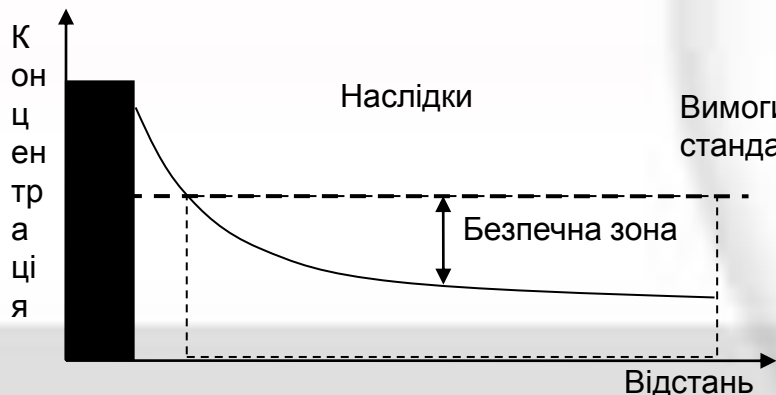
Сценарії і наслідки розвитку несприятливих подій

- Відмови систем, аварії
- Економічні збитки
- Жертви
- Екологічні катаклізми



Необхідно:

- Залучення значних коштів
- Залучення людських та технічних ресурсів
- Врахування системної безпеки (The World Bank, IIASA, Міністерство природи, МАГАТЕ, МНС).



Математичні моделі розподілу ресурсів та мінімізації інтегрального регіонального ризику

Розглядається регіон як єдина територіально-розподілена система, що складається з n , $n \in N = \{1, \dots, n^*\}$ районів. Для кожного району n сформовані множини елементів $e_{nk}^j \in E_{nk} = \{e_{nk}^j, j \in J_{nk}\}$, які потребують інвестицій, відновлення або проведення робіт по виведенню з регіональної системи з метою зниження ризику, де $k \in K_n = \{1, \dots, k, \dots, k_n^*\}$ – множина категорій (типів) елементів, $J_{nk} = \{1, \dots, j, \dots, j_{nk}^*\}$ – множина індексів елементів k -ої категорії, $J_n = \bigcup_{k \in K_n} J_{nk}$ – множина індексів елементів усіх типів у регіоні.

Вважається, що кожен може знаходитись в одному з $y_{nk}^j \in Y_{nk} = \{0, 1, \dots, y_{nk}^{j*}\}$ - вектор станів елементу e_{nk}^j ($y_{nk}^j = 0$ відповідає найгіршому стану, а $y_{nk}^j = y_{nk}^{j*}$ – найкращому стану).

$y_{nk} = (y_{nk}^1, \dots, y_{nk}^{j_{nk}^*}) \equiv (y_{nk}^j)_{j \in J_{nk}}$, $k \in K_n$, $n \in N$ – вектор станів елементів k -ої категорії в n -му районі. Бульова функція $\phi(y_{nk})$, характеризує стан елементів k -ої категорії в n -му районі:

$$\phi(y_{nk}) = \begin{cases} 1, & \text{елементи } k\text{-ої категорії знаходяться в нормальному стані,} \\ 0, & \text{виник інцидент з елементом } k\text{-ої категорії в } n\text{-му районі.} \end{cases}$$

Тоді $y_n = (\phi(y_{n1}), \dots, \phi(y_{nk})) \equiv (\phi(y_{nk}))_{k \in K_n}$ – вектор станів елементів усіх категорій в n -му районі регіону, а вектор станів $y = (y_1, \dots, y_n)$ – визначає стани всіх елементів у регіоні в цілому.

