

Юрій Григорович Даник (доктор технічних наук, професор)¹

Валерій Іванович Шестаков (кандидат технічних наук, доцент)²

¹Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

²Державний університет “Житомирська політехніка”, Житомир, Україна

МЕТОДОЛОГІЯ СИНТЕЗУ СИТУАЦІЙНИХ РОЗВІДУВАЛЬНО-УДАРНИХ КОМПЛЕКСІВ

У статті запропонована методологія синтезу ситуаційного розвідувально-ударного комплексу. В основу методології покладена гіпотеза, що будь яку складну систему можна розглядати як сукупність процесів щодо забезпечення потреб. Інтеграція складових комплексу здійснюється в матричний спосіб за допомогою інфокомунікаційної мережі. Конфігурацію та управління станом комунікаційної матриці здійснює спеціалізований центр оперативного управління.

Ключові слова: синтез; ситуаційний розвідувально-ударний комплекс; спеціалізований центр оперативного управління.

Вступ

Постановка проблеми. Одним з найважливіших напрямків військового будівництва в найбільш розвинених в науковому і промисловому відношенні державах є реалізація концепції “мережецентричної війни” [1], основною ідеєю якої є збільшення ефективності бойового застосування сил і засобів за рахунок їх інтеграції в єдиному інформаційному просторі. Технологічною основою концепції є інфокомунікаційна мережа, яка дозволяє інтегрувати, з одного боку, автоматизовані системи бойового управління, обчислювальної техніки, зв'язку і розвідки (C4ISR), а з іншого – засоби вогневого та невогневого ураження. Зазначене дозволяє формувати із наявних сил та засобів, відповідно до природи, характеру та змісту зовнішніх і внутрішніх загроз, ситуаційні комплекси для запобігання, оперативного виявлення та нейтралізації кризових ситуацій, що, відповідно до [2], стало загальносвітовою практикою.

Тобто, в сучасних умовах високої мобільності сил та засобів, швидкості зміни обстановки, найбільш прийнятним, як з воєнної так і економічної точки зору, варіантом отримання переваги над протидіючою стороною є формування шляхом інформаційно-кібернетичного об'єднання в єдиному інформаційно-бойовому просторі наявних в заданій зоні (районі) сил і засобів у вигляді ситуаційних розвідувально-ударних комплексів (СитРУК). Про ефективність такого підходу свідчить, також, досвід проведення антитерористичної операції та операції об'єднаних сил на південному сході України.

Передумови появи та особливості розвитку ситуаційних розвідувально-ударних комплексів розглянуті в [3]. Дефініція СитРУК авторами уточнена в [4], а саме: під СитРУК розуміється організаційне, технічне та інформаційно-кібернетичне об'єднання на час проведення операції (виконання завдань) розосереджених у просторі різнорідних сил і засобів отримання інформації (комплекту засобів розвідки), автоматизації управління та зв'язку (комплекту засобів управління), вогневого (кінетичного) ураження та невогневого (інформаційного, психологічного, кібернетичного, когнітивного тощо) впливу (комплекту засобів впливу), спеціальної та військової техніки (комплекту засобів спеціальної та військової техніки) для спільних, узгоджених за завданнями, цілями, часом та місцем дій.

Інформаційно-кібернетична інтеграція наявних в зоні (районі) сил і засобів в єдиний ситуаційний комплекс в єдиному інформаційно-бойовому просторі здійснюється спеціалізованим центром оперативного управління (СЦОУ) з комплексом засобів автоматизації з відкритою архітектурою. У СЦОУ вирішується задача побудови морфологічної та функціональної моделей СитРУК. Відкрита архітектура комплексу засобів автоматизації забезпечує уніфікацію процесу застосування СЦОУ, надає можливість нарощування його можливостей, СитРУК в цілому.

Утворення таких комплексів обумовлено рядом системологічних факторів, які розподіляються на системоформуючі і системоруйнівні [5, 6]. До системоформуючих відносять здатність

отримувати і запам'ятовувати інформацію про себе, навколишнє середовище і реагувати на неї, здатність оцінювати результати своїх дій, свій стан і прогнозовані можливості. До системоруйнівних чинників відносять, перш за все, зовнішній вплив, розвиток дисфункцій, підвищення ентропії тощо [6, 7].

В якості елементарних одиниць комплексу виступають військові формування (ВФ), які укомплектовані відповідним особовим складом та оснащені озброєнням та військовою технікою. Зазначене ускладнює формалізацію процесу синтезу СитРУК, а практична реалізація СитРУК потребує вирішення ряду питань методологічного, організаційного та технічного характеру. Перш за все це стосується подальшого розвитку і вдосконалення теорії управління, особливо в частині організації управлінських процесів, розробки інформаційних (інформаційно-кібернетичних) циклів в СЦОУ [8,9].

Крім того відсутність методології синтезу СитРУК не дозволяє отримати обґрунтоване рішення щодо раціонального складу інформаційно-управляючих структур, якими є СЦОУ.

Таким чином існує потреба в об'єднанні наявних сил і засобів відповідно до ситуації в СитРУК, але відсутні методологія та формалізований апарат формування таких комплексів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика об'єднання зусиль різного роду сил і засобів, відмінних одних від одного за призначенням, складом, способами застосування, але ситуаційно поєднаних виконанням одного завдання досліджується вже досить тривалий час.

Проблеми інтеграції різнотипних видів зброї до складу РУК досліджували такі вітчизняні і закордонні вчені: Загорка О. М. [10], Буренок В. М. [11], Диордица В. В. [12].

У [13] такий комплекс представляється як складна динамічна система і розглядається як система масового обслуговування. Там же наводиться методика визначення бойового складу РУК РВіА. Його формалізація зводиться до визначення ймовірностей: прийняття рішення на поразку об'єкта; обслуговування заявки на поразку підсистемою ураження; своєчасності нанесення удару по об'єкту призначеним засобом (підрозділом) ураження, що представляється ймовірністю нестаріння розвідувальних відомостей про об'єкт.

