

УДК 330.132:623.618.5:355.488

С.П. Ярош

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ СТУПЕНЯ ВПЛИВУ ІНФОРМАЦІЙНИХ МЕРЕЖ НА ОРГАНІЗАЦІЮ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКАМИ В ЄДИНОМУ ІНФОРМАЦІЙНОМУ ПРОСТОРИ

*В статті на основі аналізу поглядів військових теоретиків запропоновані показники для оцінювання ступеня впливу інформаційних мереж на організацію управління військами в єдиному інформаційному просторі.*

**Ключові слова:** показник, мережецентричне управління, цінність мережі, бойові можливості.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Початок нинішнього, інформаційного століття характеризується підвищенням ролі перспективних інформаційних технологій і їх впровадженням у військову справу. Формування єдиного інформаційного простору, який дозволяє кожному учаснику бойових дій мати високий рівень ситуаційної поінформованості, підвищує якість взаємодії й рівень самосинхронізації, і як підсумок оперативність управління підпорядкованими силами й засобами, а також бойові можливості військових формувань, є актуальним завданням [15].

Разом з цим, на теперішній час, не було проведено достатньої кількості досліджень для розроблення методу оцінювання впливу інформаційних мереж на організацію управління військовими формуваннями в єдиному інформаційному просторі. Хоча саме наявність такого методу дозволила б або обґрунтовано визначати пріоритетні напрямки реформування системи управління Збройних Сил, або критикувати нові мережецентричні концепції.

**Аналіз літератури.** На сьогодні існують теорії, які можуть бути застосовані для оцінки ступеня впливу мережецентричності на організацію управління угрупованнями військ і сил. Серед найбільш відомих: теорія Джона Бойда "The OODA Loop", яка розкриває контур циклу управління [6, 13]; класична модель ситуаційної поінформованості Міка Ендслея "Situation Awareness", яка пояснює як взаємно залежать інформація, події й власні дії системи, і як вони впливають на існуючі й перспективні цілі й завдання цієї системи [17]; теорія складності Джеймса Моффата "Complexity Theory", яка аналізує множини можливих траєкторій системного розвитку, що каталогізує й пояснює класи поведінки, які формуються внаслідок участі інтелектуальних засобів у конфлікті, з урахуванням множини можливих станів систем [19]. Разом з тим дані розробки, хоча й містять пропозиції щодо деяких кількісних оцінок, по суті є описовими моделями. Вітчизняні вчені, такі як В.П. Городнов, Г.А. Дробаха, В.І. Ткаченко, також

мають ґрунтовні напрацювання щодо оцінювання впливу структури системи управління на бойові можливості військових формувань. Так в [5] узагальнена сукупність показників і критеріїв ефективності бойових дій, розкриті методики оцінки бойових можливостей військ (сил) ППО та системи ППО в цілому, але без врахування наявності єдиного інформаційного простору. В [13] основна увага приділяється розкриттю інформаційної моделі процесів підготовки й прийняття рішень в умовах невизначеності обстановки. І хоча авторами дослідження проводяться з урахуванням мережецентричної концепції управління військами (силами), але основний акцент зроблено на реалізації принципу рефлексивного управління.

Російські вчені більш активно займаються проблемою мережецентричного управління [1, 4, 8, 9]. В статті [1], генерального конструктора АСУ силових структур РФ Ю.В. Бородакія, розглядаються нові якості управління властиві мережецентричній архітектурі; в праці [4], видатного російського військового теоретика І.М. Воробйова в якості нової сфери бойового простору досліджується інформаційна сфера, при цьому велика увага приділяється комп'ютерним системам та мережам; в статті [8] автором розглянуті принципи вибору показників ефективності інформаційних мереж, які розгортаються на полі бою; в статті [9] А.Є. Кондратьєв, професор Академії воєнних наук РФ, робить висновок про відсутність методів кількісної оцінки впливу нової мережецентричної концепції управління на підвищення бойових можливостей та ефективність дій військ.

Першим кроком у розробці методу оцінювання впливу інформаційних мереж на організацію управління військовими формуваннями в єдиному інформаційному просторі має стати визначення відповідної системи показників.

**Метою статті** є визначення системи показників для оцінки ступеня впливу інформаційних мереж, що розгортаються, на організацію управління угрупованнями військ і сил в єдиному інформаційному просторі.

### Основний матеріал

Розглянемо більш докладно основні положення теорій, які наведені в аналізі літератури і спробуємо, спираючись на них, визначити якісні та кількісні показники, суттєві для організації мережецентричного управління.

В бою стрімке проходження циклу Бойда “спостереження – орієнтування – ухвалення рішення – дія” (СОРД – укр.), дає деякий вииграш у часі. Якщо

розглянути бій як серію таких циклів, стає очевидним, що з раз у раз накопичуючи цей вииграш, можна досягти стану, коли дії ворога остаточно перестануть відповідати швидко мінливій ситуації. Таким чином, випереджаючи ворога за циклом Бойда, з’являється можливість домогтися переваги й у підсумку здобути перемогу.

Використання єдиного інформаційного простору для організації управління військами дозволить домогтися істотного скорочення даного циклу (рис. 1).

