

УДК 623.4.01

*Владислав Григорович Солонніков,
Дмитро Анатолійович Купрієнко*

СИНТЕЗ СИСТЕМ ТЕХНІЧНОГО КОНТРОЛЮ МАСШТАБНИХ ОБ'ЄКТІВ: ВІД КОНЦЕПЦІЇ ДО АВТОМАТИЗАЦІЇ

Вступ. Головним призначенням систем технічного контролю (СТК) об'єктів є раннє виявлення факту проникнення порушників на об'єкт з метою попередження сил охорони для прийняття адекватних мір. При цьому, для масштабних об'єктів (великих підприємств, військових частин, державного кордону та ін.) чутливі зони первинних засобів виявлення (ЗВ) втручання на “заборонену” територію повинні знаходитися на певній відстані від цих об'єктів, щоб забезпечити упередженість дій сил охорони. У такому випадку при виборі ЗВ буде доречним передбачити визначальну роль факторів, які характеризують як певні місця та час функціонування ЗВ (їх чутливих елементів), так і “привабливість” цих місць для порушників. Слід відмітити, що параметри даних факторів, найчастіше, будуть мати не лише розподілений за простором, але й динамічний за часом характер (це обумовлюється наявністю добових та сезонних змін).

Отже, СТК масштабного об'єкту як складна організаційно-технічна система буде мати розподілену динамічну структуру, а її синтез — достатньо складним завданням через наявність великого номенклатурного переліку різних за принципами дії альтернативних видів ЗВ вітчизняного та закордонного виробництва, а також через проблематичність одночасного виявлення та математичного опису механізму впливу умов функціонування складових системи на ефективність функціонування СТК в цілому.

Такий висновок взагалі унеможливило вибір раціонального типового (універсального) складу СТК для різних об'єктів, оскільки ефективність використання ЗВ значно залежить від конкретних умов функціонування, зокрема, від часу доби, сезону, ландшафту, індустриальних заводів і деяких інших об'єктивних і унікальних факторів, що діють лише в конкретних просторово-часових координатах.

У таких умовах неповних початкових даних, як правило, застосовують наукові методи на основі безумовного критерію переваги.

Однак застосування такого підходу пов'язане з труднощами, які обумовлені склад-

ністю об'єктивного визначення числових значень вагових коефіцієнтів показників ефективності згортки. Так, у роботі [1] відзначено, що такий метод “боротьби” з багатокритеріальністю є поширеним, але малоефективним.

Отже, неспроможність існуючої науково-методичної бази задовольнити потреби синтезу СТК масштабних об'єктів обумовлює актуальність розробки універсальних (адаптованих до будь-яких особливостей умов експлуатації ЗВ) науково-обґрунтованих рекомендацій, які дозволять автоматизувати процедуру синтезу.

Постановка завдання. Таким чином, *метою роботи* є розробка підходу, що дозволяє провести векторний синтез або багатофакторну оптимізацію СТК на етапі її проектування або реінжинірингу.

Розв'язання задачі синтезу ефективної СТК в умовах невизначеності стає можливим при застосуванні системного підходу, який є одним із загальнонаукових методологічних напрямків дослідження складних систем. Системний підхід вимагає розглядати систему як єдиний цілісний об'єкт дослідження. Це положення спирається на той принципово важливий факт, що ціле володіє такими якостями, яких немає у його частин. Щоб максимально виявити і використати ці якості, системний підхід вимагає неперервної інтеграції уявлень про систему з різних точок зору на кожному етапі її досліджень. Специфіка системних досліджень полягає в їх спрямованості на вивченні складних, комплексних, великомасштабних проблем, в послідовній орієнтації дослідників не тільки на пізнання сутності проблем і об'єктів, які досліджуються, але й на створення засобів, які забезпечують розв'язання цих проблем з використанням можливостей щодо переробки інформації на базі сучасної електронно-обчислювальної техніки.