Відомі підходи до синтезу структур складних систем базуються здебільшого на формуванні (тим чи іншим способом) статичної структури системи; незмінної у процесі її функціонування і застосування [14,15]. При цьому завдання і функції системи, як правило, рівномірно розподіляються між усіма її складовими з

вибірковістю елементів лише за ієрархією структури в горизонтально-вертикальних зв'язках. На збільшення кількості і щільності потоку конфліктних ситуацій управління системи реагують збільшенням елементів структури за відповідними рівнями, що породжує, у свою чергу, інформаційну (даних для обробки) та структурну надмірності.

Мета статті. Метою статті є представлення розробленої методології синтезу ситуаційних розвідувально-ударних комплексів на засобах автоматизації спеціалізованого центру оперативного управління для задоволення потреб з попередження або ліквідації кризової ситуації.

Методи дослідження. Об'єктом вивчення є методи, методики, алгоритми синтезу складних динамічних структур, якими є СитРУК, організації управління підсистемами таких комплексів, інформаційної взаємодії різнорідних сил і засобів.

СитРУК може бути представлений сукупністю кількісно-якісних параметрів (показників), які характеризують склад, чисельність, структуру, технічну оснащеність озброєнням і військовою технікою, системи управління, комплектування особовим складом, всебічного забезпечення.

Знаходження складових СитРУК в єдиному інформаційно-бойовому просторі є необхідною умовою синтезу та подальшого застосування такого комплексу за призначенням. Єдиний інформаційно-бойовий простір реалізується через інфокомунікаційну мережу та просторово прив'язаний до визначеної зони (району) де ведуться дії. Інфокомунікаційна мережа утворюється сукупністю засобів і систем супутникового, радіо-, дрогового та інших видів зв'язку.

Структурно-параметричний синтез передбачає наявність на засобах СЦОУ інформаційних ресурсів у вигляді баз даних інформаційних моделей:

типів кризових ситуацій, переліку потреб (завдань) щодо запобігання або ліквідації кризових ситуацій, значень прибутку від задоволення потреби (виконання завдання);

типів підрозділів, окремих сил і засобів, зразків озброєння та військової техніки на основі показників, визначальних для оцінювання функціональної спроможності виконувати завдання за своїм призначенням;

типів структур сил і засобів, спроможних задовольнити потреби (виконати певний перелік завдань) з оцінкою витрат на їх формування та застосування за призначенням;

типів об'єктів прикриття (охорони, оборони) з оцінкою збитку, який може бути нанесений в разі їх ураження протидіючою стороною.

В основу подальшого розвитку і вдосконалення організації управлінських процесів покладена

гіпотеза, що будь яку складну систему можна розглядати як сукупність процесів щодо забезпечення потреб [16]. Кожен процес складається із сукупності операцій, які об'єднані певною технологією управління. Ефективність процесу оцінюється ступенем досягнення корисного ефекту, з використанням притаманного йому критерію (вимоги). Будь-яка вимога може бути досягнута за рахунок відповідної організації сил і засобів та їх функціонування. Існує безпосередній зв'язок між рівнем системного ефекту та витратами потенціалу сил і засобів на його створення [17].

Процесорний підхід надає можливість застосовувати такі постулати:

за рахунок визначення доцільного, для отримання потрібних спроможностей, складу сил та засобів та відповідного об'єднання їх складових, створюються організаційно-штатні структури для виконання певних завдань (задоволення потреби);

ступінь організованості та керованості структури визначає її функціональні стійкість та спроможності і якість вирішення завдань за призначенням;

структура системи складається із сукупності підсистем, кожна з яких націлена на вирішення певних груп завдань;

в структурі під керуванням органу управління може виникати синергія результатів дій відносно певних завдань (потреб).

Дослідження проводилися згідно основних принципів розвитку систем озброєння, а саме

відповідності системи озброєння завданням і структурі збройних сил, формам і способам їх бойового застосування, характеру та умовам ведення збройної боротьби;

відповідності стану системи озброєння характеру і рівню загроз безпеки країни;

відповідності системи озброєння економічним можливостям держави [18].

Тому до основних факторів, котрі фактично визначають конфігурацію СитРУК, були віднесені:

тенденції розвитку збройної боротьби на сучасному етапі;

можливий масштаб і характер дій противника, форми і способи застосування угруповань військ (сил).

Виклад основного матеріалу дослідження

Відповідно до прийнятої гіпотези, методів досліджень під кризовою ситуацією розглядаються гібридні конфлікти, які не оголошуються офіційно і тому не можуть бути завершені в класичному розумінні завершення воєн і воєнних конфліктів, мають перманентний характер змінної інтенсивності. Деструктивні впливи в них часто здійснюються з використанням стратегії та

технологій розосереджено-зосереджених дій та супроводжуються, як правило, ланцюговими ефектами і синергетичними наслідками в усіх сферах життя і діяльності суспільства і держави.

Кожний вплив має свої мету, зміст, організацію, стратегію і тактику реалізації, має свої основні та супутні ефекти і результати, та наслідки після його здійснення. Дії можуть здійснюватися послідовно, паралельно та послідовно-паралельно, з використанням методів організації розподільно-зосереджених дій, які полягають в зосередженні впливів на найбільш вразливих елементах об'єкта (системи) та тих, сукупність одночасних та (або) послідовних впливів на які забезпечує отримання синергетичного ефекту в апіорі непередбачуваних місцях (елементах, системах, сферах) на які безпосередній вплив може і не спрямовуватися, а результат виникає за рахунок системи розосереджених впливів на не завжди безпосередньо взаємопов'язані елементи. Цей метод передбачає створення так званих гібридних атак з ланцюговими ефектами, які розповсюджують деструктивну хвилю на взаємодіючі об'єкти та системи, спрямованих та комплексно і взаємоузгоджено охоплюючих технічну, соціотехнічну та соціальну сфери, інфраструктуру тощо. Впливи можуть здійснюватися синхронно/асинхронно, комплексно, одночасно або послідовно. Але при цьому ураження визначених об'єктів впливу відбувається системно і найбільш ефективно, за критерієм «ефективність-час-вартість».