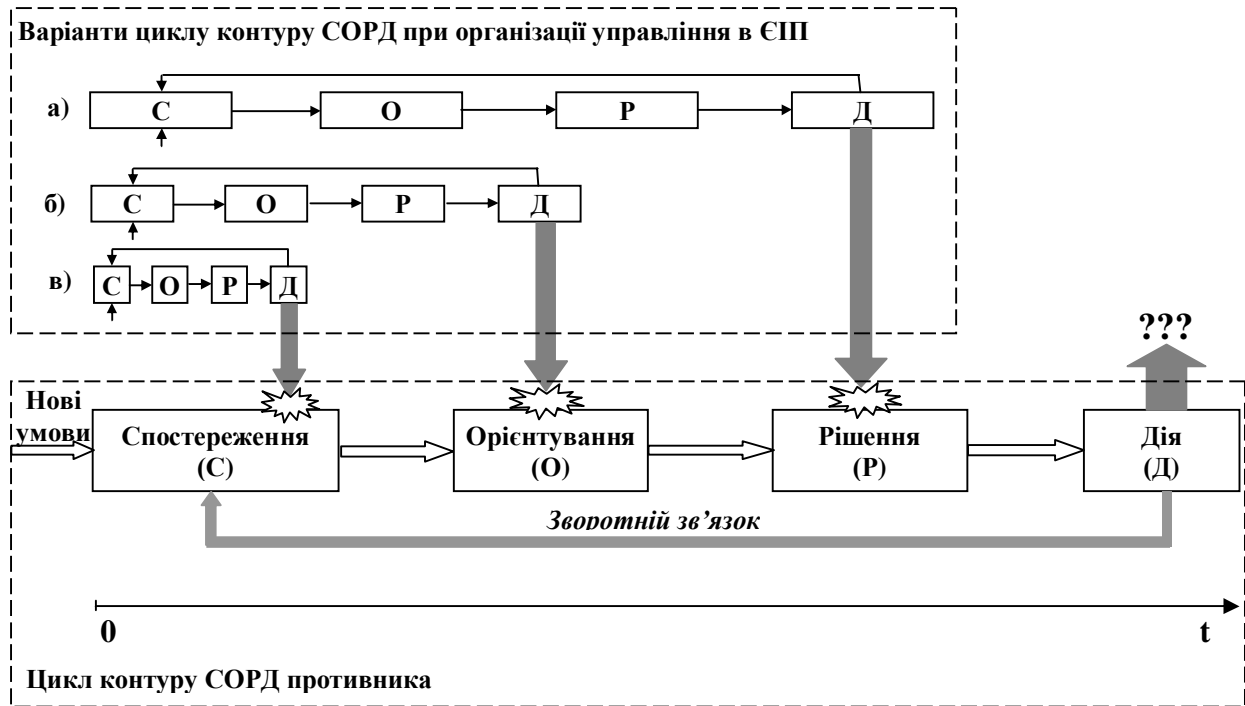


Рис. 1. Варіанти скорочення контуру циклу Бойда при управлінні в єдиному інформаційному просторі

Автор даної теорії заявляв, що фаза орієнтування циклу – найважливіша. Дійсно, якщо противник сприймає неправильні погрози або неправильно інтерпретує те, що відбувається в навколишнім середовищі, то він зорієнтує своє мислення (і сили) у неправильному напрямку й у підсумку прийме неправильне рішення.

Разом з тим чотири фази (спостереження, орієнтація, ухвалення рішення, дія) запропонованого Джоном Бойдом циклу можуть бути умовно розділені на дві частини. Перша – це три фази: спостереження, орієнтація, а також ухвалення рішення. Вони асоціюються зі збором, обробкою, аналізом і розподілом інформації. А на другу частину доводиться четверта фаза – “виконавча”, що співвідноситься з маневреністю формувань й застосуванням засобів поразки. Загалом, якщо необхідно підвищити ефективність контуру СОРД, то слід підвищити ефективність всіх чотирьох його фаз.

Сучасні мережецентричні концепції провідних країн спрямовані на створення розвідувально-управ-

ляючих інформаційних систем [14] шляхом об’єднання мережею компонентів, задіяних саме у фазах спостереження – орієнтація – ухвалення рішення і стосуються збору інформації, її обробки, аналізу, розподілу й підготовки ухвалення рішення.

Об’єднання мережею – це процес, через який відповідні фази контуру Джона Бойда можуть бути оптимізовані, а отже підвищиться швидкість ухвалення рішення й темп самої операції (бою).

Виходячи з вищевикладеного в якості загального та часткових показників для оцінки впливу мережецентричності на організацію управління можуть бути запропоновані: тривалість проходження циклу СОРД ( $T_{СОРД}$ ) та тривалість проходження його окремих його фаз

$$T_{НІ ДА} = T_N + T_I + T_D + T_A, \quad (1)$$

де  $T_C$ ,  $T_O$ ,  $T_P$ ,  $T_D$  – часи проходження фаз спостереження, орієнтації, ухвалення рішення та дії відповідно.

Ситуаційна поінформованість Ендслея створює первинну підставу для наступного ухвалення рі-

шення й забезпечення функціонування складних, динамічних систем в операції. На її найнижчому рівні оператор повинен відчувати відповідну інформацію (про середовище, систему, про себе тощо). Потім інтегрувати дані із заданою метою й на її найвищому рівні прогнозувати майбутні події й

стани системи, засновані на цьому розумінні [18].

Модель Ендслея (рис. 2) ілюструє декілька змінних, які можуть впливати на формування й підтримку ситуаційної поінформованості, включаючи людину, поставлені цілі й фактори навколишнього середовища [17].