Показники $\Phi(y_n)$ і $\Phi(y)$ характеризують стани елементів k -ої категорії в n -му районі і регіоні в цілому:

$$\Phi(y_n) = \Phi(\phi(y_{n1}), \dots, \phi(y_{nk})) = \begin{cases} 1, & \text{всі елементи в регіоні знаходяться} \\ & \text{в нормальному стані,} \\ 0, & \text{в протилежному випадку.} \end{cases}$$

Математичні моделі розподілу ресурсів та мінімізації інтегрального регіонального ризику

Показник ризику для елемента e_{nk}^j , k -го типу обчислюється: $r(e_{nk}^j) = \prod_{l=1}^3 q_l(e_{nk}^j)$. Тоді ризик для елементів k -го типу в n районах регіону визначається: $r(x_n^k) = 1 - \prod_{j \in J_{nk}} (1 - r(e_{nk}^j))^{y_{nk}^j}$, $k \in K_n$, $n \in N$.

Значення ризику для n -го району регіону визначається:

$$R_n(x_n) = 1 - \sum_{y_n \in Y_n} \Phi(y_n) \prod_{k \in K_n} (1 - r(x_n^k))^{y_{nk}} r(x_n^k)^{1 - y_{nk}}.$$

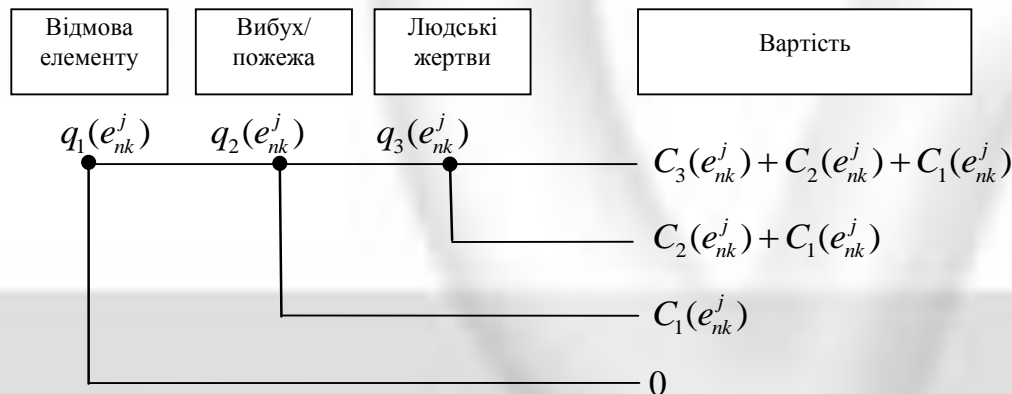
Тоді величина регіонального ризику визначається через значення ризиків для окремих районів наступним чином:

$$R(x) = 1 - \prod_{n \in N} (1 - R_n(x_n)).$$

Величина очікуваної, передбачуваної вартості відновлення для одного елемента e_{nk}^j k -го типу в період планування визначається таким чином:

$$C(e_{nk}^j) = C_1(e_{nk}^j) + q_2(e_{nk}^j)[C_2(e_{nk}^j) + q_3(e_{nk}^j)C_3(e_{nk}^j)],$$

де $C_1(e_{nk}^j)$ – вартість проведення заходів по планомірному відновленню та замінам, $C_2(e_{nk}^j)$ – середнє значення вагомості збитків через майнові втрати, $C_3(e_{nk}^j)$ – середня вартість втрат у зв'язку з асигнуваннями, пов'язаними з інцидентом, що відбувся.



Математичні моделі розподілу ресурсів та мінімізації інтегрального регіонального ризику

Задача розподілу ресурсів та інвестицій на регіональному рівні полягає в знаходженні плану інвестицій для елементів у кожному районі, який мінімізує показник регіонального ризику при заданих обмеженнях на обсяги інвестицій та з урахуванням обмежень по ресурсах на всьому інтервалі планування T , і має вид:

$$R(x) = 1 - \prod_{n \in N} (1 - R_n(x_n)) \rightarrow \min \quad (4.3)$$

при обмеженнях

$$C(x) = \sum_{n \in N} C_n(x_n) \leq C_0, \quad (4.4)$$

$$C(x_n) \leq C_n, n \in N, \quad (4.5)$$

$$G_i(x) = \sum_{n \in N} g_{in}(x_n) \leq b_i, i \in I, \quad (4.6)$$

$$G_{in}(x_n) = \sum_{j \in J_{nk}} g_{in}(x_n^k) \leq b_{in}, i \in I_n, n \in N, \quad (4.7)$$

$$x_n^k = (x_{nk}^j)_{j \in J_{nk}} \in X_{nk}, \quad x_n = (x_n^k)_{k \in K_n} \in X_n, \quad X_{nk} = \prod_{j \in J_{nk}} X_{nk}^j, \quad n \in N, k \in K_n,$$

$$x = (x_1, \dots, x_n, \dots, x_{n^*}) \in X = \prod_{n \in N} X_n. \quad (4.8)$$

