

УДК 355.45:628.618.2

Г.А. Дробаха<sup>1</sup>, В.І. Ткаченко<sup>1</sup>, Є.Б. Смірнов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків,

<sup>2</sup>Об'єднаний науково-дослідний інститут Збройних Сил, Харків

## КОНЦЕПЦІЯ ПЛАНУВАННЯ СИТУАЦІЙ І СИТУАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ

*В статті розглядається концепція планування ситуацій та ситуаційного управління, яка з точки зору теорії прийняття рішень забезпечує нові умови роботи органів управління і передбачає отримання військами нових можливостей за рахунок досягнення єдності процесів прийняття рішень та їх реалізації*

*планування ситуаційного управління, прийняття рішень*

### Вступ

**Постановка проблеми.** Існуючу систему військового управління в Збройних Силах України можна охарактеризувати як архаїчною (з точки зору теорії прийняття рішень), недостатньо забезпеченою новітніми інформаційними технологіями (з точки зору теорії управління та кібернетики<sup>1</sup>). Існуюча у військах система підтримки прийняття військових рішень недосконала з причини невдалої реалізації принципових позицій самої теорії прийняття рішень. Авторитарність управління минулих часів залишила свій відбиток й на системі управління, особливо на тій, що має ієрархічну структуру підлеглих органів управління. Тому вона сьогодні й залишилася консервативною. Поодинокі нестандартні думки і намагання задіяти нові принципи управління в загальній ієрархії, з одного боку, не сприймаються певним колом керівного складу, а тому керування здійснюється за старими принципами та методами, а з іншого, низьке фінансове забезпечення наукових досліджень практично виключає широке застосування комп'ютерних технологій, розвиток яких, як відомо, завжди потребує значних витрат. А з цього можна сказати, що й пошук апробованих у світі але нових для України принципів управління, заснованих, наприклад, на апріорній оцінці ефективності рішень, що приймаються, не здійснюється. Часткові за призначенням розрахункові задачі перекладені з логарифмічної лінійки на комп'ютер, але вони ніколи не допоможуть командирові знайти одне єдине правильне рішення, яке забезпечить досягнення мети бойових дій, тому що не можуть відобразити вплив багатьох факторів, які визначають саме рішення.

<sup>1</sup> **Кібернетика** – наука про управління, зв'язок і переробку інформації. Основним об'єктом дослідження кібернетики є абстрактні кібернетичні системи: від комп'ютерів до людського мозку й людського суспільства. Залежно від області застосування окремо розрізняють військову кібернетику, яка має об'єктом дослідження військові інформаційні системи, системи підтримки прийняття рішень на всіх рівнях управління від солдата до органів управління стратегічного рівня з використанням новітніх технологій машинних процесів зберігання і переробки інформації.

Найбільш складною у Збройних Силах України сьогодні є система управління в Повітряних Силах, де реакція органів управління на зміни ситуації не повинна іноді перевищувати кілька секунд, хвилин. Тому у подальшому посилення у викладеному матеріалі буде здійснюватися саме на цю систему управління.

За підсумком слід відмітити, що в галузі військового управління, де формуються і приймаються військові, але стратегічні для держави рішення, постає проблема прогнозу результатів бойових дій, пошуку таких варіантів бойового застосування угруповань військ (сил), які б з меншими витратами ресурсного забезпечення дозволяли досягати поставленої мети бойових дій. Це обумовлює актуальність теми, що розглядається.

**Мета статті.** Розкрити зміст розроблених положень концепції планування ситуацій і ситуаційного управління, винести на обговорення шляхи поєднання вимог, що впливають з зазначеної концепції, з принципами її реалізації в практиці військового управління.

**Аналіз літератури.** В середині минулого століття склалася і отримала широке використання система методів прийняття рішень, яка сформульована у вигляді спеціальних наукових дисциплін, таких як дослідження операцій, системний аналіз, теорія активних систем, управління технічними системами та ін.. До кожної з них входить тою чи іншою частиною теорія прийняття рішень. До того ж, звичайно, в теорії дослідження операцій, як прикладної науки, застосовуються всі звісні наукові методи для вирішення специфічних проблем, які є основою для прийняття рішень органами управління.

В теоретичному плані сутність «прийняття рішення» має два визначення: широке і вузьке. У розширеному понятті це отожднюється із всім процесом управління [12]. У вузькому сенсі визначення «прийняття рішення» розуміється як вибір із множини альтернатив найкращого варіанту [9].

Багато авторів не погоджуються з вузьким визначенням цього поняття, рахуючи, що процес при-

йняття рішення не може обмежуватися лише вибором найкращого варіанту. Дійсно, зрозуміло, що невід'ємною частиною теорії прийняття управлінських рішень є і процес генерування, і процес обґрунтування альтернативних варіантів рішень [7, 8]. На жаль сьогодні згаданий процес у військовій сфері іноді перетворюється у механічне формування першого (і останнього) варіанта, якій і пропонується для вибору людині, що приймає рішення (ЛПР).

Треба підкреслити, що теорія дослідження операцій та інші науки про управління оперують частіше кількісними показниками, критеріями і оцінками. Але для прийняття рішень обмежуватися тільки кількісними показниками мабуть не можливо. Тому в рамках теорії прийняття рішень завжди розвивалися методи аналізу не тільки кількісної, але і якісної (некількісної) інформації, що значно розширює можливості органів управління при прийнятті ними рішень. К таким методам, наприклад, відносяться [7] методи експертного оцінювання, багатокритеріального аналізу, змістовного аналізу ситуацій<sup>2</sup> тощо.

В *концепції планування ситуацій і ситуаційно-го управління* військами (силами), яка відноситься до категорії теорії прийняття рішень та розвивається на базі ключових положень теорії ігор<sup>3</sup> і теорії управління, центральне місце займає принцип обґрунтування рішень на підставі моделювання ситуацій.

Найбільш зв'язними в галузі військового управління [7] є моделі з теорії ігор, відбиваючи конкретні ситуації і очікувані впливи (рішення) протиборчих сторін, моделі з теорії масового обслуговування, управління запасами, лінійного програмування, економічного аналізу та ін..

Професор Денніс Медоуз (США) у своїй монографії «Межі росту» дав дуже цікаве висловлення моделі. Він писав, що модель складної системи – це звичайно упорядкований набір уявлень про цю систему. Така модель менш складна, ніж об'єкт, що моделюється, але саме вона дозволяє керівнику краще розібратися в конкретній ситуації та знайти правильне рішення. Будь-яку модель для оцінки її відповідності об'єкту, необхідно перевіряти на повноту врахованих факторів, які впливають на розвиток процесів, що досліджуються. Дійсно, для кожної моделі існує своя межа довіри, за якою реалізуються принципи теорії управління, а прийняті рішення рахуються ефективними.