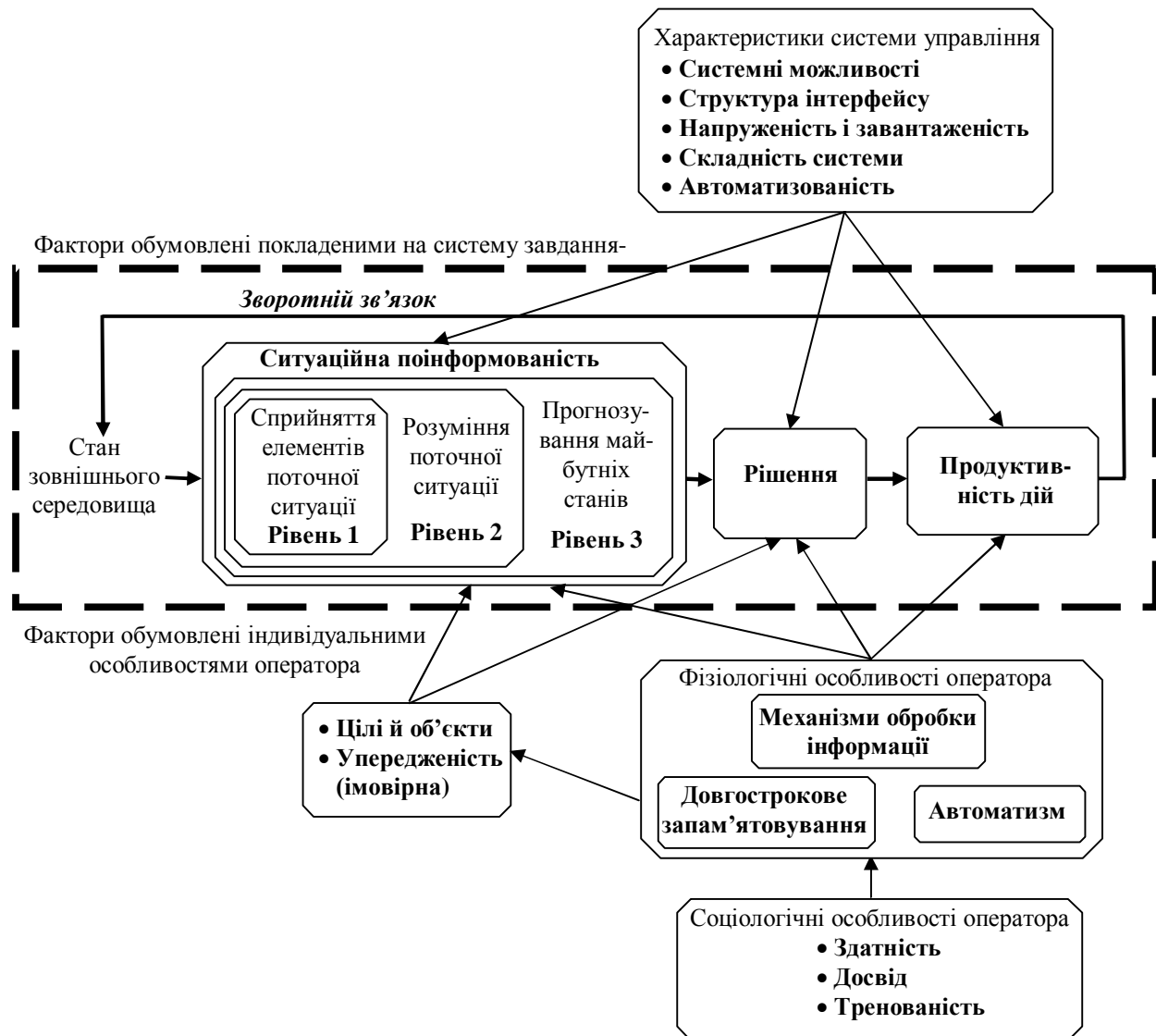


Рис. 2. Модель ситуаційної поінформованості М. Ендслея

На рис. 2 показано місце ситуаційної поінформованості в процесі досягнення мети операції. Стрілки, спрямовані на рисунку знизу вгору, позначають вплив індивідуальних особливостей оператора, а зверху вниз – характеристик системи на функціональні процеси операції. Під оператором розуміється в тому числі й особа, яка приймає рішення в процесі операції.

Ситуаційна поінформованість тісно пов'язана з циклом Бойда, а саме з фазами спостереження й орієнтування.

Маючи кращу ситуаційну поінформованість можна швидше пройти ці фази й тим самим отрима-

ти перевагу над противником. Втрата ж ситуаційної поінформованості може бути прирівняна до виходу з циклу Бойда.

Виходячи з моделі Ендслея, всі показники якості, що характеризують ситуаційну поінформованість можливо розбити на три групи:

- 1) показники, що характеризують оператора;
- 2) показники, що характеризують систему знань, доступну оператору;
- 3) показники, що характеризують систему управління, в якій оператор працює.

До першої групи показників можна віднести: навченість оператора, його досвід, тренуваність,

індивідуальні психофізичні особливості, що не є предметом даної статті. Вплив мереж на організацію управління може бути досліджений з використанням показників другої та третьої груп.

До другої групи відносяться такі показники:

– швидкість пошуку ( $V_n$ ), інтеграції ( $V_{in}$ ) та інтерпретування ( $V_{in}$ ) даних зібраних від середовища, іншими словами швидкість визначення контексту та значимості виявлених подій ( $V_{опер}$ )

$$V_{інт} = V_i + V_{з} + V_{з}; \quad (2)$$

– кількість складових ситуаційної поінформованості (в ідеалі вона повинна дорівнювати 4), в будь-який момент необхідно бути спроможним дати відповідь на 4 запитання: де, що, коли і з ким відбувається, іншими словами, необхідно постійно знати віддалення до місця подій, обсяг простору, який необхідно проаналізувати, відставання від реального часу, розмір суб'єкта, що аналізується;

- ступінь зашумленості даних;
- обсяг бази знань доступної оператору;
- швидкість доступу до баз знань.