У гібридних війнах в тій чи іншій мірі свідомо чи несвідомо задіяне не тільки все населення країни, яка стала об'єктом агресії, а й міжнародне співтовариство. У гібридних конфліктах військові дії поєднуються з іншими, головним чином економічними, політичними, дипломатичними, інформаційними, психологічними, когнітивними, кібер- та іншими діями, які комплексно призводять до системної дестабілізації в усіх сферах життя і діяльності суспільства і держави, які є об'єктом агресії.

Припустимо, що у районі проведення дій з попередження (ліквідації наслідків) кризової ситуації (протиборства), яка характеризується станом Θ , присутні розосереджені у просторі, різнотипні за організаційною структурою, різновидові за технічними засобами підрозділи різних відомств.

За своїм цільовим призначенням підрозділи можуть бути: отримання інформації про стан середовища (моніторингу, розвідки) UE_x , $UE_x = \{UE_{x_1}, UE_{x_2}, \dots, UE_{x_K}\}$; управління UD_s , $UD_s = \{UD_{s_1}, UD_{s_2}, \dots, UD_{s_M}\}$; кінетичного ураження та невогневого впливу UA_c , $UA_c = \{UA_{c_1}, UA_{c_2}, \dots, UA_{c_N}\}$, які оснащені

зразками ОБТ Т та укомплектовані особовим складом Н рис.1.

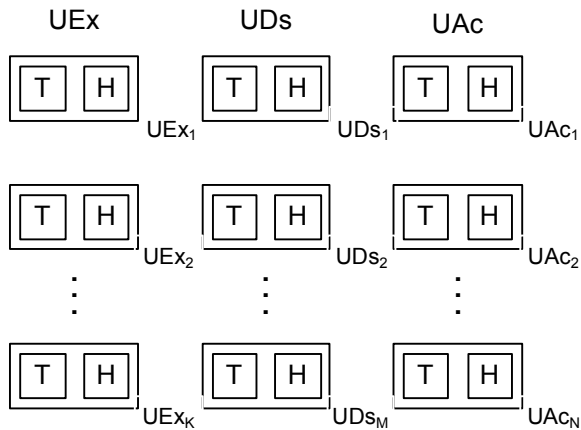


Рис. 1. Склад сил та засобів

Для оперативного управління наявними силами і засобами формується СЦОУ S_{CC} . Тоді усі наявні сили та засоби можуть бути представлені у вигляді об'єднання UR :

$$UR = \bigcup (UE_x, UD_s, UA_c, SC). \quad (1)$$

З метою запобігання або ліквідації наслідків кризової ситуації вирішується ряд завдань (завдання виявлення, спостереження, підтримки і прийняття рішень та реагування). Завдання визначаються потребами $A_T = (a_1, a_2, \dots, a_k)$, де a_i стан і-ї потреби, що характеризує її сутність.

Після отримання СЦОУ завдання щодо задоволення потреб з запобігання або ліквідації і-ої кризової ситуації пропонується така методологія синтезу СитРУК.

Вирішується оптимізаційна задача, яка формулюється наступним чином: з безлічі можливих варіантів конфігурування та інформаційно-кібернетичного об'єднання складу наявних сил і засобів вибрати такий, який забезпечує реалізацію потреб щодо запобігання і ліквідації кризової ситуації з системним ефектом, не нижче необхідного, при мінімальних витратах (втратах) сил і засобів.

$$CA(A_T, S, \Theta) \rightarrow \max, \quad (3)$$

$$S = \left(\bigcup_k UE_{x_k} \bigcup_n UD_{s_n} \bigcup_m UA_{c_m} \right) \cap SC. \quad (4)$$

Діяльність СЦОУ, як суб'єкта управління, буде спрямована на мінімізацію витрат для забезпечення потреб, вирішення задачі багатокритеріальної оптимізації

$$a_i(\Theta, UR) \xrightarrow{u \in U} \min. \quad (4)$$

Основними потребами з попередження та ліквідації кризової ситуації є зменшення інформаційної та енергетичної ентропії щодо

стану середовища (сили, засоби та характер дій протиборчої сторони), оперативне прийняття рішень з раціонального застосування сил та засобів, досягнення максимального ефекту від застосування наявних сил та засобів.

Тоді, у відповідності до прийнятої гіпотези, основними процесами щодо забезпечення потреб є моніторинг середовища (E_x), підготовка та прийняття рішень (D_s), виконання активних дій (A_c), оперативне управління силами і засобами СитРУК.

Відповідно до системного підходу СитРУК є бойовою системою, що включає пов'язані між собою спільними цілями і завданнями функціональні підсистеми: моніторингу середовища виконання завдань (розвідки) S_{E_x} , підсистему автоматизації управління силами і засобами S_{D_s} , підсистему сил та засобів виконання активних дій з попередження або ліквідації наслідків кризової ситуації (ураження кінетичного, не кінетичного) S_{A_c} , сили і засоби яких інтегруються у матричний спосіб СЦОУ SC . Склад та зв'язки підсистем зображені на рис.2.

Результатом виконання завдань складовими підсистеми S_{E_x} є зведення ентропії про об'єкти, сили, засоби, можливості і дії протибіючої сторони до мінімуму.

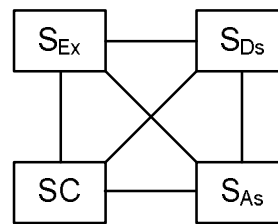


Рис. 2. Склад та зв'язки в СитРУК

Силами і засобами підсистеми S_{D_s} здійснюється розкриття замислу протибіючої сторони на основі отримання, обробки та аналізу всієї наявної інформації I_{E_x} . Розробляються плани ID_k застосування засобів виконання активних дій з попередження або ліквідації наслідків кризової ситуації, формуються цільовказівки.

$$\{I_{E_x}, S_{A_c}\} \xrightarrow{m_k^n} ID_k, \quad (5)$$

$$m_k^n \in M_k, \quad n = \overline{1, N}, \quad k = \overline{1, K},$$

де m_k^n – n варіант вирішення задачі з безлічі M_k .