На думку авторів, вирішення завдання синтезу СТК з розподіленою динамічною структурою можна провести у декілька етапів:

- I. Побудова кібернетико-лінгвістичної моделі синтезу СТК.
- II. Формалізація моделі синтезу СТК.

- III. Розробка методики та алгоритмів синтезу СТК.
- IV. Автоматизація синтезу СТК.
- V. Отримання та введення початкових даних для синтезу СТК.
- VI. Безпосередній синтез СТК.

Реалізація двох останніх етапів має суто прикладний, а не науковий характер, тому в даній роботі не розглядається.

Результати дослідження.

I. Побудова кібернетико-лінгвістичної моделі синтезу СТК здійснюється з метою визначення концептуальних положень (принципів) стратегії оснащення об'єкту видами ЗВ.

Вплив множини всіх значущих факторів важко формалізувати, тому й початкова модель синтезу структури СТК вбачається в параметрично-вербальному (кібернетико-лінгвістичному) виді. З цією метою початкові дані (фактори впливу) об'єднаємо в групи за відповідними ознаками, а саме:

- $X_\phi = (x_{\phi_1}, x_{\phi_2}, \dots, x_{\phi_f})$ — група факторів, що характеризують мету та задачі створення СТК і які враховують особливості реальних і потенційних загроз корпоративній безпеці об'єкту (x_{ϕ_i} — параметр i -го формуючого фактору, $i = (1, f)$);
- $X_3 = (x_{3_1}, x_{3_2}, \dots, x_{3_r})$ — група факторів, що характеризують практичну можливість реалізації ідеї побудови СТК і враховують особливості науково-технічного прогресу та виробничого потенціалу у відповідних галузях науки і техніки та корпоративної політики щодо технічного оснащення об'єкту (x_{3_i} — параметр i -го фактору, $i = (1, r)$);
- $X_0 = (x_{0_1}, x_{0_2}, \dots, x_{0_s})$ — група факторів, що характеризують обмеження потенційно закладеної ефективності функціонування ЗВ у реальних умовах, тобто можливість нормальної роботи певних видів ЗВ в конкретних умовах, і які враховують особливості природних, техногенних та суб'єктивних умов функціонування СТК (x_{0_i} — параметр i -го обмежуючого фактору, $i = (1, s)$).

З урахуванням введених позначень, загальна схема концептуального проектування ефективної СТК набуває вигляду, наведеного на рис. 1.

Значна частина лінгвістичної компоненти в структурі початкових даних обумовлює неможливість їх строгої формалізації, тому на першому рівні ієрархії синтезу СТК пропонується от-

римати лише концептуальні положення стратегії оснащення об'єкту видами ЗВ.

II. Формалізація моделі синтезу СТК здійснюється з метою визначення критерію ефективності та обмежень функціонування СТК.

Формалізація ускладнена тим, що одночасне урахування отриманих концептуальних положень синтезу СТК в єдиній ознаці оптимальності унеможливлена через їх вербально-параметричний характер та різну природу впливу на ефективність СТК.

Тому пропонуємо підійти до процесу синтезу структури СТК таким чином:

- 1) формалізувати мету та умови функціонування ЗВ;
- 2) обґрунтувати інформаційну основу оцінки ефективності СТК.

Формалізація мети та умов функціонування ЗВ потрібна для формування просторово-часової матриці початкових даних щодо нормативного рівня ймовірності виявлення порушників, котрий необхідно досягнути, а також умов, в яких будуть діяти елементи СТК для досягнення цього рівня. Пропоноване формалізоване подання мети та умов функціонування елементів СТК надає можливість окреслити область оцінювання її ефективності в умовах багатфакторності та інтервальної невизначеності, а також адекватно підійти до питання виявлення ознаки оптимальності СТК.