### Викладання основного матеріалу

В роботі ведеться мова в першу чергу про модель самого процесу прийняття рішення, до складу

якої звичайно входять і моделі ситуацій. Результати аналізу змодельованих ситуацій дозволяють керівнику приймати раціональні рішення з точки зору бажаної ефективності.

Характерною більш для військової сфери є перша частина концепції – «планування ситуацій». Невід'ємною особливістю процесу підготовки і прийняття рішення під час «планування ситуацій» є невизначеності, які прийнято розділяти на три класи [6]: невизначеності, що пов'язані з неповнотою знань про входні дані (обстановки, ситуації); неточність розуміння самої ситуації і ролі в ній ЛПР; невизначеність впливу зовнішнього середовища, розвитку обстановки і ситуації, коли буде реалізовуватися прийняте рішення.

В процесі усунення впливу вказаних невизначеностей одним із завдань органу управління є генерування якомога більше варіантів розвитку можливих ситуацій дій противника, в яких (в ситуаціях) передбачаються адекватні ним дії своїх військ. Ситуації входять до варіантів сценарію<sup>4</sup> розвитку воєнних дій: «якщо війська противника – так, тоді свої війська – так». Тому в основу концепції лягають об'єктивні вимоги практики військового управління, які співпадають з вимогами теорії ігор [5], а саме: визначення на всіх рівнях управління мети ведення бойових дій<sup>5</sup>, перевірка узгодженості цілей, вербально-кількісна оцінка досягнення кожної мети і формування стратегій ведення бойових дій (динаміки розвитку ситуацій), що і є варіантами майбутнього рішення, які досліджуються на етапі планування.

Алгоритми пошуку раціонального варіанту рішення в матриці виграшів сторін з теорії ігор мають на меті забезпечити пошук рівноваги гри. Як правило, ознакою знаходження рішення є виконання умов: повна інформованість сторін, для противника – мінімізація максимального виграшу, для своїх військ – максимізація мінімального програшу, при чому ніякій із сторін не вигідно змінювати обрану стратегію (класична рівновага Неша) [2, 3]. Але треба уявляти, що на етапі завчасної підготовки до бойових дій командири передбачають хід мислей протилежної сторони та моделюють її очікувані дії, сподіваючись, що цим займається і сама протилежна сторона. Цей процес називається рефлексією. При цьому істотне значення відіграє інформованість сторін про дії і стан противника. Міркування стосовно дій протилежної сторони в теорії ігор називається стратегічною рефлексією, а варіанти дій сторін – стратегіями.

<sup>2</sup> **Ситуація** (от пізналат. situation – положення), сполучення умов і обставин, що створюють певну обстановку, положення.

<sup>3</sup> **Теорія ігор** – розділ прикладної математики, що досліджує моделі прийняття рішень в умовах розбіжності інтересів сторін, коли кожна сторона прагне впливати на розвиток ситуації у власних інтересах

<sup>4</sup> **Сценарій** – сукупність величин, що характеризують початкову обстановку, сукупність правил та обмежень, яких повинні дотримуватися в діях органи управління (експерти) при прийнятті рішень в ході моделювання розвитку ситуацій

<sup>5</sup> Термін «**бойові дії**» в даній роботі передбачає загальне висловлення – «воєнні дії», що значне ширше, але суті концепції не змінює

Враховуючи наявність інформації, яку проти-лежна сторона не знає, але її передбачає, кожен з органів управління вибудовує власну структуру інформованості. Тому на рішення, що приймається, впливає невизначеність в структурах інформованості сторін.

На етапі планування бойових дій, коли невизначеність має високий рівень, пошук раціональних стратегій можна здійснювати з врахуванням інформаційної структури рефлексивної<sup>6</sup> гри. При цьому гра формально зводиться до деякої байесової гри, рішенням якої є рівновага Байєса-Неша [10]. Це дозволяє в рішенні врахувати структуру інформованості сторін про наміри противника та визначити ранг рефлексії. Для військового планування і управління в умовах значної невизначеності ранг рефлексії обмежується вибором варіантів введення противника в оману, що як би на деякий час розриває ланцюг взаємної інформованості. Аналогічні дії повинні передбачатися і з боку противника, що у свою чергу знову змінює ранг рефлексії. Це призводить до збільшення кількості варіантів ситуацій, які досліджуються. По завершенню генерації стратегій дій сторін, визначення структури їх інформованості, будується матриця вигравів дій сторін, в якій необхідно за допомогою відповідного алгоритму знайти той варіант стратегій, відхід від яких був би не вигідний обом сторонам.

В основу алгоритму пошуку таких раціональних стратегій покладають: метод виключення домінуючих стратегій, метод пошуку мінімакса і максіміну інтересів сторін, і, якщо в чистих стратегіях не вдається визначити в матриці, так звану, «сідлову точку», використовується метод змішаних стратегій, який дає можливість обрати стратегію з більшою імовірністю її застосування. Але треба підкреслити, що відповідно до [2, 3, 10] для некооперативних біматричних ігор з розгляданням антагоністичних стратегій шукана «сідлова точка» завжди має місце.

З військової точки зору концепція планування ситуацій і ситуаційного управління передбачатиме на практиці внесення змін в порядок формування пропозицій до рішення, що приймається, а також змін у перелік вихідних документів з планування бойових дій та порядок їх зберігання, обробки та використання інформації в них під час підготовки та ведення бойових дій.

Органи управління при підготовці пропозицій до рішення додатково до визначеного змісту роботи повинні за противника і свої війська:

формувати мету бойових дій на своєму рівні управління з вербально-кількісним описом (назва, опис показників і критеріїв її досягнення);

відповідно до мети ведення бойових дій корегувати цілі, що визначені на підлеглих рівнях управління, і навпаки, змінювати власно обрану мету задля досягнення мети бойових дій на старшому рівні управління;

генерувати варіанти (як правило, не менше двох за рід військ, рід авіації, спеціальні війська) розвитку обстановки за ситуаціями та стратегією досягнення мети й визначити момент здійснення заходів введення противника в оману (можливі заходи противника щодо введенню в оману наших військ та час їх застосування у динаміці бойових дій);

передбачати можливість і термін переходу сторін з стратегії на стратегію в ході ведення бойових дій;

знати, що в базі даних крім інформації з розроблених «штатних» керівних документів, зберігаються у визначеному форматі дані про всі ситуації щодо дій військ (сил) противника та за свої війська (карти, схеми, динаміка розвитку ситуацій, показники) з розрахованими показниками ефективності бойових дій (за ситуаціями);

передбачати після прийняття рішення відтворення (імітування) обстановки за ситуаціями у реальному часі для практичної підготовки органів управління і військ за кожною із стратегій, перехід на які можливий в ході ведення бойових дій.