Вибір найкращого плану є результатом функціонування підсистеми S_{D_s} :

$$E(ID_k) \rightarrow \max. \quad (6)$$

Силами і засобами підсистеми S_{Ac} здійснюється практична реалізація обраного плану дій (рішення).

Необхідною умовою успішного розв'язання задачі синтезу раціональної структури СитРУК є наявність узагальненого показника ефективності його застосування.

Ефективність застосування сил і засобів досягається вирішенням багатьох завдань, ефективність кожного з яких оцінюється відповідним частковим показником, при цьому згорнути ці показники в один узагальнений не уявляється можливим.

Отже, доцільно введення векторного показника ефективності

$$Q = \langle Q_1, Q_2, \dots, Q_k, \dots, Q_K \rangle, \quad (7)$$

де Q_k – частковий показник ефективності k -того процесу, $k = \overline{1, K}$;

K – число процесів.

На ефективність застосування СитРУК впливає безліч факторів, які можна поєднати в три основні групи:

якість залучених сил і засобів здійснення розвідки, автоматизації управління, ураження цілі, тобто елементів підсистем СитРУК;

форми і способи застосування залучених сил і засобів;

умови обстановки, що визначаються особливостями місцевості, кліматичних умов виконання завдання, цілей впливу, об'єктів захисту та визначають дію зовнішніх факторів конкретної кризової ситуації.

Слід враховувати такі особливості:

а) кризової ситуації:

час та місце виникнення кризи, геополітична та місцева ситуація, географічні та територіальні особливості, обладнання району (зони) дій, характеристики місцевого населення, соціально-економічні особливості тощо;

характер дій (протиборства);

тип ВФ протидіючих сторін;

характер інформаційних, когнітивних, кібер-впливів;

б) учасників конфлікту:

національні, багатонаціональні, збройні сили коаліції, приватні військові компанії, волонтери, партизани, терористи;

соціальне походження, морально-психологічний стан, демографічні, конфесійні та інші характеристики особового складу;

характер фізичних, інформаційних, когнітивних та інших уражень особового складу та населення;

характер і особливості противника: мотивація, підготовка, укомплектованість, оснащеність збройних формувань, інші;

в) озброєння та військової техніки:

наявність та готовність до застосування зброї масового ураження, звичайної або високоточної зброї, роботизованих засобів, використання засобів інформаційних, інформаційно-психологічних, когнітивних, кібер- впливів, некінетичної зброї (квантово-оптичної, зброї спрямованої енергії, електронної та ін.), високотехнологічних, інноваційних і маловідомих засобів;

г) наявність та стан інформаційного, комунікаційного та кібернетичного забезпечення.

Відповідно до процесорного підходу мірою інтенсивності прояву властивостей підсистем СитРУК є показники інформативності I , ефективності планування бойового застосування D , ефективності ураження W , оперативності управління O :

$$I = I(A_{Ex}, I_{Ex}, I_{An}, \Theta), \quad (8)$$

де A_{Ex} – вектор показників, який характеризує метод отримання інформації підсистемою Ex ,

I_{Ex} – вектор показників, що характеризує складові підсистеми Ex ,

I_{An} – вектор показників, що характеризує об'єкти розвідки,

Θ – вектор показників умов виконання завдань;

$$D = D(A_{Ds}, I_{Ds}, I_{Ac}, \Theta), \quad (9)$$

де A_{Ds} – вектор показників, який характеризує метод обробки інформації підсистемою Ds ,

I_{Ds} – вектор показників, що характеризує складові підсистеми Ds ,

I_{Ac} – вектор показників, що характеризує складові підсистеми Ac ;

$$W = W(A_{Ac}, I_{Ac}, I_{An}, \Theta), \quad (10)$$

де A_{Ac} – вектор показників, який характеризує метод виконання завдань підсистемою Ac ,

I_{Ac} – вектор показників, що характеризує складові підсистеми Ac ,

I_{An} – вектор показників, що характеризує цілі ураження;

$$O = O(A_{SC}, I_{SC}, I_{IN}, \Theta), \quad (11)$$

де A_{SC} – вектор показників, який характеризує цикл управління, що реалізується в СЦОУ,

I_{SC} – вектор показників, що характеризує засоби автоматизації СЦОУ,

I_{IN} – вектор показників, що характеризує інфокомунікаційну мережу.

Тоді задача визначення раціональної та ефективної структури СитРУК формулюється наступним чином: необхідно визначити такий склад підсистем, при якому векторний критерій ефективності

$$Q = \langle I, D, W, O \rangle \quad (12)$$

приймає своє максимальне значення.

Рішення цієї задачі можливо через реалізацію такого алгоритму управління

$$u = \varphi(A_T, \Theta, R_\Sigma), \quad (13)$$

що є рекурентним і дозволяє

$$u_{N+1} = \varphi(u_N, A_T, \Theta, R_\Sigma), \quad u_{N+1} > u_N. \quad (14)$$

На кожному кроці рівень витрат для забезпечення потреб повинен зменшуватися доки не досягне гранично можливого за заданої ефективності виконання завдань та результатів, що очікуються:

$$A_T(\Theta, R_\Sigma, u_{N+1}) < A_T(\Theta, R_\Sigma, u_N). \quad (15)$$

Декомпозиція алгоритму управління призводить до такої схеми:

$$A_T \rightarrow Z^* \rightarrow V^* \rightarrow U, \quad (16)$$

де Z^* – мета управління;

V^* – конфігурація комунікаційної матриці;

U – розклад застосування сил і засобів СитРУК.