Для виявлення ж ознаки оптимальності СТК потрібно формалізувати поняття результативності роботи СТК. Ураховуючи різноманітність умов та завдань, що є на квазілінійній ділянці функціонування СТК, а також множинність різних за принципом дії потенційних складових СТК, необхідно врахувати такі властивості даної системи, як емерджентність та неадитивність. Ці системні властивості обумовлюють те, що елементи СТК функціонально не є її лінійними фракталами, а тому при виявленні ознаки оптимальності СТК необхідно врахувати не лише вид інтегрального показника оцінки ефективності експлуатації ЗВ, а й вплив зв'язків між цими елементами на ефективність системи у цілому. Разом із тим, процес формування СТК та експлуатації її елементів безпосередньо пов'язаний із різноманітними витратами, облік яких є невід'ємною складовою техніко-економічної оцінки при порівнянні альтернативних систем (зразків). Таким чином,

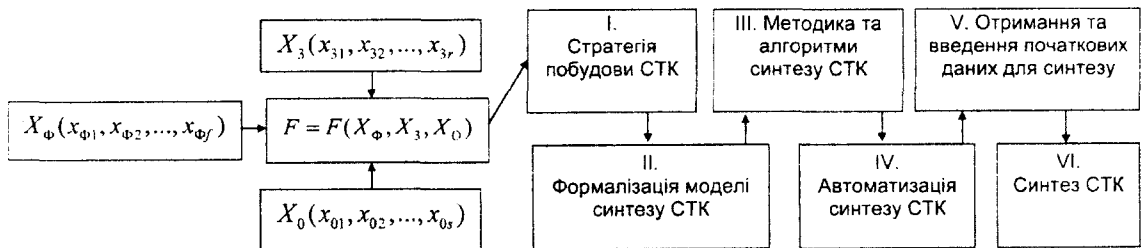


Рис. 1. Кібернетико-лінгвістична модель концептуального проектування ефективної СТК (F — оператор, що забезпечує правильне врахування параметрів наборів X_ϕ, X_3, X_0)

інформаційна основа оцінки ефективності СТК полягає в обґрунтуванні (на підґрунті фізичної суті результативності експлуатації ЗВ та їх вартісного ресурсу) критерію ефективності СТК та обмежень.

З урахуванням сказаного, у роботі [2] ефективність СТК запропоновано оцінювати за критерієм (1) при обмеженнях (2)–(4):

$$E_{СТК} = \sum_{i=1}^{m_i} \sum_{k=1}^{n_i} B_{i\text{пр} i, k} \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$Y_{Ci}^I \sim Y_C^I, \quad (2)$$

$$u_{F/\mu_F(i, \tau)} \in (u'_{F/\mu_F(i, \tau)} \div u''_{F/\mu_F(i, \tau)}), \quad (3)$$

$$P_{C(j, \tau)} \geq P_{H(j, \tau)}, \quad (4)$$

де $E_{СТК}$ — ефективність СТК, у. од./год.;
 $B_{i\text{пр} i, k}$ — приведена до години набута вартість корисного функціонування k_i -го зразка (екземпляру) ($k_i = 1, n_i$) ЗВ i -го виду ($i = 1, m_i$) — потенційного елементу СТК, у. од./год.;
 $Y_{Ci}^I \sim Y_C^I$ — умова відповідності специфічних часткових показників якості ЗВ i -го виду множині принципів побудови СТК;

$u_{F/\mu_F(i, \tau)}$ — значення μ_F -го параметру ($\mu_F = 1, n_{\mu_F}$) F -ї групи ($F = 1, n_F$) умов середовища функціонування ЗВ;

$u'_{F/\mu_F(i, \tau)}, u''_{F/\mu_F(i, \tau)}$ — нижня та верхня границі діапазону значень μ_F -го параметру F -ї групи умов

нормального функціонування ЗВ i -го виду;
 $P_{C(j, \tau)}, P_{H(j, \tau)}$ — розрахункове та нормативне значення ймовірності виявлення порушників у j -х просторових та τ -х часових координатах.

Вираз (2) відображає умову функціональної придатності видів ЗВ, (3) — просторово-часові інтервали стійкої роботи ЗВ, а (4) — умову функціональної достатності ЗВ.

III. Розробка методик та алгоритмів синтезу СТК для ділянок з однорідними та неоднорідними умовами функціонування ЗВ буде мати певні особливості.