Як при розробці, так і безпосередньо в процесі прийняття рішення не можна недооцінювати визначальну роль експертної інформації (її отримання і використання). Під час прийняття рішень можуть використовуватися незалежно декілька моделей, що описують з різних боків ситуацію, яка розглядається. Кінцеве рішення приймається на підставі співставлення результатів, одержаних з використанням різних моделей ситуацій, але вирішальне значення віддається мистецтву прийняття рішення. Найбільший ефект при прийнятті важливих управлінських рішень дає сполучення досвіду, знань, інтуїції, сучасних технологій вироблення і прийняття управлінських рішень.

При моделюванні процесів прийняття рішень необхідно чітко уявлення базисних елементів математичних моделей, якими є процедури та параметри, що створюють уявлення про:

- ситуації прийняття рішення;
- прогнозні сценарії розвитку обстановки, за якою готуються рішення;
- час для прийняття рішення;
- ресурси, необхідні для реалізації рішення;
- ресурси, якими володіє орган управління;
- сукупність керованих факторів;
- сукупність факторів, що не піддаються керуванню;
- закономірності взаємозалежності цих факторів;
- сукупність показників ефективності управління

<sup>6</sup> Рефлексивною є гра, в якій інформованість сторін не є загальним знанням і сторони приймають рішення на підставі ієрархії своїх уявлень

військами (силами) та їх бойової діяльності;

сукупність критеріїв оцінки ефективності;  
альтернативні варіанти рішень.

Необхідно усвідомити, що будь-яка використана в процесі прийняття рішення модель повинна бути адекватною ситуації, що розглядається.

А це означає, що модель повинна відповідати [7]:

структурі і властивостям об'єкта управління;  
особливостям і можливостям використаних методів моделювання та експериментів, що проводяться за допомогою моделей;

вимогам управлінського завдання, що вирішується.

Однак поряд з вимогами відповідності моделі об'єкту управління важливу роль відіграє вимога відповідності моделі суб'єкту управління, тобто системі цінностей і здібностей ЛПР, рівню володіння ЛПР необхідними професійними навиками роботи з сучасними управлінськими технологіями, стосовно довіри ЛПР результатам моделювання і правильного їх застосування в процесі прийняття рішення.

Відповідно [4] в моделях бойових дій в ході процесу формування рішень застосовуються імітаційні, аналітичні, комбіновані методи моделювання та методи стохастичного аналізу. Використання того або іншого методу залежить від багатьох умов, наприклад, наявності часу, необхідної точності результатів, рівня деталізації процесів в кожній ситуації, досліджуваної кількості факторів, можливості формалізації процесів в моделях та інше.

Необхідно зауважити, що одержані результати з використанням різних методів моделювання повинні знаходитися в межах припустимих погрішностей (тобто бути адекватними об'єкту дослідження), а також відображати однакові тенденції розвитку ситуацій, що досліджуються.

Будь-яка ситуація завжди умовна, бо вона складається лише при визначених умовах. Військове мистецтво вимагає таким чином планувати бойові дії, щоб створювати умови реалізації передбачених ситуацій і розвивати їх у відповідності із затвердженим планом.

Коли кажуть про військову справу як про мистецтво, мається на увазі саме процес підготовки і прийняття рішення та його основи – замислу бойових дій. Цей процес дуже складний, можна знати як грати в шахи, але ніколи не виграти, бо відсутні вміння формувати замисел дій і аналітично думати, реалізуючи цей замисел. Треба вміти розгадувати цілі противника і формувати цілі бойових дій своїх військ. Треба вміти передбачати стратегію дій противника і вибирати стратегію дій своїх військ. Треба вміти передбачати бойові завдання військ противника і ставити відповідні завдання своїм військам.

Процес формування цілей дій противника і від-

повідних до них цілей дій своїх військ сприяє формуванню загальної картини збройної боротьби яка складається з ситуацій, умови виникнення яких будуть намагатися забезпечити обидві протиборчі сторони.

Таким чином, при плануванні бойових дій, при прийнятті рішень вимагається створювати найбільш повну сукупність конфліктних ситуацій, які дадуть змогу знайти на етапі підготовки до бойових дій раціональні варіанти рішень, а на етапі управління бойовими діями своєчасно їх уточнювати і забезпечувати якісне управління військами (силами) в ході бойових дій. Це є одним з основних положень концепції, що розглядається.

У роботі [5] розкриті проблеми формалізації процесів формування органами управління цілей бойових дій, стратегій досягнення цілей і пошуку раціональних варіантів дій своїх військ. У той же час більш уваги доцільно приділяти питанням невизначеності ситуацій і порядку її врахування в рішенні, що приймається.

Апріорна неповнота і нечіткість вхідних даних про противника, про його стан, цілі, стратегії досягнення цілей, а також сам процес смислової обробки великих об'ємів різномірної інформації в ході прийняття рішень призводить до виникнення нечіткості цілей в діях своїх військ (сил), а також в стратегіях їх досягнення.

Задачі управління угрупованнями військ в умовах невизначеності відносяться до числа тих задач, які важко формалізуються. Це вимагає розвитку специфічних методів їх вирішення з залученням технологій штучного інтелекту, що і буде змістом ідей другої половини концепції – «ситуаційного управління».

Сьогодні одною з основних проблем в управлінні військами (силами) є те, що рішення, яке прийняте на етапі завчасної підготовки до бойових дій, повністю не використовується на етапі ведення бойових дій. Це пов'язується не тільки з тим, що противник може почати бойові дії не так, як передбачалося планом, не тими силами і ні з того напрямку, але й з тим, що відсутній задовільний порядок використання на цьому етапі управління всієї інформації, яка була накопичена під час планування. Причому та кількість ситуаційних варіантів ведення бойових дій, що розробляються за існуючою методикою, не дозволяє проводити взагалі порівняння спланованих ситуацій з тою, що складатиметься реально в ході ведення бойових дій.