Визначення мети Z^* управління вирішується на основі інформації про потреби, стан середовища I_Θ , характеристик наявних сил та засобів I_R^0 та їх поточний стан $I_{R_\Sigma}^*$.

$$Z^* = \varphi_1(A_T, I_\Theta, I_{R_\Sigma}^*, I_R^0), \quad (11)$$

де $I_\Theta = D_\Theta(\Theta)$ – результати моніторингу стану середовища,

$I_{R_\Sigma}^* = D_R(R_\Sigma)$ – результати оцінювання

поточного стану наявних сил та засобів,

$$I_R^0 : \{ \langle R_i, C_i \rangle | i = \overline{1, M} \}, \quad R_i \in R_\Sigma,$$

$C_i = C_{Ti} \cup C_{Hi}$, i – підрозділ, C_T – нормативні характеристики засобів підрозділу, C_H – нормативні спроможності сил підрозділу,

$$C_T = \{ C_{Tl} \}, \quad l = \overline{1, K}; \quad C_H = \{ C_{Hj} \}, \quad j = \overline{1, N}.$$

Конкретна потреба визначає склад характеристик і спроможностей сил та засобів відповідного підрозділу

$$a \rightarrow (C_{Tik}, C_{Hin}), \quad k \in K, \quad n \in N. \quad (18)$$

У відповідності до потреб метою управління може бути організація складових СитРУК z_{org} (синтез), їх адаптація до змін середовища z_{ad} ,

реорганізація у разі неможливості задовольнити потреби z_{reorg} , синхронізація діяльності підсистем СитРУК z_{cc}

$$Z^* = (z_{or}, z_{ad}, z_{org}, z_{cc}). \quad (19)$$

На основі (2) та (12) задача синтезу може бути представлена таким чином:

$$z_{or} : \begin{cases} CA(A_T, S, \Theta) \rightarrow \max \\ Q(I, D, W, O) \rightarrow \text{extr} Q\{\bullet\} \end{cases} \quad (20)$$

На основі моделі оптимального розподілу ресурсів, що наведена в [19], пропонується така цільова функція забезпечення найбільшого ефекту СА в умовних одиницях від задоволення СитРУК потреб:

$$CA = \sum_{i=1}^n C_i G_i(t) - \sum_{i=1}^n D_i G_i(t) - \sum_j^m Z_j (1 - G_j(t)) \rightarrow \max \quad (21)$$

$$S_q > \sum_{i=1}^n UR_i + \sum_{j=1}^m UR_j, \quad (22)$$

де n – кількість потреб a_i ;

C_i – вартість ефекту від задоволення потреби,

m – кількість об'єктів прикриття;

D_i – витрати на задоволення потреби a_i ;

Z_j – вартість об'єкта прикриття;

S_q – сумарний ресурс q -ої підсистеми, $q \in \{Ex, Ds, Ac\}$;

UR_i – кількість ресурсів, необхідних для задоволення i -ої потреби (цільової діяльності);

UR_j – кількість ресурсів, необхідних для збереження j -го об'єкта;

$G(t)$ – індекс функціональної спроможності.

Використовуючи той факт, що чисельність ОБТ та особового складу ВФ взаємопов'язані і визначаються типом і військово-технічним рівнем ОБТ, характером і способами його застосування пропонується ввести поняття функціональної спроможності підрозділу виконати завдання – спроможність військового формування з поточного стану функціонування із заданою якістю вирішити визначений перелік завдань за своїм призначенням.

$$\Psi(\phi(t), Un(t)), \quad (23)$$

де $\phi(t)$ – функціональне призначення;

$$Un(t) = Un_T(t) \bigcup_{asoc} Un_H(t) - \text{ модель ВФ}$$

(підрозділу), де на основі механізму асоціації об'єднуються технічна (ОБТ) й організаційна (структура, особовий склад) складові підрозділу.

Чисельно функціональну спроможності пропонується визначати через індекс функціональної спроможності $G(t)$, що показує ступінь спроможності i -го підрозділу отримувати та виконувати завдання наявними силами H і засобами T на поточний момент часу t . Він є узагальненим показником, що утворюється такими складовими

$$G(t) = \omega_i(t)G_T(t), G_H(t), 0 \leq G \leq 1 \quad (24)$$

де показник $\omega_i(t)$ характеризує присутність i -го підрозділу в інфокомунікаційній мережі (можливість обміну інформацією та отримання управляючих команд);

$$\omega_i(t) = \{0,1\}, 1 - \text{присутній}, 0 - \text{відсутній};$$

$G_T(t)$, $G_H(t)$ – індекси відповідно технічної та організаційної спроможності.

Індекс технічної спроможності визначається як

$$G_T(t) = \prod_{i=1}^n (g_{Ti}(t))^{\eta_i}, g_{Ti}(t) = \frac{x_i(t)}{x_i^{\text{der}}}, \quad (25)$$

де $x_i(t)$ поточне значення i -ї функціональної властивості ОВТ або його ресурсу,

x_i^{der} – нормативне її значення,

$$0 < \eta_i < 1; \sum_{i=1}^n \eta_i = 1 - \text{коефіцієнти важливості}$$

часткових характеристик, що відображають ступінь їх впливу на бойові можливості зразка ОВТ.

Формула (25) визначає значення відносин поточної і нормативної характеристики зразка ОВТ з урахуванням коефіцієнтів важливості цих характеристик. Мультиплікативна форма показника обрана тому, що жодна часткова характеристика не може бути виключена без втрати функціональності зразка ОВТ.

Коефіцієнти важливості η_i , ($i = \overline{1, n}$) можуть бути визначені на основі моделювання процесів бойового застосування зразків ОВТ в типових умовах, або за допомогою експертів.

Індекс організаційної спроможності $G_H(t)$ характеризує здатність сил ВФ виконати заданий перелік завдань на визначений момент часу. Виходячи з [1] пропонується вважати, що організаційна структура спроможна виконувати завдання, якщо всі її структурні підрозділи мають структурну працездатність $G_H^S(t)$ та алгоритмічну спроможність $G_H^A(t)$ відносно цих завдань

$$G_H(t) = G_H^S(t)G_H^A(t), \quad (26)$$

$$\text{де: } G_H^S(t) = \begin{cases} \exists \min g_{Hj}(t), \forall j (g_{Hj}(t) \in g_{Hj}^d) \\ 0, \exists j (g_{Hj}(t) \notin g_{Hj}^d) \end{cases} \quad (27)$$

$$\{g_{Hj}^d\} = \left\{ g_{Hj}^d : \frac{h_j(t)}{h_j^{\text{der}}} \geq n_j^{\text{min}} \right\}.$$

У виразі (27) показана, що $G_H^S = \min g_{Hj}(t)$ за умови, що для всіх структурних складових підрозділу виконується вимога наявності мінімальної кількості особового складу (сил) в функціонально-робочому стані для виконання завдання. В інших випадках $G_H^S = 0$.