Особливості функціонування ЗВ в умовах однорідності параметрів середовища обумовлюють динамічність структури СТК за часом при фіксованих наборах базових елементів, котрими у певний період може прикривати-

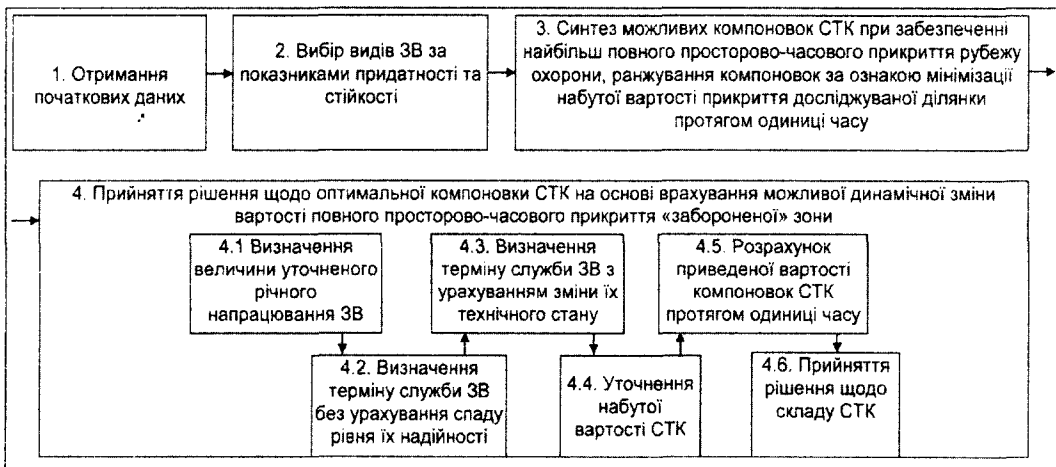


Рис. 2. Основні етапи методики синтезу раціональної СТК масштабних об'єктів в умовах однорідності параметрів середовища функціонування

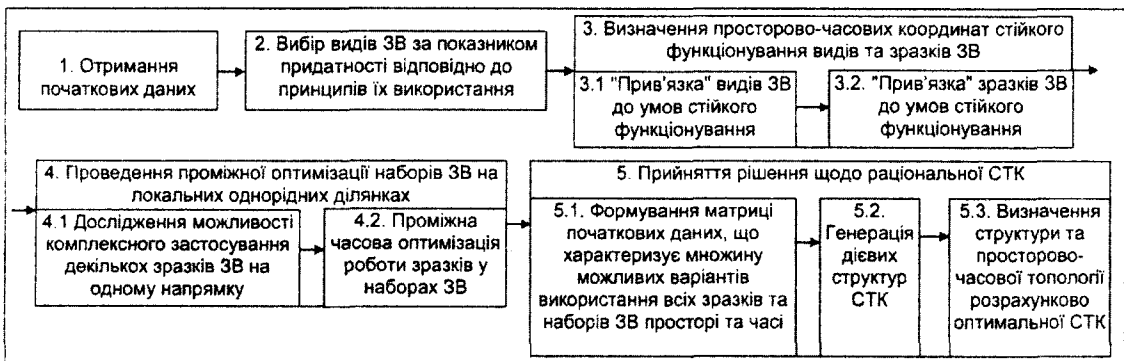


Рис. 3. Основні етапи методики синтезу раціональної структури розподіленої СТК масштабних об'єктів

ся ділянка “забороненої” зони по всій протяжності.

Такий висновок обумовлює загальний порядок синтезу та оптимізації структури СТК за критерієм (1), що наведено на рис. 2.

Особливості функціонування ЗВ в умовах просторово-часової динаміки параметрів середовища та оперативного-тактичної обстановки обумовлюють необхідність урахування можливої неоднорідності структури СТК за простором та часом, що, у свою чергу, визначає у відповідності до ознаки (1) загальний порядок синтезу та оптимізації СТК, поданий на рис. 3.