Задача оптимізації може розглядатись в постановці, коли критерієм мінімізації є вартість

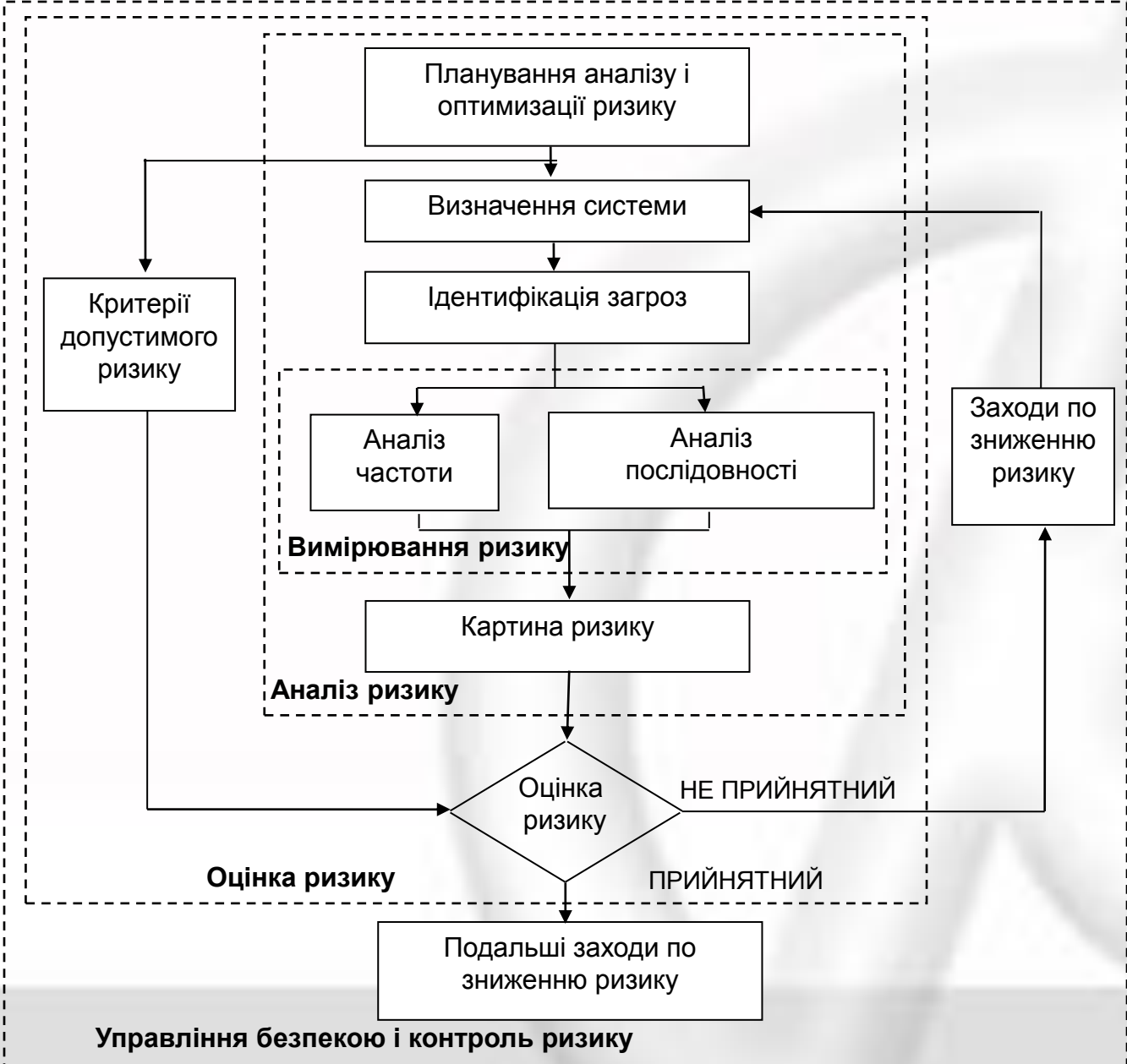
$$C(x) = \sum_{n \in N} C_n(x_n) \rightarrow \min \quad (4.9)$$