Алгоритмічна спроможність – це здатність особового складу виконати за визначений час штатними зразками ОВТ поставлені перед ними завдання:

$$G_H^A(t) = \begin{cases} 1 - \exp\left(-\frac{t_{\text{got}} - t}{t_{\text{potr}}}\right), t_{\text{potr}} < (t_{\text{got}} - t) \\ 0, t_{\text{potr}} > (t_{\text{got}} - t) \end{cases}, \quad (28)$$

де t_{got} – час готовності до застосування за призначенням,

t_{potr} – потрібний час для застосування за призначенням, $t_{\text{potr}} = t_{\text{zm}} + t_{\text{ca}}$,

t_{zm} – сумарний час на здійснення маршру протяжністю D_m зі швидкістю руху V_T , $t_{\text{zm}} = D_m \div V_T + t_{\text{zgot}} + t_{\text{rozg}}$,

t_{zgot} – час на згортання позиції, t_{rozg} – час на розгортання на позиції,

t_{ca} – бойовий цикл зразка ОВТ ВФ.

Виконання завдань можливе лише при умові

$$G(t) \geq G_{\text{ex}}, G_{\text{ex}} = \{G_{\text{ex}}\} \quad (29)$$

де G_{ex} – граничне значення спроможності виконання завдання відповідними силами і засобами, що може бути визначено на основі моделювання виконання завдань ВФ за призначенням в типових умовах.

Таким чином, визначення індексу функціональної спроможності дозволяє зробити аналіз спроможності організаційної структури і засобів ОВТ ВФ виконати перелік завдань за своїм призначенням. Подібні моделі можуть застосовуватися для оцінки спроможності підрозділів будь-якої ланки управління.

Оцінювання здійснюється на основі оперативної інформації, яка отримується в СЦОУ із заданою періодичністю.

При отриманні поточних даних індексу функціональної спроможності виникає можливість побудувати часовий ряд. За результатами його аналізу можливо спрогнозувати напрямок (тенденцію) подальшого розвитку спроможності підрозділу виконувати завдання та визначити

потребу в заходах адаптації або необхідності реорганізації підсистем СитРУК.

Тобто, на першому кроці виконання циклу СЦОУ $N=1$.

$$z_{or} : \forall G(t) \geq G_p, \quad (29)$$

Для циклів $N > 1$:

$$z_{cc} : \forall G(t) \geq G_p, \quad (30)$$

$$z_{ad} : \forall G(t) < G_p, G(t) \geq G_b, \quad (31)$$

$$z_{reorg} : \forall G(t) < G_b, \quad (32)$$

де індекс p визначає допустимі значення, індекс b – граничні значення.

Для розв'язання такої багатокритеріальної задачі оптимізації пропонується використовувати метод послідовних поступок. Для цього слід провести ранжирування часткових критеріїв відносно їх важливості. Розташуємо їх у порядку убутання O, I, D, W .

Рациональна структура може бути отримана при розв'язанні задачі оптимізації:

1) знайти $Q : \max O(Q)$;

2) знайти $I : \max I(Q)$ при умові $O(Q) \geq \max O(Q) - \Delta O$;

3) знайти $D : \max D(Q)$ при умові $O(Q) \geq \max O(Q) - \Delta O, I(Q) \geq \max I(Q) - \Delta I$;

4) знайти $W : \max W(Q)$ при умові $O(Q) \geq \max O(Q) - \Delta O, I(Q) \geq \max I(Q) - \Delta I, D(Q) \geq \max D(Q) - \Delta D$,

де $\Delta O, \Delta I, \Delta D$ – значення поступок критеріїв.

На основі (19) та результатів оцінювання функціональної спроможності наявних ВФ на засобах автоматизації СЦОУ визначається комунікаційна матриця V_q :

$$\{I_{UR}, I_{\Theta}, A_T\} \xrightarrow{U_q} V_q. \quad (34)$$

Тоді, $S_q = UR \times V_q$. Результатом синтезу є:

підсистема моніторингу

$$S_{Ex} = UR \times V_{Ex}, \quad (35)$$

підсистема автоматизації управління силами і засобами

$$S_{Ds} = UR \times V_{Ds}, \quad (36)$$

підсистема сил та засобів виконання активних дій (підсистема ураження (кінетичного, не кінетичного))

$$S_{Ac} = UR \times V_{Ac}. \quad (37)$$

Показник ефективності синтезу формально введемо як математичне очікування функції відповідності реальних результатів задоволення потреби її цілі f^{aj} :

$$E_S = M \left[f^{aj}(V_R, V_M) \right]. \quad (38)$$

де V_R – вектор параметрів результату задоволення потреби;

V_M – вектор параметрів мети задоволення потреби.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином, синтез СитРУК з наявних різнотипних, різної родової, видової, відомчої належності сил і засобів можливий на основі процесорного підходу (визначення основних процесів для реалізації потреб).

Інтеграція сил і засобів здійснюється поетапно. Інтеграція можлива за умови формування (розгортання) в зоні (районі) запобігання або ліквідації наслідків кризової ситуації інфокомунікаційної мережі.

Задача раціонального розподілу сил і засобів вирішується на підставі концепції оптимізації ефектів від застосування підсистем СитРУК.

Потребує додаткового дослідження узгодження форматів обміну даними в СЦОУ та складових СитРУК, розробки способів обробки інформації та її надання різнорідним користувачам.