Використання вимог існуючої концепції ситуаційного управління [11] дозволить знайти шляхи вирішення цієї проблеми. Виходячи з її ключових положень для кожної ситуації, що складається, існує обгрунтоване рішення з управління військами (силами), яке включає рішення щодо вибору дій своїх

військ, адекватних діям противника, вибір способу взаємодії своїх військ (сил), а також їх всебічне забезпечення в ході виконання бойових завдань. Рішення вище зазначеної проблеми передбачає розгортання бази знань про принципи і цілі функціонування угруповання військ (сил) в ході ведення бойових дій, про специфіку використання різних алгоритмів, про тактику дій сторін.

Із множини ситуацій, що може бути опрацьованою на етапі завчасної підготовки до бойових дій, органами управління шукаються раціональні стратегії дій противника і своїх військ. На базі визначеної кількості варіантів стратегій дій сторін обирається компромісний варіант [5], який буде основою для прийняття рішення і планування бойових дій. Решта пар стратегій дій противника і своїх військ з розрахунками показників ефективності в умовах невизначеності апріорно даватимуть перевагу одній із сторін, але при умові помилкового вибору стратегії протилежною стороною.

Тому весь перелік варіантів дій сторін повинен зберігатися у базі знань системи підтримки прийняття рішень з метою їх подальшого використання під час безпосереднього управління бойовими діями військ (сил).

Схема реалізації концепції планування ситуацій і ситуаційного управління показана на рис. 1.

Важливо те, що на початку бойових дій противник має першим визначити яку стратегію він буде застосовувати (він починає розіграш дій сторін). Обрана ним стратегія (якщо це не обманні дії) не може бути зміненою на протязі всього етапу ведення бойових дій. Передбачається, що органи управління своїх військ, використовуючи відповідні алгоритми, у поточних умовах зможуть розпізнавати стратегію дій противника, щоб за результатами завчасного планування знайти ту стратегію бойових дій своїх військ, яка має кращі апріорні значення показників ефективності, але на яку є можливість перейти за наявний час. В іншому випадку ведення бойових дій буде продовжено за завчасно обраним раціональним варіантом рішення.

Своєчасне розпізнавання замислу дій військ противника, його цілей, стратегій і завдань дозволить забезпечити (рис. 2) параметричне і структурне настроювання управлінських алгоритмів, модифікацію програми досягнення цілей своїх військ (сил), вибір стратегій їх дій, що відповідає процесу управління, а при необхідності й провести їх корегування.

Розпізнана стратегія дій противника у процесі функціонування системи дозволить зіставити результати її використання із результатами застосування стратегій дій своїх військ в матриці вигранів сторін, що розроблялася на етапі планування бойових дій. Це дає можливість поставити у відповідність поточній ситуації деяке рішення з управління

(управляючий вплив, програмно-алгоритмічну управляючу процедуру та ін.). Тоді ситуація, що визначається поточним станом як самого об'єкта, так і зовнішнього середовища (умови,  $A_i$ ,  $B_j$ ) і ідентифікована за допомогою відповідних інформаційно-вимірювальних засобів, може бути віднесена до тих ситуацій, для яких потрібне управління ( $C_{ij}$ ) вже рахується звисним.

Реалізувати концепцію планування ситуацій і ситуаційного управління можливо лише шляхом створення відповідної їй інтелектуальної системи управління, яка має вигляд, що показаний на рис. 2.

В даній структурі умовно розділені процеси планування і управління, але це лише для відокремлення процесів прийняття рішення органами управління на етапі підготовки до бойових дій і в ході ведення бойових дій, коли рішення приймаються безперервно але з врахуванням попередньо прийнятих рішень, досвіду управління ситуацією в залежності від умов обстановки і стану військ (поточних ситуацій).

Важливо відмітити, що головна архітектурна особливість інтелектуальної системи управління, яка її відрізняє від «традиційної» схеми, пов'язана з підключенням механізмів зберігання і обробки знань для реалізації здібностей щодо виконання потрібних функцій в неповнозаданих (або невизначених) умовах при випадковому характері зовнішніх змін.

До змін подібного характеру можуть відноситися непередбачені зміни цілей ведення бойових дій, стану і характеристик системи і об'єктів управління, параметрів зовнішнього середовища та ін. Крім того, склад системи при необхідності може доповнюватися засобами самонавчання, що забезпечує узагальнення накопиченого досвіду і, на цій основі, поповнення знань.

Об'єкт управління у загальному випадку має складну ієрархічну структуру функціонально-підпорядкованих систем. Ієрархія їх підпорядкування викликає декомпозицію вхідних цілей і завдань управління на рекурсивну послідовність вкладених складових.

В кінцевому підсумку такий розподіл передбачає багаторівневу організацію системи управління, яка має розвинуті інтелектуальні можливості щодо розпізнавання обстановки, формування (корегування) стратегії доцільної поведінки, планування послідовності дій, а також синтезу виконуваних команд і розпоряджень, які задовольняють заданим показникам якості. Алгоритми управління враховують результати прогнозу наслідків команд (розпоряджень) і тому в конкретній ситуації дозволяють накопичити знання щодо організації раціонального управління.

Головною відмінністю ієрархічної побудови систем управління складними динамічними

об'єктами є використання методів і технологій штучного інтелекту, які дозволяють врахувати вплив невизначеності зовнішнього середовища та інших

непередбачених факторів як на процес управління, так і на загальні результати бойового застосування військ (сил).