з врахуванням обмеження на ризик

$$R(x) = 1 - \prod_{n \in N} (1 - R_n(x_n^k)) \leq R^* \quad (4.10)$$

та обмежень (4.5)-(4.8).

Ризик менеджмент



Аналіз даних та інформаційних потоків

- Big Data - сукупність підходів, інструментів та методів обробки структурованих і неструктурованих даних величезних обсягів і різного типу для отримання результатів, ефективних в умовах безперервного приросту та розподілу по численних вузлів обчислювальної мережі
- Data mining - сукупність методів виявлення у великих масивах необроблених даних раніше невідомих, нетривіальних, практично корисних і доступних інтерпретації знань, необхідних для прийняття рішень в різних сферах людської діяльності.

Комп'ютерна лінгвістика

Natural Language Processing

Основний список актуальних задач:

- Моніторинг соціальних мереж
- Аналіз емоційної тональності тексту
- Класифікація та кластеризація текстів
- Семантичний пошук текстів
- Семантична фільтрація (Semantic firewalls)

Кібер безпека та криптографія

- Математичні методи забезпечення конфіденційності (неможливості читання інформації стороннім),
- цілісності даних (неможливості зміни інформації),
- аутентифікації (перевірки справжності авторства чи інших властивостей об'єкта),
- неможливості відмови від авторства.

Моніторинг та аналіз ризиків у платіжних системах

Класифікація ризиків в ПС:

- системні
 - кредитні
 - ризик ліквідності
 - системний
 - фінансовий
- операційні
- техногенні
- ринкові
- юридичні



Моніторинг та аналіз ризиків в платіжних системах

| Платіжна організація (з розрахунково-кліринговим центром (РКЦ)) | |
|--|--|
| Можливі ризики | Методи керування |
| <p>Фінансові ризики Розрахунковий банк не в змозі розрахуватися з членами ПС; Банкрутство члена ПС.</p> | <p>Подвійний контроль фінансових операцій. Установлення лімітів операцій. Формування страхових фондів</p> |
| <p>Системний ризик електронні зломщики систем; проведення шахрайських електронних операцій; використання конфіденційної інформації колишніми співробітниками; злісне банкрутство; шахрайські операції в процесі телекомунікаційної торгівлі.</p> | <ul style="list-style-type: none"> •Застосування сучасних інформаційних технологій у забезпеченні роботи ПС (застосування таких програмно-апаратних засобів, що забезпечували б усі необхідні операції з достатнім ступенем надійності). Розробка і застосування нових технологій захисту інформації з забезпечення: захисту інформаційних і фізичних об'єктів системи; технічного захисту інформації на об'єктах; захисту процесів, процедур і програм обробки інформації; захисту каналів зв'язку; керування системою захисту. •Визначення інформаційних і технічних ресурсів, а також об'єктів, що підлягають захистові. Виявлення повної безлічі потенційно можливих погроз і каналів витоку інформації. Проведення оцінки уразливості і ризиків інформації при наявній безлічі можливих погроз і каналів витоку. Визначення вимог до системи захисту інформації. Вибір засобів захисту інформації і їхніх характеристик. Впровадження й організація використання обраних мір, способів і засобів захисту, навчання персоналу. Здійснення контролю цілісності і керування системою захисту. Відкритість системи для вступу нових учасників Орієнтування на нові технології. Сумісність з технологіями міжнародних систем •Захист інформації від несанкціонованого доступу з метою забезпечення конфіденційності. Забезпечення цілісності інформації за допомогою захисту від її несанкціонованої модифікації або знищення. |