Література

1. Даник Ю.Г. Національна безпека: запобігання критичним ситуаціям: монографія. / Даник Ю.Г., Катков Ю.І., Пічугін М.Ф. – Житомир: Рута, 2006. – 388 с.
 2. Зубков А.М. Удосконалення методичного апарату обґрунтування оперативного-тактичних вимог до зразків озброєння та військової техніки / А.М. Зубков, А.В. Д'яков, Є.С. Герасименко // Військово-технічний збірник, – 2014. – №1(10). – С. 32 – 40.
 3. Даник Ю.Г. Особливості розвитку та удосконалена класифікація розвідувально-ударних комплексів / Даник Ю.Г., Шестаков В.І. // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони, 2017. – №3(30), – С. 89-99.
 4. Даник Ю. Г. Особливості ведення бойових дій у

високоурбанізованих районах та шляхи зменшення втрат серед цивільного населення / Даник Ю. Г., Шестаков В. І. // Наука и оборона, 2018. – №4. С. 30-37.
 5. Сейдж Э. П. Оптимальное управление систематикой / Э. П. Сейдж, Ч. С. Уайт. - М.: Радио и связь, 1982. – 392 с.
 6. Моисеева Н. Н. Современное состояние теории исследования операций / под ред. Н. Н. Моисеева. - М.: Наука, 1979.-454 с.
 7. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. - М.: Радио и связь, 1993. - 320 с.
 8. Суrowикин С.В. Особенности организации управления межвидовой группировкой войск (сил) в интересах комплексной борьбы с противником / Суrowикин С.В., Кулешов Ю.В. // Военная

мысль, 2017. №8. – С.5-18. **9. Yu. Danyk.** Increase In The Efficiency Of Situational Control Systems By Forces And Means To Prevent From And Liquidate Crisis Situations / Yu. Danyk, V. Shestakov. // 2018 IEEE First International Conference on System Analysis & Intelligent Computing (SAIC). 08-12 October, 2018 Kyiv, Ukraine. **10. Загорка О.М.** До питання застосування розвідувально-ударних і розвідувально-вогневих комплексів у мережецентричній війні / Загорка О.М., Колесников В.О., Коваль В.В., Загорка І.О. // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України – 2012. – № 3(9).– С. 8–13. **11. Буренок В. М.** Военно-экономические и инновационные аспекты интеграции нетрадиционных видов оружия в состав системы вооружения / В. М. Буренок, А. В. Леонов, А. Ю. Пронин. – М.: Граница, 2014. - 238 с. **12. Диордица В. В.** Обоснование необходимости создания разведывательно-огневой системы ракетных войск и артиллерии / В. В. Диордица // Вестн. Воен. акад. Респ. Беларусь. - 2012. - № 4 (37). - С. 75-83. **13. Касинский В. А.** Определение боевого состава подсистемы поражения разведывательно-огневой системы ракетных войск и артиллерии оперативного объединения при подготовке операции / Касинский В. А., Диордица В. В. // Вестник военной академии Республики Беларусь №2 '2014. – С.36-45. **14. Даник Ю. Г.** Багатокритеріальні математичні моделі ситуаційного управління та самоорганізації у складних

інформаційних системах: монографія. / Ю. Г. Даник, О. О. Писарчук, К. О. Соколов, С. В. Чернишук, О. В. Лагодний, С. В. Тимчук, В. І. Шестаков. Житомир: ПП “Рута”, 2016. – 232 с. **15. Бобало Ю. А.** Моніторинг об’єктів в умовах апріорної невизначеності джерел інформації. Теорія та практика / авторський колектив Бобало Ю. Я., Даник Ю. Г., Комарова Л. О., Лук’янов О. О., Максимович В. М., Писарчук О. О., Ріппенбейн В. В., Смух Р. Т., Стогній В. С., Сторонський Ю. Б., Стрихалюк Б. М. – Дрогобич – Львів: Коло, 2014. – 252 с. **16. Дружинин В. В.** Вопросы военной системотехники. / Дружинин В. В., Конторов Д. С.– М. : Воениздат, 1997. – 224 с. **17. Крюков Н. П.** Основные факторы, закономерности и принципы, определяющие требования к реформированию Воздушных Сил Вооруженных Сил Украины // Вестник Военной Академии Республики Беларусь 2 '2014. С. 51-59. **18. Демидов Б.А.** Принципы и аспекты методического подхода к формированию оперативно-стратегических и оперативно-тактических требований к перспективной системе вооружения вооруженных сил государства и к ее структурным компонентам / Гриб Д.А., Демидов Б.А., Хмелевская О.А. // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України, 2013, № 2(11). С.29-34. **19. Литвак Б.Г.** Разработка управленческого решения. Литвак Б.Г. 3-е изд., испр. - М.: Дело, 2002. — 392 с

МЕТОДОЛОГИЯ СИНТЕЗА СИТУАЦИОННЫХ РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНО-УДАРНЫХ КОМПЛЕКСОВ

*Юрий Григорьевич Даник (доктор технических наук, профессор)¹
Валерий Иванович Шестаков (кандидат технических наук, доцент)²*

¹*Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина*
²*Государственный университет “Житомирская политехника”, Житомир, Украина*

В статье предложена методология синтеза ситуационного разведывательно-ударного комплекса. В основу методологии положена гипотеза, что любую сложную систему можно рассматривать как совокупность процессов по обеспечению потребностей. Интеграция составляющих комплекса осуществляется в матричный способ с помощью инфокоммуникационной сети. Конфигурацию и управление состоянием коммуникационной матрицы осуществляет специализированный центр оперативного управления.

Ключевые слова: синтез; ситуационный разведывательно-ударный комплекс; специализированный центр оперативного управления.

SYNTHESIS METHODOLOGY OF SITUATIONAL EDUCATIONAL-SHOCKING COMPLEXES

*Yurii Danyk (Doctor of Technical Sciences, Professor)¹
Valerii Shestakov (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor)²*

¹*National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine*
²*State University “Zhytomyr Polytechnic”, Zhytomyr, Ukraine*

This report deals with the methodology of synthesizing of situational surveillance and attack system assigned to ensure effective action in crisis situations. The basis of the method is the hypothesis that any complex system can be considered as a set of processes for needs supporting. Systems components integration is carried out in a matrix manner with the help of the infocommunication network. The Specialized Operations Center provides configuration and control of the communication matrix state.