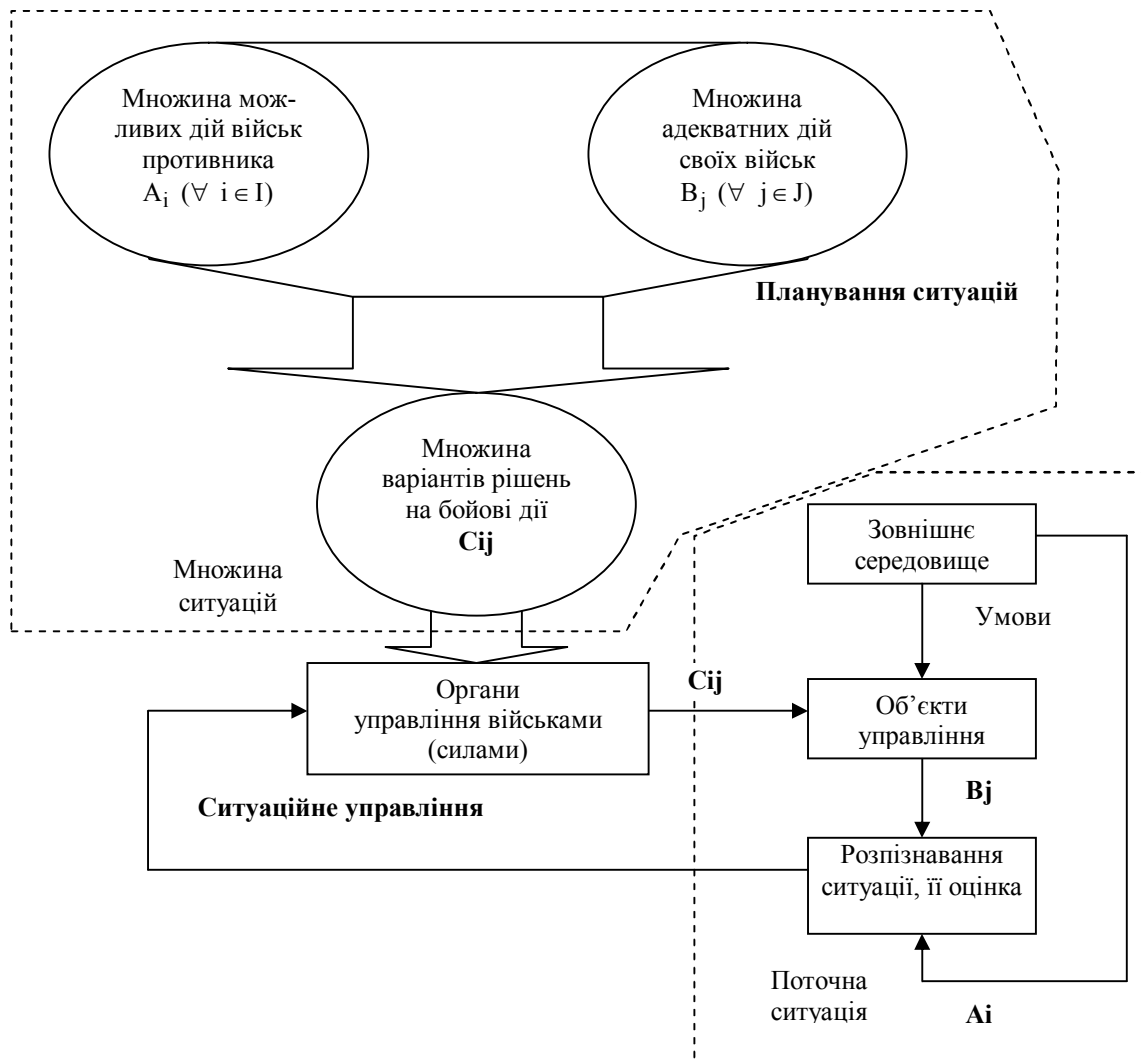


Рис. 1. Схема реалізації концепції планування ситуацій і ситуаційного управління

Практичне втілення цієї концепції передбачає вибіркоче використання технологій обробки знань в залежності від специфіки вирішуваних завдань, особливостей об'єктів управління, їх функціонального призначення, умов ведення бойових дій та ін.. Тобто на кожному ієрархічному рівні здійснюється відповідне функціональне наповнення завдань інтелектуального управління і планування.

Класична структура військових систем управління повинна передбачати стратегічний, оперативний і тактичний рівні управління, а також комплекс необхідних вимірально-інформаційних засобів. Необхідно додатково визначити виконавчий рівень з управління безпосередньо зброєю. Причому мова йде про функції органів управління ані про їх кількість. Якщо система управління дозволяє виконувати всі нижче наведені функції одним органом управління, то можна побудувати й дворівневу структуру управління, але сама нижча з них – сис-

тема управління зброєю залишається у будь-якому випадку. Тоді всі решта функцій передаються тому рівню управління, який залишився вище.

Тоді розподіл функцій між рівнями управління можливо здійснювати наступним чином.

*Стратегічний рівень управління* – визначення стратегічних форм воєнних дій, планування державного забезпечення воєнних дій, визначення мотивації і цілей воєнних дій.

*Оперативний рівень управління* – планування доцільної поведінки<sup>7</sup> дій своїх військ в залежності від прогнозованої поведінки військ противника.

*Тактичний рівень управління* – планування сукупності доцільних тактичних дій (частин, підрозділів) для дотримання заданої поведінки угруповання військ (сил).

<sup>7</sup> **Поведінка військ** (угруповання військ) – визначені вид і форма бойового застосування військ (угруповань військ), мета і стратегія досягнення мети бойового застосування військ