Виявлення шахрайських транзакцій в платіжних системах

Постановка задачі. Банк-учасник ПС веде базу даних (БД) всіх емітованих ним ПК, що знаходяться в обігу в ПС. По кожній карті зберігається її номер, номер відповідного картрахунку, ліміти операцій, поточний стан картрахунку, та відомості про власника ПК. Позначимо $C = \{c^1; \dots; c^k; \dots; c^r\}$ – множину записів у БД про ПК, що використовуються у ПС, де $c^k = (c_1^k, c_2^k, \dots, c_s^k)$ запис у БД, що містить відомості про карту c_k , і компонент c_1^k – унікальний номер ПК.

Позначимо через $X = \{x^1; \dots; x^i; \dots; x^n\}$ – множину транзакцій, виконаних у ПС і накопичених у БД ПС до деякого періоду часу t_n , де вектор $x^i = (x_1^i, \dots, x_j^i, \dots, x_m^i)$ – повідомлення про i -у транзакцію, x_j^i – її j -та компонента. Будемо вважати, що компонент x_1^i – номер ПК.

Позначимо $X_{c_k} = \{x^i \mid x_1^i = c_k, x^i \in X_n\}$ – множину транзакцій $X_{c_k} \subseteq X_n$, що здійснюються в ПС за допомогою карти $c_k \in C_n$ до моменту t_n . Множина транзакції X_n з часом постійно поповнюється. Транзакції, здійснені після t_n , до моменту t_{n+k} будемо вважати новими і позначати $x^{n+1}, x^{n+2}, \dots, x^{n+k}$.

Виявлення шахрайських транзакцій в платіжних системах

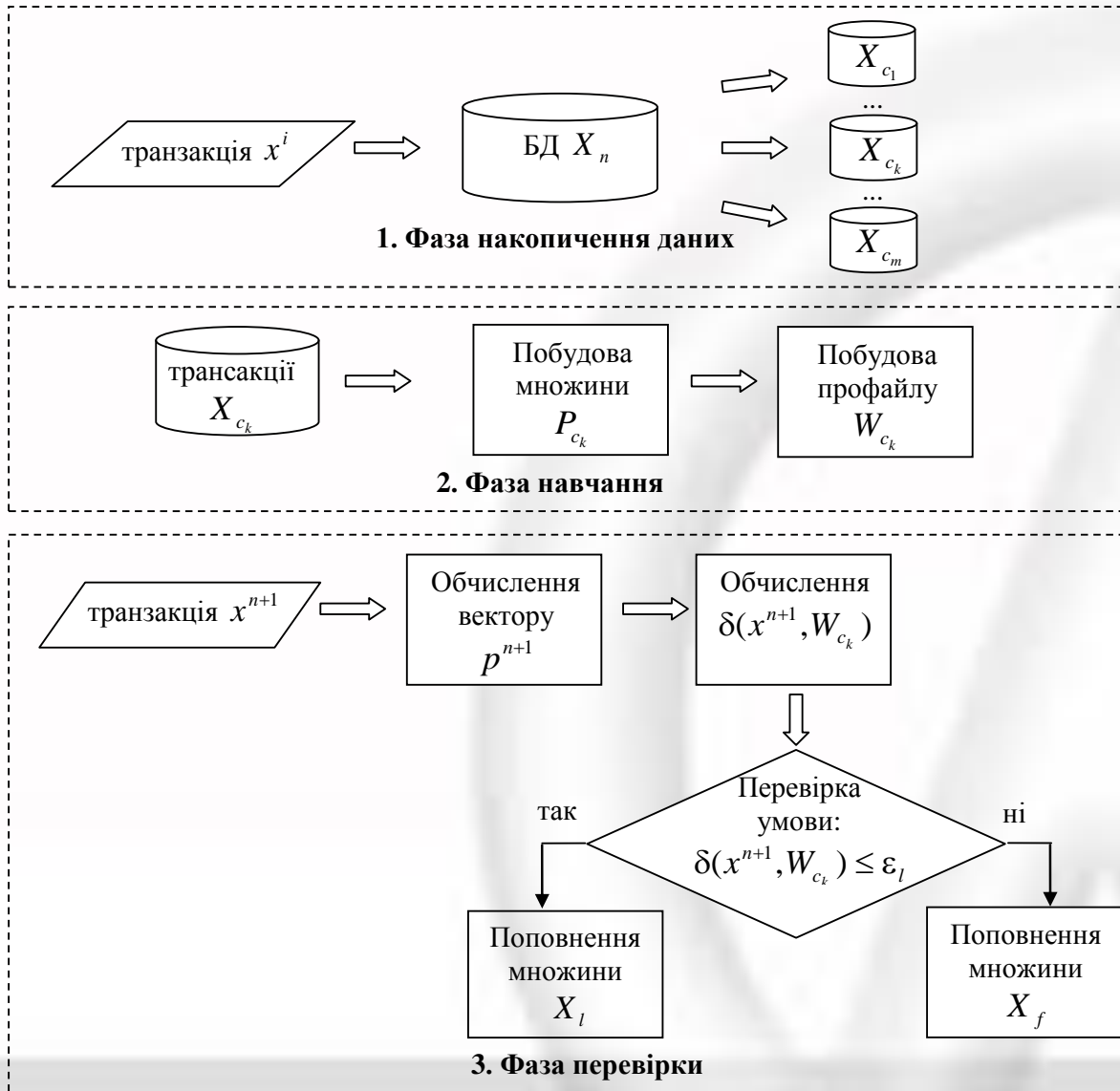
Задача виявлення шахрайських транзакцій у ПС полягає в тому, щоб при надходженні кожної нової транзакції $x^{n+1} = (x_1^{n+1}; \dots; x_j^{n+1}; \dots; x_m^{n+1})$, на основі C_n – інформації в БД про ПК і X_n – раніше виконаних транзакцій, визначити клас до якого належить x^{n+1} (законна (*legal*) або шахрайська (*fraud*)).