Третя група показників включає:

– ступень розмитості представлення даних на екрані ( $W$ )

$$W = \frac{S_i}{S_A}, \quad (3)$$

де  $S_E$ ,  $S_O$  – площі екрану і об'єкта на ньому відповідно;

– релевантність ситуаційної поінформованості реальному стану речей ( $P_{СП}$ ), при цьому наявність зображення об'єктів з відеокамери у реальному масштабі часу зі звуком може бути прийнятою за 100 % релевантне. Далі в порядку погіршення релевантності можуть бути розставлені: зображення з відеокамери без звукового супроводження; відображення об'єктів в динаміці на цифровій карті місцевості завдяки встановленню на них навігаційного обладнання; отримання голосової інформації за наявності у оператора аерофото або розшифрованих космічних знімків зображення місцевості; теж саме за умови відсутності знімків; звичайна паперова карта.

Близьким до реального зображення, але отриманим з використанням мережецентричних методів управління може бути прийняте представлення ситуації з використанням негеографії. Відповідно до [7], негеографія – це новий принцип представлення локалізованої в просторі і в часі інформації, що відрізняється рядом характерних ознак:

– представленням інформації в єдиній (глобальній) геоцентричній системі координат, але не в картографічних проекціях;

– максимально можливим використанням для представлення географічного контексту місцевості не генералізованої векторної (картографічної) інформації,

але документальних даних дистанційного зондування, а також тривимірного представлення 3D-моделей будинків і споруд, динамічних об'єктів тощо;

– використанням механізму гіпертекстових посилань для забезпечення доступу до семантики (системи правил визначення поведінки окремих мовних конструкцій алгоритмічної мови [2]).

Неогеографія допускає відмовлення від характерного для картографії використання механізму проектування інформації на яку-небудь поверхню і представлення інформації в мінімально опосередкованому умовностями вигляді. Можливість забезпечення всеракурсності перегляду даних і довільної зміни детальності фактично означає можливість прямої циркуляції локалізованої в просторі та в часі інформації і по горизонталі, і по вертикалі ієрархічно організованих систем управління без утрати її детальності та без відриву від загальногеографічного контексту.

За думкою Моффата мережецентрична війна – це нова концепція війни, яка ґрунтується на поняттях нелінійності, складності та хаосу [19].

Основні положення теорії Моффата.

1. Рекомендації з управління військами відображаються на екрані ЕОМ. Вони засновані на використанні засобів моделювання бойових дій і використовуються при плануванні в умовах дефіциту часу, коли оперативне й обґрунтоване рішення приймається з максимальною напругою і зводиться до зіставлення варіантів зі зразком, отриманим у ході попереднього моделювання. Тобто для передбачення ефектів специфічної системної зміни використовується управління упередження.

2. Щоб належним чином управляти бойовою системою, кількість доступних станів, які може зайняти система управління, повинна безпосередньо відповідати розмаїтості станів бойової системи. Іншими словами система управління повинна бути відповідно складна.

3. Основна ідея полягає в тому, що велика кількість взаємодіючих модулів, поведінка яких регламентується невеликою кількістю простих правил або алгоритмів, може генерувати надзвичайно складну поведінку, яка відповідає надзвичайно великій кількості доступних станів, або кібернетичній системі складної конфігурації.

Інтерпретація ключових положень теорії складності в термінах військової поведінки концепції мережецентричної війни приведені в табл. 1 [19].

Характер війни для збройних сил майбутнього, що використовують концепцію мережецентричного управління, може бути визначений як самосинхронізація локальних бойових модулів у команди для досягнення певних цілей в умовах широкого спектра завдань і обмежень, що діють для всіх сил.

Таблиця 1

## Відношення між положеннями теорії складності і концепції мережецентричної війни

Теорія складності Моффата	Концепція мережецентричної війни
Нелінійна взаємодія	Бойові сили складаються з великої кількості нелінійно взаємодіючих частин
Децентралізоване управління	Немає ніякого головного “оракула”, який диктує дії кожній із сторін, що ведуть війну
Самоорганізація	Місцева дія, яка часто здається “хаотичною”, викликає довгостроковий стан
Нерівновагий стан	Військові конфлікти за своєю природою продовжуються в системі при перебуванні її в області далекій від стану рівноваги. Взаємозалежність (кореляція) місцевих ефектів є ключовою
Адаптація	Бойові сили повинні безперервно адаптуватися і одночасно еволюціонувати в середовищі, що змінюється
Колективістська динаміка	Є безперервний зворотний зв'язок між поведінкою сторін, що воюють, і структурою системи управління

Цей процес визначається здатністю сил, об'єднаних мережею, діяти як єдина система. Таку систему можна описати як слабозв'язану, що забезпечує одержання з екрана ПЕОМ зображення обстановки, доступної для модулів, контроль визначених їм завдань, за умови повного розуміння цілей і обмежень, встановлених вищестоящим командуванням. Це також підкреслює більш вільну взаємозалежність і несинхронні відносини між входами системи (наприклад, звіти з датчиків) і виходами системи

(наприклад, накази (розпорядження)). У цьому процесі інформація перетворюється в “загальнодоступне розуміння”, що доступно для усіх. Це веде до об'єднання модулів між собою, як тих, що є місцевими у фізичному сенсі, так і тих, що стають місцевими через інформаційну мережу або Інтранет (самосинхронізація). Це в динаміці приводить до поведінки на стадії становлення в бойовому просторі, як показано на рис. 3.