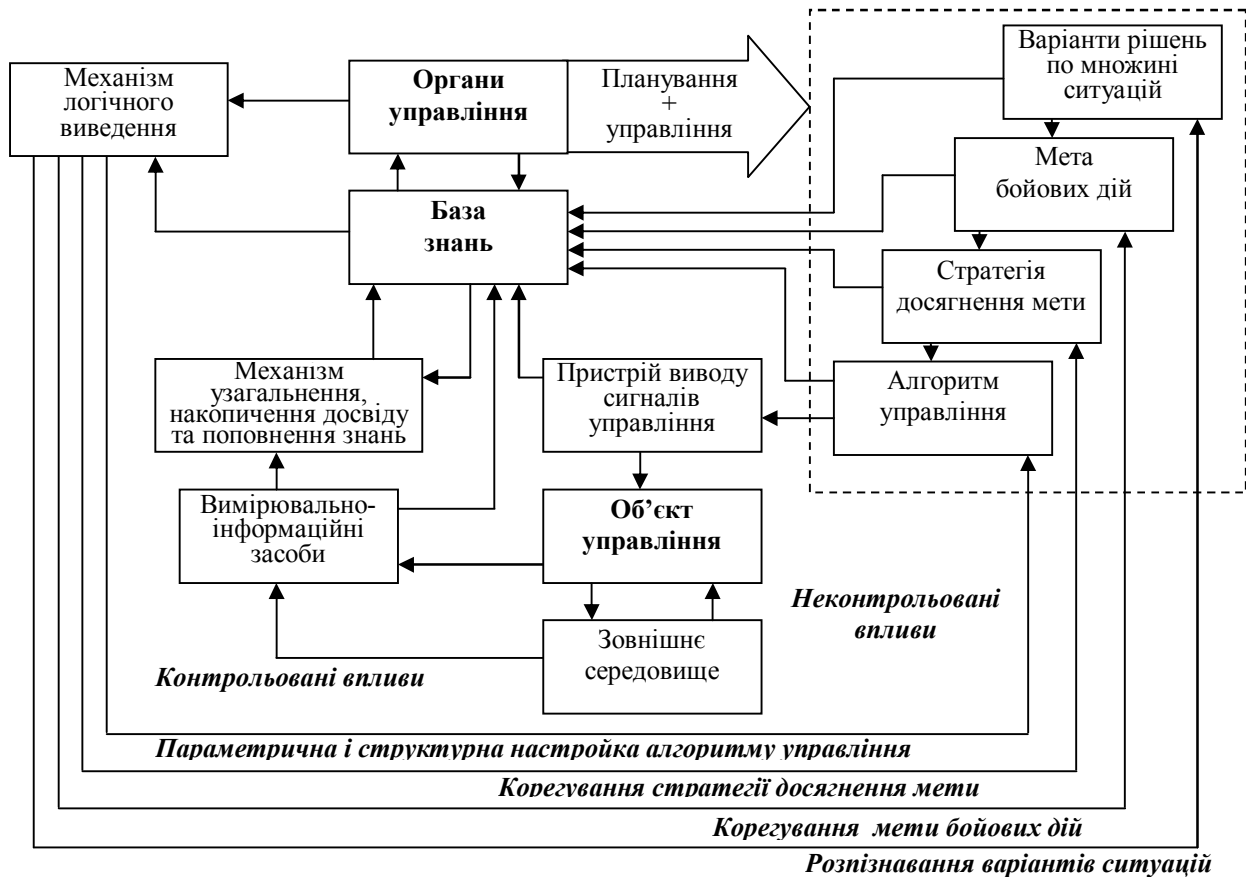


Рис. 2. Узагальнена структура інтелектуальної системи управління

Виконавчий рівень управління зброєю – забезпечення інваріантності застосування зброї і адаптивного управління нею в залежності від поставлених завдань і обстановки, що складається на полі бою.

Функціональне наповнення завдань за рівнями управління в першу чергу забезпечує визначення відповідних цілей кожного рівня управління, стратегій досягнення цих цілей. Можна створювати інші рівні управління, але на них функціональне наповнення буде дублюватися.

Інтелектуальні функції органів управління кожного рівня не повинні обмежуватися сприйняттям, розпізнаванням та моделюванням обстановки з послідовним формуванням варіантів раціональних рішень.

Функції повинні включати завдання забезпечення адекватності інформації, що сприймається органами управління, відповідати цілям ведення бойових дій на відповідному рівні управління, а також завданням достовірного відображення стану зовнішнього середовища (в тому числі оцінку дій противника), системі і об'єктам управління.

Відповідно [8] найбільш перспективними для створення інтелектуальних систем управління є чотири технології: експертних систем, асоціативної пам'яті, нечіткої логіки, нейронних мереж.

Технологія експертних систем має відмінну властивість – можливість роботи з формами явного

представлення знань, включаючи продукційні правила, предикати<sup>8</sup>, семантичні мережі і фреймообразні структури.

Яскраво виражена структурованість цих форм обумовлює застосування формалізованих логічних методів для аналізу й перетворення знань, а також виведення висновків по сукупності вхідних даних.

Останній процес зводиться до послідовного співставлення заданого опису початкового посилення з категоріями тої багаторівневої класифікації, яка закладена в наявній ієрархічній системі продукційних правил, семантичних мереж або інших уявлень.

На рис. 3 представлена схема реалізації принципів ситуаційного управління з врахуванням наявності бази знань, сформованих при плануванні ситуацій, і поточного досвіду ведення бойових дій.

Оперувати базою знань можливо, якщо машина буде «навчена» оцінювати фактори, якими характеризується обстановка в ситуаціях. За допомогою теорії нечітких множин [1] забезпечується можливість оброблення машиною даних щодо характеру змін ситуації, формування пропозиції ЛПР і логічних висновків для прийняття відповідних рішень.

<sup>8</sup> **Предикат** – це логічна функція від довільної кількості аргументів, яка приймає значення true (істина) або false (неправда) (1 або 0). Самі аргументи можуть приймати значення із довільної множини M, яке називається предметною галуззю.