Задачу інтерпретується як задача класифікації. Для підвищення рівня автоматизації і ефективності діяльності експертів у ПС пропонується використовувати карти Кохонена, що самоорганізуються, різновид нейромережевих алгоритмів навчання без вчителя. В основу виконання класифікації покладена перевірка гіпотез.

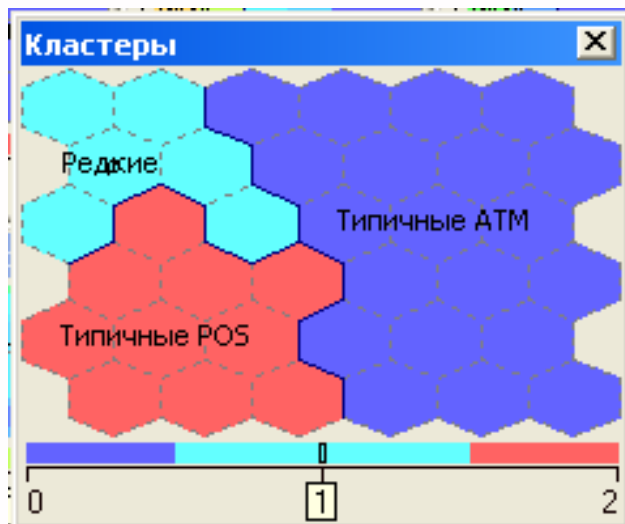
1. Гіпотеза H_l . Транзакція $x^{n+1} = (x_1^{n+1}, \dots, x_m^{n+1})$ карти c_k подібна всім попереднім транзакціям з множини X_{c_k} , виконаним власником карти. Якщо для транзакції x^{n+1} гіпотеза H_l підтверджується, то x^{n+1} класифікується як законна і x^{n+1} включається в множину X_n^l .

2. Гіпотеза H_f . Транзакція $x^{n+1} = (x_1^{n+1}, \dots, x_m^{n+1})$ подібна раніше зробленим шахрайським транзакціям з множини $X_n^f = \{x^i - \text{визнані шахрайськими} \mid x^i \in X_n\}$. Якщо для транзакції x^{n+1} гіпотеза H_f підтверджується, то x^{n+1} класифікується як шахрайська і x^{n+1} додається до множини X_n^f .