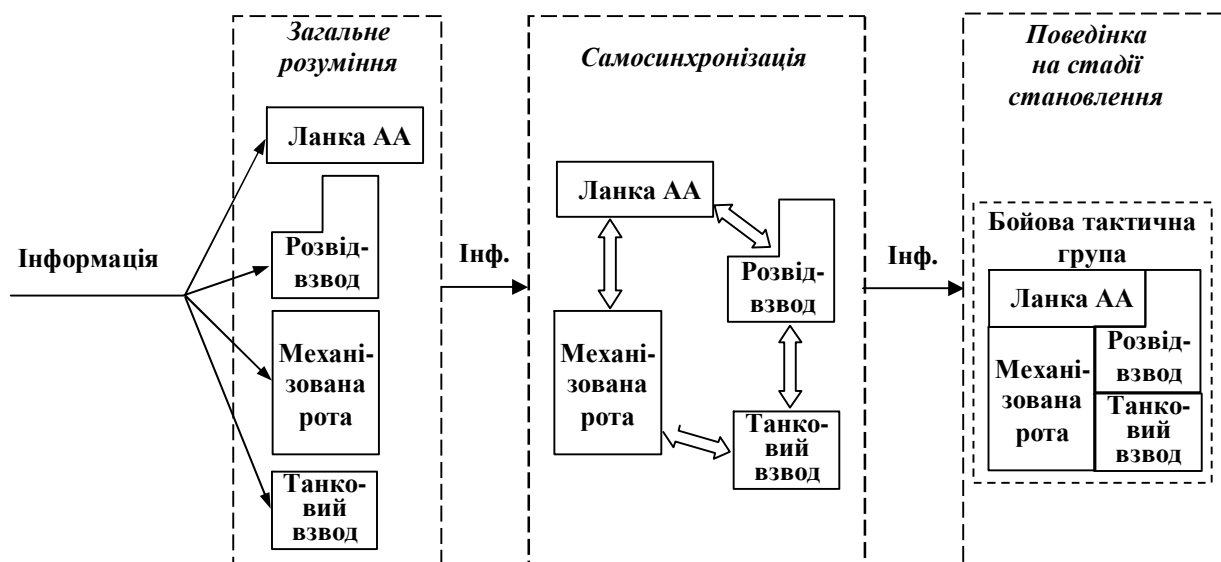


Рис. 3. Формування поведінки бойових модулів на стадії становлення на підставі інформації, яка надійшла

Ці ідеї дуже схожі на ідеї С.П. Курдюмова, який досліджував складні системи та їх самоорганізацію.

В своїй роботі [10], надрукованій до речі в 1994 році, він відзначає, що в тому випадку, коли параметр зовнішнього впливу відповідає власним пара-

метрам системи, яка самоорганізується, то має місце феномен резонансу. Тобто малим, але вірним зусиллям можливо побудувати складну організацію, за умови, що елементи системи попередньо правильно налаштовані. Правильна попередня налаштованість елементів системи і досягається ситуаційною поінформованістю.

Для оцінки ступеня впливу інформаційних мереж на організацію управління в єдиному інформаційному просторі з позиції теорії Моффата можуть бути запропоновані такі показники:

– для кількісного оцінювання вигоди взаємодії через мережу – повний час очікування з урахуванням позитивних і негативних ефектів мережевої взаємодії при командуванні та управлінні

$$T_{c,C} = \frac{T_c - t_m}{1 - g(C)} + t_m, \quad (4)$$

де  $T_c$  – повний час очікування вздовж критичного шляху, враховуючи позитивні ефекти взаємодії;

$\frac{1}{1 - g(C)}$  – штраф за інформаційне перевантаження

на критичному шляху;  $g(C)$  – функція для описання ефекту складності мережі;  $C$  – кількість мережних підключень;  $t_m$  – час телеметрування, час необхідний для переміщення бойового модуля (ланки літаків, корабля, бойової тактичної групи і т. ін.) до кінцевої області застосування;  $T_c - t_m$  – сумарний час затримок на обробку інформації в кожному вузлі на критичному шляху (рис. 4).

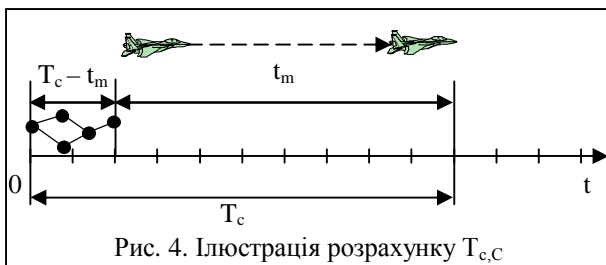


Рис. 4. Ілюстрація розрахунку  $T_{c,C}$

– для оцінювання децентралізованого управління – ймовірності слабого  $f(p)$  та сильного  $g(p)$  управління в залежності від ймовірності контролю над ділянкою області операції ( $p$ )

$$f(p) = p^2(4 - 4p + p^2); \quad (5)$$

$$g(p) = p^3(4 - 3p). \quad (6)$$

Якщо припустити, що операційна область представляє собою квадрат поділений на квадратні чарунки зі значно меншою стороною в загальній кількості  $A$ , а бойовий модуль займає  $B$  чарунок, то  $p = \frac{B}{A}$  – ймовірність того, що навмання обрана в операційній області чарунка знаходиться під контролем;

– для вимірювання невизначеності ситуації, в якій командир (командувач) здійснює управління впродовж всієї операції – ентропія операції

$$H(U_1, U_2, \dots, U_m) \leq \sum_{i=1}^m H(U_i), \quad (7)$$

де  $U_i$  – подія, яка описує дії противника в  $i$ -му циклі операції;  $m$  – кількість циклів операції;

– для оцінювання самоорганізації – розподіл імовірності створення кластерів бойових модулів розміру ( $S$ ), який відповідає екстремальному значенню імовірності здійснення переходу в даний стан ( $f_c$ )

$$P(S, f_0) = S^{-\tau} g \left( S(f_c - f_0)^{\frac{1}{\sigma}} \right), \quad (8)$$

де  $f_0$  – імовірність здійснення переходу системи у даний стан;  $\tau, \sigma$  – отримані експериментально параметри кластеризації;  $g(S)$  – функція масштабування, яка відстежує подію створення кластера кінцевого розміру;

– для оцінювання зворотного зв'язку між поведінкою сторін та структурою системи управління – коефіцієнт динаміки системи управління ( $K_d$ ) в операції

$$K_d = \frac{M_{\text{NO}}}{T_{\text{ITAO}}}, \quad (9)$$

де  $M_{\text{СУ}}$  – кількість змін структури системи управління в операції;  $T_{\text{опер}}$  – тривалість операції.