Keywords: synthesis; situational surveillance and attack system; specialized operations center.

References

- 1. Danyk Yu. G.,** Katkov Yu.I., Pichugin M.F. (2006) National security: zapopigannya critical situations: monograph. [Natsional'na bezpeka: zapobihannya krytychnym sytuatsiyam: monohrafiya], Ruta, Zhytomyr, 388 p. **2. Zubkov A. M.,** Diakov A. V., Herasymenko Y. S. (2014) Improvement of methodological apparatus of reasoning tactical requirements for models of weapons and military equipment. [Udoskonalennya metodychnoho aparatu obgruntuvannya operatyvno-taktychnykh vymoh do zrazkiv ozbroynennya ta viys'kovoyi tekhniky], Vyiskovo-technical zbirnik, No.1 (10), pp. 32 - 40. **3. Danyk Yu. G.,** Shestakov V. I. (2017) Development Features And Improved Classification Of Situational Surveillance And Attack Systems. [Osoblyvosti rozvytku ta udoskonalena klasyfikatsiya rozviduval'no-udarnykh kompleksiv] Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defense, No.3 (30), pp. 89-99. **4. Danyk Yu. G.,** Shestakov V. I. (2018.) Especially in the high-urban areas of the middle of the civilized population. [Osoblyvosti vedennya boyovykh diy u vysokourbanizovanykh rayonakh ta shlyakhy zmenshennya vtrata sered tsyvil'noho naselennya], Science and Defense, No.4, pp. 30-37. **5. Sage A. P.,** Ch. S. White. (1982) Optimum systems control. Radio and communication, Moscow, 392 p. **6. Moiseeva N. N.** (1979) The current state of the theory of operations research. [Sovremennoye sostoyaniye teorii issledovaniya operatsiy], Science, Moscow, 454 p. **7. Saaty T.** (1993) Decision Making. Hierarchy Analysis Method. Radio and communication, Moscow, 320 p. **8. Surovikin S.V.,** Kuleshov Yu.V. (2017) Features of the organization of management of the interspecific grouping of troops (forces) in the interests of the integrated struggle against the enemy. [Osobennosti organizatsii upravleniya mezhvidovoy grupirovkoy voysk (sil) v interesakh kompleksnoy bor'by s protivnikom], Military Thought, No. 8, pp. 5-18. **9. Danyk Yu.,** Shestakov V. (2018) Increase In The Efficiency Of Situational Control Systems By Forces And Means To Prevent From And Liquidate Crisis Situations. IEEE First International Conference on System Analysis & Intelligent Computing (SAIC). 08-12 October, 2018 Kyiv, Ukraine. **10. Zagorka A.N.,** Kolesnikov I.O., Koval V.V., Zagorka I.A. (2012) To The Question Of Application Of Reconnaissance-Shock And Reconnaissance-Fire Complexes In Net Centric War. Science and Technology of the Air Force of Ukraine, No. 3 (9), pp. 8–13. **11. Burenok V.M.** (2014) Military-economic and innovative aspects of the integration of non-conventional types of weapons into the composition of the weapon system onov, A.Yu. Pronin.: Border, Moscow 238 p. **12. Diorditsa V.V.** (2012) Justification of the need to create a reconnaissance-fire system for rocket troops and artillery. [Obosnovaniye neobkhodimosti sozdaniya razvedyvatel'no-ogneyoy sistemy raketnykh voysk i artillerii], Bulletin Of Republic Belarus Military Academy, Vol. 4 (37), pp. 75-83. **13. Diorditsa V. V.,** Kasinsky V. A. (2014) Determination of the combat composition of the subsystem of destruction of the reconnaissance-fire system of the rocket forces and artillery of the operational association in the preparation of the operation. [Opredeleniye boyevogo sostava podsystemy porazheniya razvedyvatel'no-ogneyoy sistemy raketnykh voysk i artillerii operativnogo ob'yedineniya pri podgotovke operatsii], Bulletin Of Republic Belarus Military Academy, No. 2, pp. 36-45. **14. Danyk Yu. G.,** Pisarchuk O. O., Sokolov K. O., Chernishuk S. V., Lagodniy O. V., Timchuk S. V., Shestakov V. I. (2016) Bagatokriteriali mathematical models of situational control and self-organization in folding information systems: monograph. [Bahatokryterial'ni matematychni modeli sytuatsiynoho upravlinnya ta samoorhanizatsiyi u skladnykh informatsiynykh systemakh: monohrafiya.], Ruta, Zhytomyr, 232 p. **15. Bobalo Yu. Ya.,** Danyk Yu. G. and others. (2014) Monitoring of objects in conditions of prior uncertainty of information sources. Theory and practice [Monitorynh ob'yektiv v umovakh apriornoyi nevyznachenosti dzhewel informatsiyi. Teoriya ta praktyka], Kolo, Lviv, 252 p. **16. Druzhynyn V.V.,** Kontorov D.S (1997) Questions of military systems engineering. Voenizdat, Moscow, 224 p. **17. Kryukov N. P.** (2014) The main factors, laws and principles that determine the requirements for reforming the Air Force of the Armed Forces of Ukraine. [Osnovnyye faktory, zakonomernosti i printsipy, opredelyayushchiye trebovaniya k reformirovaniyu Vozdushnykh Sil Vooruzhennykh Sil Ukrainy], Bulletin Of Republic Belarus Military Academy, No. 2, pp. 51-59. **18. Grib D. A.,** Demidov B. A., Khmelevskaya O. A. (2013) Principles And Aspects Of Methodical Approach To The Formation Of War Strategy And War Tactical Requirements For Prospective Armament System Of The State Armed Forces And For Its Structural Components Science and Technology of the Air Force of Ukraine, No. 2 (11), pp. 29-34. **19. Litvak B.G.** (2002) Development of management decisions. Delo, Moscow, 392 p..