Безпосередньо алгоритми методик подані у роботах [2, 3]

IV. Автоматизація синтезу СТК. Множинність та різнотипність параметрів, які необхідно врахувати при синтезі СТК, породжують певну проблемність, пов’язану зі складністю організації процесу їх зберігання, своєчасного редагування, поповнення та обробки, а отже, й приводить до незручності та обмеження можливостей практичного проведення розрахунків.

Однак, процедуру проведення розрахунків можна значно полегшити шляхом застосування сучасних ЕОМ.

Пропонована авторами автоматизація передбачає побудову модульно-алгоритмічної структури програмного забезпечення та розробку програмного інтерфейсу, що наведено у роботі [4].

Загалом, проведені дослідження та результати аналізу пропонованих методик синтезу вказують на можливість підвищення зручності звернення до необхідних масивів початкових даних шляхом їх сортування за декількома ознаками, що програмно реалізовано у відповідних файлах баз даних, а саме:

- параметри ділянок відповідальності (назви введених карт ділянок відповідальності; характеристики ділянок);
- параметри ЗВ (назви класів ЗВ; перелік їх видів та статичні характеристики; відповідність їх властивостей принципам побудови СТК; умови їх стійкого функціонування; тактичні (динамічні) характеристики);

Предложен подход, позволяющий провести векторный синтез или многофакторную оптимизацию систем технического контроля масштабных объектов на этапе проектирования или реинжиниринга.

Ключевые слова: синтез, оптимизация, автоматизация, реинжиниринг, система технического контроля.

– принципи побудови СТК.

Таким чином, результати проведеного дослідження дозволяють зробити такі висновки:

1. Синтез СТК є багатofакторною задачею, для якої методи на основі безумовного критерію переваги виявляються малоефективними. Більш точним є застосування векторного методу, що, у свою чергу, потребує представлення процедури синтезу СТК у декілька етапів, починаючи від побудови концептуальної моделі синтезу та закінчуючи безпосередньо отриманням протоколу з результатами синтезу.
2. Складність організації процесу зберігання, редагування, поповнення та обробки параметрів, які необхідно враховувати при синтезі СТК, обумовлює обмеженість практичної реалізації запропонованого інструментарію (вирази (1)–(4)) у “ручному” режимі та необхідність його автоматизації.
3. Пропонований підхід дозволяє провести векторний синтез або багатofакторну оптимізацію будь-якої СТК на етапі її проектування або реінжинірингу.

Напрямок подальших досліджень вбачається проведенням аналізу характеристик ЗВ, а також ділянок “заборонених” зон з метою створення відповідних баз даних для синтезу конкретних СТК.

Література

1. Горднов В. П. Моделирование бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними (теорія, практика, історія розвитку). Монографія / [В. П. Горднов, Г. А. Дробаха, М. О. Єрмошина та ін.] — Харків : ХВУ, 2004. — 408 с. 2. Купрієнко Д. А. Методика синтезу розподіленої системи технічного контролю державного кордону / Д. А. Купрієнко // Зб. наук. пр. ЦНДІ ОВТ ЗСУ. — К., 2008. — № 20. — С. 127–137. 3. Боровик О. В. Методика синтезу системи технічного контролю державного кордону в умовах однорідності параметрів середовища функціонування / О. В. Боровик, Д. А. Купрієнко // Зб. наук. пр. “Труди академії” / за ред. І. С. Руснака. — К. : НАОУ, 2007. — № 7 (80). — С. 186–194 — Інв. 42496.
4. Солонніков В. Г. Автоматизація процедури синтезу структури розподіленої системи технічного контролю державного кордону / В. Г. Солонніков, Д. А. Купрієнко // Зб. наук. пр. “Труди університету” / за ред. І. С. Руснака. — К. : НУОУ, 2010. — № 2 (95). — С. 18–28.

Approach which allows vector synthesis and multifactor optimization systems of large-scale technical control objects of the stage of designing and reengineering.

Key words: synthesis, optimization, automation, reengineering, technical control system.