Переважаюча частина показників, запропонованих на основі аналізу відомих теорій, пов'язана з часом виконання тих або інших функцій і відповідно залежить від швидкості передачі інформації в мережах, які розгортаються на полі бою. На цю швидкість в свою чергу впливає якість та корисність даних мереж.

Для оцінювання якості мереж, які характеризують можливість виконання обраного оперативного (бойового) завдання, можуть бути використані такі показники: своєчасність передачі інформації в мережі; доступність мережі; захищеність від несанкціонованого доступу; інтероперабельність мережі (це спроможність мережі, інтерфейс якої повністю відкритий, взаємодіяти і функціонувати з іншими мережами без будь-яких обмежень доступу і реалізації [2]).

З урахуванням значення вказаних показників загальна характеристика якості мережі в залежності від покладених на неї завдань може бути оцінена методом Сааті [12].

З урахуванням проведеного аналізу можна зробити висновок, що суттєвий вплив на бойові можливості військових формувань при реалізації концепції мережецентричного управління має кількість абонентів мережі. Цінність мережі ( $S_m$ ) у залежності від кількості підключених абонентів ( $N$ ) визначається:

1) відповідно до закону Роберта Меткалфа (Robert Metcalfe) [11] прямо пропорційно половині квадрату чисельності зв'язків між користувачами цієї мережі з урахуванням того, що абонент сам до себе підключитися не може і всі абоненти пов'язані один з іншим

$$S_i = \frac{N^2 - N}{2}, \quad (10)$$

якщо врахувати той факт, що між абонентами встановлюється дуплексний зв'язок, то  $S_i = N^2 - N$ ;

2) відповідно до поглядів Ендрю Одлижко (Andrew Odlyzko) за логарифмічною формулою [16]

$$S_i = N \log(N); \quad (11)$$

3) відповідно до закону Девида Ріда (David Reed) різні за призначенням мережі мають різну цінність [11]:

– коли мережа на зразок телевізійної віщає щось абонентам, цінність її послуг зростає лінійно

$$S_i = N; \quad (12)$$

– коли ж мережа дає можливість окремим вузлам вступати в контакт один з одним, цінність зростає в квадратичній залежності

$$S_i = N^2; \quad (13)$$

– коли та ж сама мережа має у своєму розпорядженні засоби для створення її учасниками цілих груп, цінність зростає експоненціально

$$S_i = 2^N. \quad (14)$$

Формула (11) це дуже спрощена формула, яка сильно відрізняється від формули Меткалфа. Але вона дає максимально близьку до реальності оцінку збільшення корисності мережі. У реальних мережах, таких як Інтернет, задіюються далеко не всі потенційні зв'язки між вузлами.

Наприклад, якщо взяти дворазове зростання кількості користувачів, то закон Меткалфа видає ріст цінності мережі в чотири рази, а логарифмічна формула – усього в 2,1 рази. Як бачимо тут теж більш ніж дворазовий ріст, але це набагато більш реалістичний ріст.

Закон Ріда є логічним узагальненням закону Меткалфа. Різницю в наведених формулах можна наочно оцінити на порівняльному графіку (рис. 5).

Разом з тим цикл контуру СОРД, що містить чотири фази (спостереження, орієнтація, ухвалення рішення, дія), може бути представлений як система масового обслуговування, тому що командири повинні дочекатися відповіді від інших фаз і тільки потім розміщати засоби й діяти. У зв'язку з цим більш точною математичною моделлю (у порівнянні із законами Меткалфа, Одлижко та Ріда) для таких систем є другий закон Амдала [3].

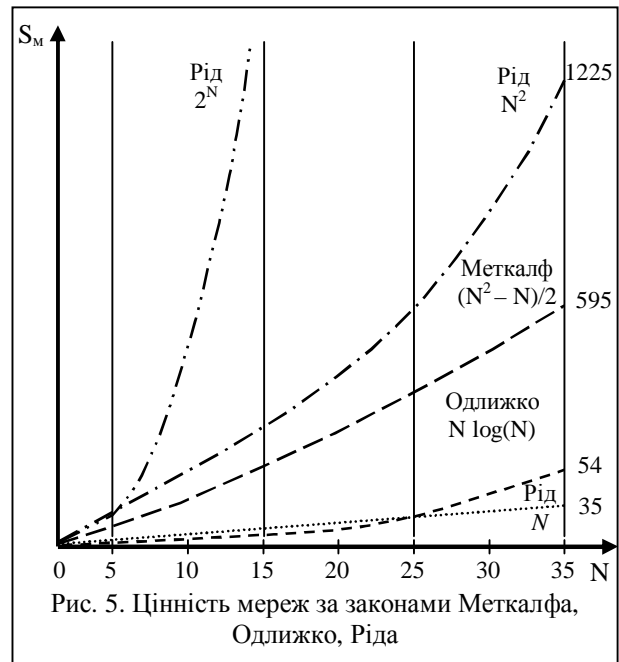


Рис. 5. Цінність мереж за законами Меткалфа, Одлижко, Ріда

Припустимо, що необхідно вирішити деяку обчислювальну задачу. Припустимо, що її алгоритм такий, що частка  $f$  від загального обсягу обчислень може бути отримана тільки послідовними розрахунками, а, відповідно, частка  $1 - f$  може бути розпаралелена ідеально (тобто час обчислення буде обернено пропорційним кількості задіяних вузлів  $N$ ).