Схема алгоритму класифікації транзакцій



Аналіз та виявлення шахрайських транзакцій в платіжних системах



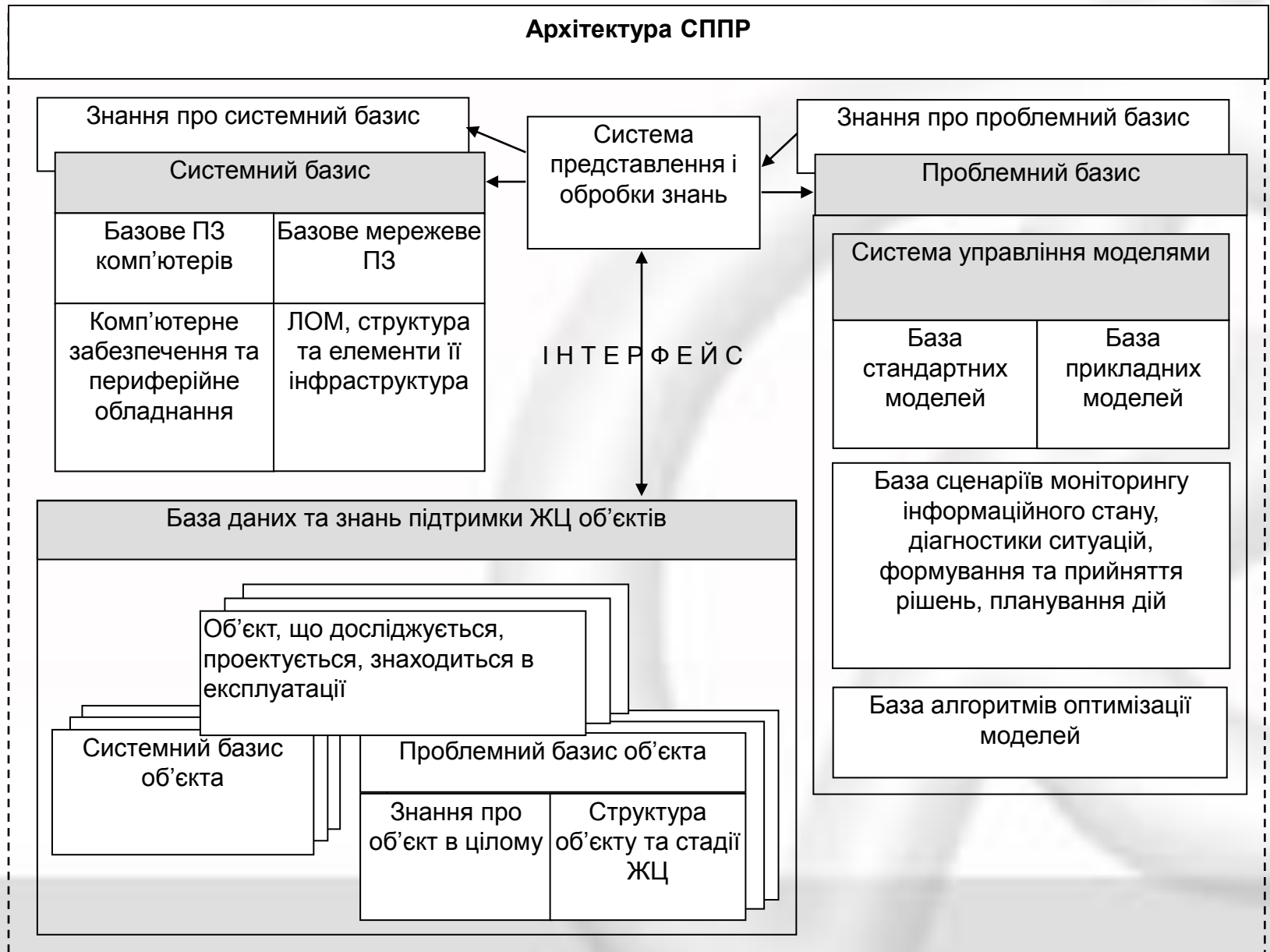
| Label | Номер ячейки | Расстояние до центра ячейки | Номер кластера | SEQN | AMT1 | ATM_POS | TERMID | CITY | COUNTRY | NmbTr/4k |
|-------|--------------|-----------------------------|----------------|-------|------|---------|----------|------------|---------|----------|
| N | 14 | 6,11253146585867E-16 | 1 | 3A007 | 500 | АТМ | S1AN6000 | LVDV | UA | |
| N | 0 | 0,0785059169665132 | 1 | 3A029 | 500 | АТМ | S1AN7000 | MOSCOW | RU | |
| N | 12 | 0,0836445395330868 | 1 | 3A030 | 300 | POS | 70CRDSIG | MOSCOW | RU | |
| N | 0 | 0,0788635425468669 | 1 | 3A031 | 100 | АТМ | S1AN7000 | MOSCOW | RU | |
| N | 12 | 0,0834531899807512 | 1 | 3A032 | 40 | POS | 71CRDSIG | MOSCOW | RU | |
| N | 1 | 5,16470035236927E-16 | 1 | 3A038 | 500 | АТМ | S1AN5003 | KIEV | UA | |
| N | 1 | 5,16470035236927E-16 | 1 | 3A054 | 500 | АТМ | S1AN5003 | KIEV | UA | |
| N | 1 | 0,195857721753609 | 1 | 3A063 | 500 | АТМ | S1AN5003 | KIEV | UA | |
| N | 6 | 0,306551362711755 | 1 | 3A069 | 500 | АТМ | S1AN6600 | LVDV | UA | |
| N | 1 | 5,16470035236927E-16 | 1 | 3A077 | 500 | АТМ | S1AN5003 | KIEV | UA | |
| N | 1 | 0,179619271678858 | 1 | 3A093 | 500 | АТМ | S1AN5003 | KIEV | UA | |
| N | 14 | 0,118027094635035 | 1 | 3A097 | 800 | АТМ | S1AN6000 | LVDV | UA | |
| N | 0 | 0,0395211776685218 | 1 | 3A099 | 200 | АТМ | S1AN7000 | MOSCOW | RU | |