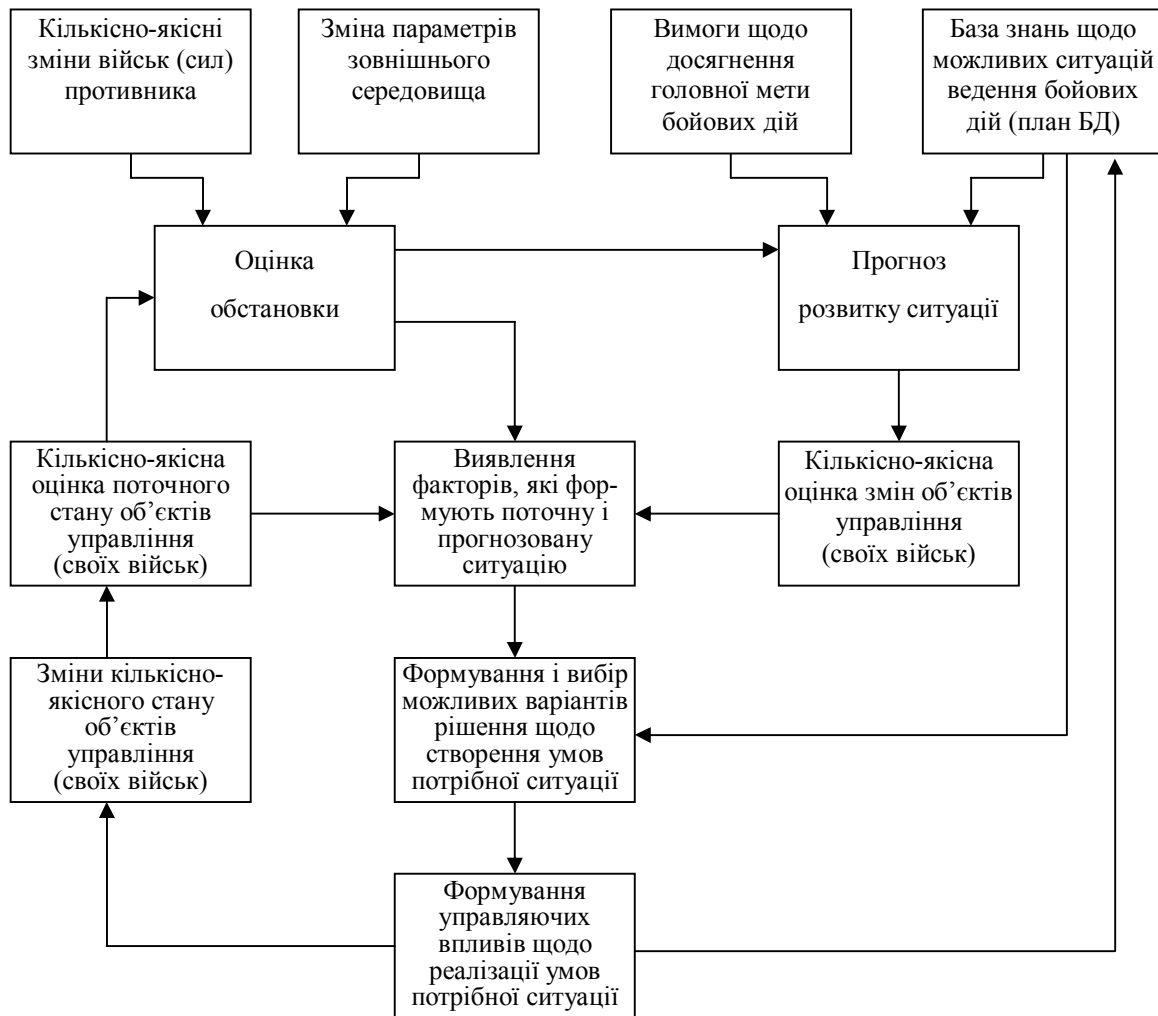


Рис. 3. Схема реалізації органами управління ситуаційного управління у ритмі їх роботи з використанням бази знань, що сформована при плануванні бойових дій (ситуацій) та за досвідом ведення бойових дій

До таких факторів, які відображають поточну і прогнозовану ситуацію при веденні бойових дій у повітрі, можна віднести (як приклад):

зразок озброєння і військової техніки (ОВТ) боездатний (не боездатний) і готовий (не готовий) до бойового застосування;

виявлена (не виявлена) повітряна ціль радіолокаційними засобами військ (сил);

сформована (не сформована) траса польоту цілі в системі управління військами (зброєю);

зв'язок між суб'єктами і об'єктами управління забезпечує (не забезпечує) виконання ними завдань за призначенням;

замисел дій протиборчої сторони розпізнаний (не розпізнаний, розпізнаний не в повному обсязі);

розпізнаний замисел дій протиборчої сторони співпадає (не співпадає, не повністю співпадає) з тим, що був закладений при плануванні;

розвідувальні дії сторін забезпечують (не забезпечують, недостатньо забезпечують) інформованість про стан, наміри протилежної сторони з визначеним рангом рефлексії;

замисел дій, закладена стратегія дій засобів повітряного нападу (ЗПН) має (не має) своє відображення в переліку повної групи стратегій, що розглядалися під час прийняття рішення;

пораження (не поражения) такої кількості ЗПН, яка не задовольняє (задовольняє) вимогам сторони, що нападає;

виявлення (не виявлення) і поражения (не поражения) в групі ЗПН «лідера», який формує відповідні умови розвитку ситуації за сторону, що нападає;

пораження (не поражения) засобів далекого радіолокаційного виявлення та управління;

вихід (не вихід) носіїв засобів поражения до об'єктів на рубежі виконання завдань;

пораження (не поражения) ЗПН в місцях їх базування;

пораження (не поражения) засобів повітряного нападу у повітрі;

пораження (не поражения) об'єктів, що прикриваються;

пораження (не поражения) об'єктів військового управління на землі;



подавлення (не подавлення) засобами РЕБ системи управління зброєю на ЗПН у повітрі;

подавлення (не подавлення) засобами РЕБ системи управління військами (зброєю) на землі;

обманні дії сторін щодо викривлення інформаційного забезпечення противника досягли мети (не досягли мети);

сили та засоби технічного забезпечення здатні (не здатні, обмежено здатні) забезпечити потреби військ;

сили та засоби тилового забезпечення здатні (не здатні, обмежено здатні) забезпечити потреби військ;

умови середовища, в якому розвивається ситуація, дозволяють (не дозволяють, не дозволяють у повному обсязі) сторонам використовувати свої бойові можливості;

поточна ситуація, що складається, має (не має) своє відображення у переліку пропозицій до рішення у базі знань;

система протиповітряної оборони слаба, сильна, достатня, не достатня з точки зору порівняння з можливостями і цілями противника та ін..

Кожен з факторів додатково характеризується відповідними показниками, які дають змогу за своїми значеннями фіксувати зміст фактора та його вплив на загальну характеристику поточної ситуації. Самим складним в цьому напрямку є як раз формалізований опис подібних факторів, кількість і зміст яких визначають повноту відображення ситуації, що розглядається.

Окремо необхідно визначити поняття важливості повітряних цілей і об'єктів прикриття. Важливість цілей і об'єктів, як і зазначені фактори описується за допомогою теорії нечітких множин. В кожному конкретному ударі одна і та ж ціль може набувати більшу або меншу важливість, аналогічно для об'єктів прикриття – наприклад, найбільш важливий об'єкт прикриття в конкретному ударі не планується противником для атаки, побудова удару буде організована в напрямку інших об'єктів, які в цих умовах будуть більш важливі.

В ході удару по мірі розвитку ситуації повітряні цілі за замислом повинні спрямовувати свої маршрути на ті об'єкти, які підлягають удару, тому рано чи пізно замисел удару стає відомим. Є розроблені алгоритми, які дозволяють розрахувати динамічну важливість цілей і об'єктів прикриття, на підставі чого прийматимуться відповідні рішення щодо використання тих чи інших стратегій бойового застосування військ (сил) й тим самим адекватним образом здійснюватиметься управління ними.

Динамічна важливість цілей це інтегрована у часі їх властивість, яка характеризується імовірністю того, що в конкретному ударі конкретна ціль буде виконувати розподілену за важливістю бойову

задачу щодо поразення розподіленого за важливістю об'єкту удару.

Динамічна важливість об'єкту прикриття це інтегрована у часі його властивість, яка характеризується імовірністю того, що в конкретному ударі конкретний об'єкт відіграє розподілену за важливістю роль та атакується розподіленими за важливістю цілями.

Дані визначення є суттю одного і того ж процесу – розпізнавання замислу бойових дій противника. Цей процес в динаміці описується нечіткими множинами, що характеризують ситуацію за просторовими параметрами угруповання повітряних цілей, за параметрами окремих цілей в ударі, за параметрами об'єктів удару та розташування військ (сил) протиповітряної оборони, по способах і тактичних прийомах застосування сил та засобів. Якщо буде знайдена так звана функція приналежності цих нечітких множин, можна говорити про вирішення специфічних задач з цими множинами.