Тоді прискорення, що може бути отримане на обчислювальній системі з  $N$  процесорів, у порівнянні з однопроцесорним рішенням, не буде перевищувати величини, обчисленої за формулою

$$S_i = \frac{1}{f + \frac{1-f}{N}}. \quad (15)$$

В табл. 2 показано, у скільки разів швидше буде виконаний алгоритм з часткою послідовних обчислень  $f$  при використанні  $N$  процесорів.

Таблиця 2

Цінність мережі за законом Амдала для різних ступенів розпаралелення процесу ( $f$ ) та кількості процесорів ( $N$ )

$f \backslash N$	2	20	200	2000	20 000
0,9	1,05	1,10	1,11	1,11	1,11
0,7	1,18	1,40	1,43	1,43	1,43
0,5	1,33	1,90	1,99	2,00	2,00
0,3	1,54	2,99	3,29	3,33	3,33
0,2	1,67	<b>4,17</b>	4,90	<b>4,99</b>	5,00
0,1	1,82	6,90	9,57	9,96	10,00
0	2	20	200	2000	20 000

З таблиці видно, що тільки алгоритм, який зовсім не містить послідовних обчислень ( $f = 0$ ), дозволяє одержати лінійний приріст продуктивності з ростом кількості обчислювачів у системі, але ніяк не квадратичним, як слідє із закону Меткалфа. Якщо частка послідовних обчислень в алгоритмі дорівнює 0,2, то збільшення кількості процесорів в 10 разів дає прискорення в 2,5 рази (ефективність 25%), а збільшення кількості процесорів в 1000 разів буде мати ефективність 30 %.

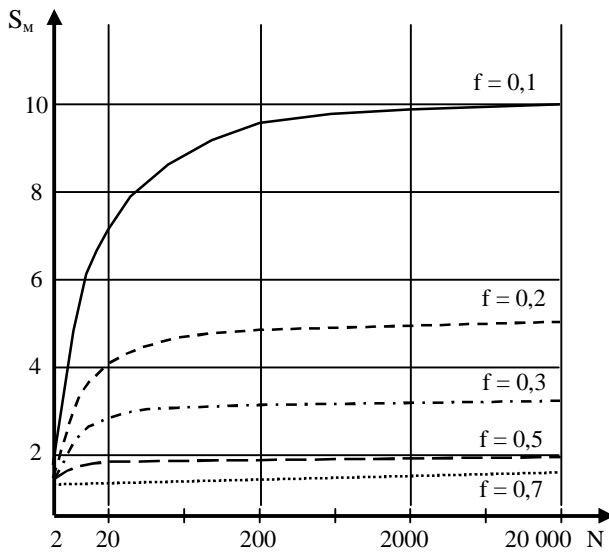


Рис. 6. Цінність мереж за законом Амдала

Таким чином, можна відзначити, що застосування класичних теорій Джона Бойда, Міка Ендслея та Джеймса Моффата для оцінки ступеня впливу інформаційних мереж на організацію управління військами в єдиному інформаційному просторі є одним з можливих шляхів розробки методу кількісної оцінки ефективності ведення бойових дій у єдиному інформаційному просторі через скорочення часу циклу управління, покращення ситуаційної поінформованості, рівня самосинхронізації та адаптованості військових формувань. Очевидно, що найбільший ефект такого роду заходів може бути досягнутий при забезпеченні ряду початкових умов, а саме:

- розгортання максимально можливої кількості ліній зв'язку й передачі даних (об'єднання всіх учасників операцій (бойових дій) у єдиному інформаційному просторі);
- максимізація можливостей розвідки (формування органів розвідки, прийняття на озброєння перспективних систем і комплексів розвідки побудованих на різних фізичних принципах);
- максимальне розпаралелювання обчислень (перехід до сервісорієнтованої архітектури мереж);
- мінімізація послідовних обчислень і дублюючих органів (створення розвідувально-управляючих інформаційних систем).

Найбільше прискорення роботи мережної архітектури (або ефективність мережі) може бути досягнуте при повному розпаралелюванні процесів обчислення.

У цьому випадку ефект мережі буде максимальним, що має лінійну залежність, тобто мережа буде мати гарні можливості по масштабованості (рис. 6).

Графіки залежності цінності мережі від кількості абонентів для розглянутих законів наведені на рис. 7.

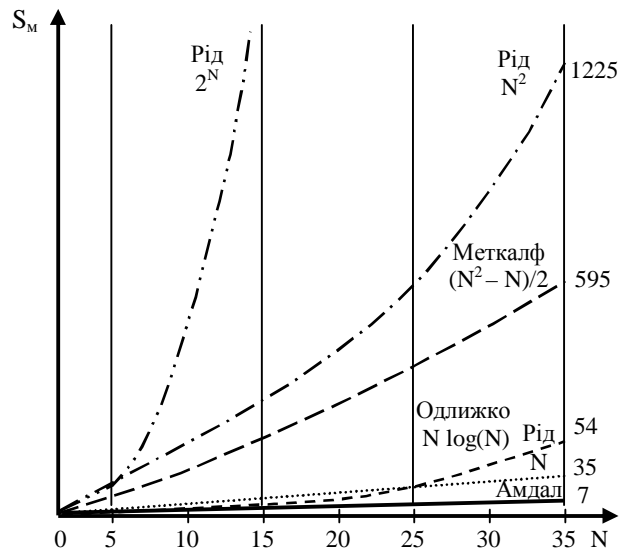


Рис. 7. Цінність мереж за законами Меткалфа, Одлижко, Ріда, Амдала

Можна припустити, що першим кроком у розробці методу оцінки впливу нових принципів управління на бойові можливості формувань є визначення відповідної системи показників для оцінки ступеня цінності інформації й мереж, що розгортаються на полі бою.