| A | 1 | 0,232229186511919 | 1 | 3A101 | 800 | АТМ | S1AN5005 | KIEV | UA | |
| A | 1 | 0,463725679878847 | 1 | 3A102 | 800 | АТМ | S1AN9000 | LVDV | UA | |
| A | 1 | 0,656872215440355 | 1 | 3A103 | 800 | АТМ | S1AN9000 | LUTSK | UA | |
| A | 0 | 0,509230671608884 | 1 | 3A104 | 800 | АТМ | S1AN8000 | MOSCOW | RU | |
| A | 14 | 1,10095902222119 | 1 | 3A106 | 3000 | АТМ | S1AN7000 | NEW YORK | US | |
| A | 12 | 0,527850647764012 | 1 | 3A109 | 50 | POS | 99CRDSIG | ST.PETERBL | RU | |
| A | 12 | 1,48522183727068 | 1 | 3A112 | 1000 | POS | 88CRDSIG | NEW YORK | US | 11 |

Захист систем систем КІ

РСВК-М «Мисливець» - (роботизований спостережно-вогневий комплекс, мобільний) є одним з концептуальних варіантів використання вогневого комплексу на мобільній платформі.



Архітектура, сценарії, системний та проблемний базиси СППР



ВИСНОВКИ

Дослідження та забезпечення підтримки довготривалих термінів працездатності та безпеки систем критичної інфраструктури є сучасною важливою комплексною науково-прикладною проблемою.

Для забезпечення науково-технічного супроводження систем критичної інфраструктури на стадіях їх життєвого циклу, необхідно використовувати системний аналіз та його принципи, формувати інноваційні підходи, створювати нові математичні моделі, алгоритми, програмні комплекси для розв'язання задач забезпечення ефективного безвідмовного функціонування таких систем.

Дякую за увагу

ПИТАННЯ ???