Функцією приналежності таких нечітких множин для пошуку рішення з вибору стратегій бойового застосування військ (сил) є саме матриця динамічної важливості цілей і об'єктів прикриття. В даній матриці номери строк відповідають номерам цілей в ударі, а номери стовпців – номерам об'єктів прикриття. На перетині строк і стовпців знаходиться значення розрахованої у динаміці бойових дій імовірності того, що в даному ударі конкретно визначена ціль буде атакувати конкретний об'єкт прикриття, причому факт визначення пар «ціль-об'єкт прикриття» визначатиметься по максимуму імовірності атаки. В такому випадку можна знайти динамічну важливість цілей ( $V_{ц}$ ) і об'єктів прикриття ( $V_{оп}$ ) за відповідними формулами:

$$V_{цj} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m a_{ij}; \quad V_{опi} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij};$$

де  $m$  і  $n$  – кількість строк і стовпців в матриці відповідно.

Розпізнаний замисел дій противника (визначення пар «ціль-об'єкт удару») відображається значеннями розрахованого у динаміці бойових дій показника важливості цілей і об'єктів прикриття, що дає можливість сформулювати висновок щодо використання завчасно спланованих варіантів дій сторін з визначеними в даному випадку стратегіями з відповідними виграшами сторін.

Це один з блоків задач, що вирішуються в системі управління протиповітряною обороною. Дуже важливою задачею управління є процес централізованого розподілу повітряних цілей між угрупованнями військ (сил) протиповітряної оборони, між засобами ППО і авіації в кожному угрупованні, між вогневими каналами в середині зенітного ракетного комплексу, між вогневими засобами в зенітно-

артилерійській батареї підрозділів ППО сухопутних військ.

До сукупності нечітких множин в даній задачі відносяться множина значень просторових і часових параметрів подій поразення (пуску) конкретної цілі конкретним вогневим каналом, просторових і часових параметрів подій своєчасного централізованого розподілу конкретних цілей між конкретними угрупованнями військ (сил).

В даному випадку для цих нечітких множин функцією приналежності виступає просторова зона поразення, пуску, централізованого розподілу цілей, які описуються відповідними матрицями. На перетині строк (номери відповідають висоті польоту повітряної цілі) і стовпців (номери відповідають параметру цілі відносно координат вогневого засобу або координат центру управління) знаходяться значення розрахованої дальності для ближньої і дальньої апроксимованої зони, при досягненні ціллю якої очікується формування відповідного впливу з управління підлеглими за розробленим алгоритмом.

Змістом даного етапу управління є процес формування матриці централізованого розподілу цілей, яка представляє собою матрицю інцидентності, номери строк якої відповідають номерам цілей, а номери стовпців – номерам вогневих каналів засобів протиповітряної оборони. Матриця оптимізована звисними математичними методами і відповідає раціональному за ефективністю бойових дій рішенню з протиповітряної оборони.

Аналогічно вирішуються завдання планування вогневого поразення об'єктів противника з тою лише різницею, що сторони наступу і оборони міняються місцями.

Теорія нечітких множин і заснована на ній логіка дозволяють описувати неточні категорії, уявлення і знання, оперувати ними і робити відповідні висновки. Таким чином, з наведеного можна зробити декілька висновків:

концепція планування ситуацій і ситуаційного управління базується на наукових досягненнях теорії управління, прийняття рішень, дослідження операцій, теорії ігор і нечітких множин та по суті об'єднує їх наукові методи в галузі управління складними організаційно-технічними системами, в галузі військового управління, що для неї є новим;

практичні результати реалізації концепції планування ситуацій і ситуаційного управління у вигляді алгоритмів і матричного аналізу доцільно використовувати в системі підтримки і прийняття рішень перспективної АСУ авіації і протиповітряної оборони Збройних Сил України;

розроблення концепції планування ситуацій і ситуаційного управління є науковим результатом,

суть якого полягає у поєднанні методів прогнозу ефективності бойового застосування військ (сил) на етапі планування з методами поточного аналізу ситуацій та вироблення управляючих впливів підлеглим військам за результатами оптимізації заданої цільової функції;

практичний результат застосування концепції планування ситуацій і ситуаційного управління передбачається в тому, що рішення, які прийняті на етапі завчасної підготовки до бойових дій, накопичений досвід бойових дій зможуть використовуватися при управлінні військами в ході ведення бойових дій.

## Список літератури

1. Борисов А.Н., Алексеев А.В., Меркурьева Г.В., Слядзь Н.Н., Глушков В.И. *Обработка нечеткой информации в системах принятия решений.* – М.: Радио и связь, 1989. – 304 с.
2. Губко М.В., Новиков Д.А. *Теория игр в управлении организационными системами.* – М.: Синтег, 2002. – 148 с.
3. Данилов В.И. *Лекции по теории игр.* / КЛ / 2002 / 001. – М.: Российская экономическая школа, 2002. – 140 с.
4. Дробаха Г.А., Городнов В.П., Ермошин М.О., Смирнов С.Б., Ткаченко В.И. *Моделирование бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними (теорія, практика, історія розвитку): Монографія.* – Х.: ХВУ, 2004. – 409 с.
5. Дробаха Г.А., Ткаченко В.И., Смирнов С.Б. *Шляхи формалізації процесів багатокритеріальної оцінки в системі підтримки прийняття рішень // Системи озброєння і військова техніка.* – Х: ХУ ПС. – 2007 – Вип. 2 (10). – С. 3-11.
6. Герасимов Б.М., Дивизинюк М.М., Субач И.Ю. *Системы поддержки принятия решений: проектирование, применение, оценка эффективности: Монография.* – Севастополь: ИЦ СНИЯЭиП, 2004. – 320 с.
7. Литвак Б.Г. *Разработка управленческого решения: Учебник.* – 6-Е изд., испр. и доп. – М.: Дело, 2006. – 440 с.
8. Макаров И.М. *Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления / И.М. Макаров, В.М. Лохин, С.В. Манко, М.П. Романов / Под отв. ред. И.М. Макарова; Отделение информ. Технологий и вычислит. Систем РАН.* – М.: Наука, 2006. – 333 с.
9. Морз Ф.М., Кимбелл Дж.Е. *Методы исследования операций.* – М.: Сов. радио, 1956. – 308 с.
10. Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. *Рефлексивные игры.* – М.: СИНТЕГ, 2003. – 160 с.
11. Поспелов Д.А. *Ситуационное управление: теория и практика.* – М.: Наука, 1986. – 388 с.
12. Янг С. *Системное управление организацией.* – М.: Сов. радио, 1972. – 454 с.

Надійшла до редколегії 17.09.2007

**Рецензент:** д-р військ. наук, проф. І.О. Кириченко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.