Хоча навіть у західних експертів немає точного уявлення як зв'язати внутрішню систему показників мережецентричних концепцій із зовнішньою (циклу ухвалення рішення) [9].

## Висновок

На основі проведеного аналізу в якості показників для оцінювання ступеня впливу інформаційних мереж на організацію управління військами в єдиному інформаційному просторі можуть бути запропоновані:

- час проходження циклу СОРД та окремих його фаз;
- швидкість визначення оператором контексту та значимості виявлених подій;
- розмірність ситуаційної поінформованості;
- обсяг бази знань доступної оператору;
- ймовірність відповідності ситуаційної поінформованості реальному світу;
- повний ефективний час очікування з урахуван-



ням позитивних і негативних ефектів мережевої взаємодії при командуванні та управлінні;

ймовірності слабого та сильного управління в залежності від імовірності контролю над ділянкою області операції;

ентропія операції;

розподіл імовірності створення кластерів бойових модулів заданого розміру;

коефіцієнт динаміки системи управління в операції.

Таким чином, можна зробити висновок, що зіставлення показників якості мережі, циклу Бойда, ситуаційної поінформованості Ендслея та теорії складності Моффата може бути корисним при розробці заходів: для загальної оцінки мережецентричних підходів до організації управління військами (силами); для оцінки впливу різних елементів “мережних сил” на бойові (оперативні) можливості формування; для обґрунтування інвестиційних рішень з реалізації мережних можливостей.

### Список літератури

1. Бородакий Ю.В. Развитие методологических основ построения информационно-управляющих систем военного назначения / Ю.В. Бородакий // Военная мысль. – М.: МО РФ, 2009. – № 6. – С. 33-41.
2. Вікіпедія. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ru.wikipedia.org/wiki/>.
3. Воеводин В.В. Параллельные вычисления / В.В. Воеводин, Вл.В. Воеводин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.
4. Воробьев И.Н. Тактика – искусство боя: учебник / И.Н. Воробьев. – М.: Общевойсковая академия ВС РФ, 2002. – 862 с.
5. Моделирование бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними (теорія, практика, історія розвитку): монографія / В.П. Городнов, Г.А. Дробаха та ін. – Х.: ХВУ, 2004. – 410 с.
6. Грин Р. 33 стратегии войны / Роберт Грин / пер. с англ. Е.Я. Мизуновой. – М.: РИПОЛ классик, 2007. – 672 с.
7. Еремченко Е.М. Анализ понятия Situational Awareness. – Сайт Неогеография. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.neogeography.ru/ru>.

8. Колесниченко В.И. Об оценке эффективности АСУ ВВС / В.И. Колесниченко // Военная мысль. – М.: МО РФ, 2004. – № 11. – С. 35-40.

9. Кондратьев А.Е. Проблемные вопросы исследования новых сетцентрических концепций вооруженных сил ведущих зарубежных стран / А.Е. Кондратьев // Военная мысль. – М.: МО РФ, 2009. – № 11. – С. 61-74.

10. Курдюмов С.П. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем / С.П. Курдюмов, Е.Н. Князева. – М.: Наука, 1994. – 236 с.

11. Рейнгольд Г. Умная толпа: новая социальная революция / Г. Рейнгольд: пер. с англ. А. Гарькавого. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2006. – 416 с.

12. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати: пер. Р. Г. Вачнадзе. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.

13. Теорія прийняття рішень органами військового управління: моногр. / В.І. Ткаченко, Є.Б. Смірнов та ін. / за ред. В.І. Ткаченка, Є.Б. Смірнова. – Х.: ХУПС, 2008. – 545 с.

14. Ярош С.П. Термінологічно-лінгвістичний аналіз терміна “розвідально-управляюча інформаційна система” / С.П. Ярош // Системи озброєння та військова техніка. – Х.: ХУПС, 2010. – № 3 (23). – С. 175-180.

15. Ярош С.П. Завдання дослідження та шляхи створення єдиного інформаційного простору при організації управління військами / С.П. Ярош // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – К.: НУ-ОУ, 2010. – № 3(9). – С. 34-41.

16. Briscoe B. Metcalfe's Law is Wrong / B. Briscoe, A. Odlyzko, B. Tilly // IEEE Spectrum, July 2006. – 4 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [Spectrum.ieee.org/computing/networks](http://Spectrum.ieee.org/computing/networks).

17. Endsley M.R., Garland D.J. Situation Awareness analysis and Measurement. – Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2000. – 24 p.

18. Endsley M.R. Measurement of situation awareness in dynamic systems // Human Factors, 1995. – № 3. – P. 65–84.

19. Moffat J. Complexity theory and network centric warfare / James Moffat / Washington : CCRP, 2003. – 333 p.

Надійшла до редколегії 9.11.2010

**Рецензент:** д-р військ. наук, проф. Г.А. Дробаха, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СЕТЕЙ НА ОРГАНИЗАЦИЮ УПРАВЛЕНИЯ ВОЙСКАМИ В ЕДИНОМ ИНФОРМАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ

С.П. Ярош

В статье на основе анализа взглядов военных теоретиков предложены показатели для оценивания степени влияния информационных сетей на организацию управления войсками в едином информационном пространстве.

**Ключевые слова:** показатель, сетцентрическое управление, ценность сети, боевые возможности.

### DEFINITION OF METRICS FOR THE ESTIMATION OF DEGREE OF INFLUENCE OF INFORMATION NETWORKS ON THE ORGANISATION OF CONTROL OF TROOPS IN THE SINGLE INFORMATION SPACE

S.P. Yarosh

In article on the basis of the analysis of sights of military theorists metrics for an estimation of degree of influence of information networks on the organisation of control of troops in a single information space are offered.

**Keywords:** metric, network centric control, value of a network, fighting possibilities.