

ПІДХІД ДО ФОРМАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКАМИ

Розглядається питання підходу до формалізації процесу управління військами в умовах сучасної гібридної війни з метою побудови математичної моделі оцінки ефективності системи управління військами при виконанні поставлених завдань для генерування її раціональної структури.

Кондратюк А.Г. Подход к формализации процесса оперативного управления войсками. Рассматривается подход к формализации процесса управления войсками в условиях современной гибридной войны с последующим построением математической модели оценки эффективности системы управления войсками при выполнении задач для генерации рациональной структуры системы.

A. Kondratiuk An approach to the formalization of the operational command and control of troops. An approach to the formalization of the operational command and control of troops in the conditions of a modern hybrid war is considered, followed by the construction of a mathematical model for assessing the effectiveness of the command and control system in performing tasks to generate a rational system structure.

Ключові слова: система управління військами, контур бойового управління, бойова одиниця, математична модель.

Постановка завдання в загальному вигляді.

В нових умовах потрібне реформування способів ведення бойових дій, а також організації підтримки військ на полі бою з урахуванням останніх досягнень в області інформаційних комунікацій. Це означає, що в комплексі заходів щодо забезпечення обороноздатності держави поряд з підтриманням високої бойової готовності військ пріоритетним напрямком є розвиток і вдосконалення системи військового управління. Сучасний стан управління в системах військового призначення є одним з головних показників бойової спроможності й бойової готовності збройних сил. Реальне співвідношення сил сторін конфлікту в ході бойових дій визначається не стільки потенційними, скільки реалізованими можливостями конфронтуючих угруповань, ступінь реалізації яких залежить від ефективності управління військами.

Існуючі сьогодні системи управління військами (СУВ) створювалися за типовим принципом централізованої ієрархічної управлінської структури Сухопутних військ. Цей підхід має певні недоліки, що в сучасних умовах призводить до низької ефективності використання системи управління в цілому, а саме: відсутність горизонтальних зв'язків між різними родами військ; низька швидкість проходження інформації між підрозділами одного рівня, що вимушені обмінюватися інформацією між собою через вищий рівень; вразливість всієї системи при ураженні верхнього рівня, великий час від моменту виявлення цілі до її ураження і т. д.

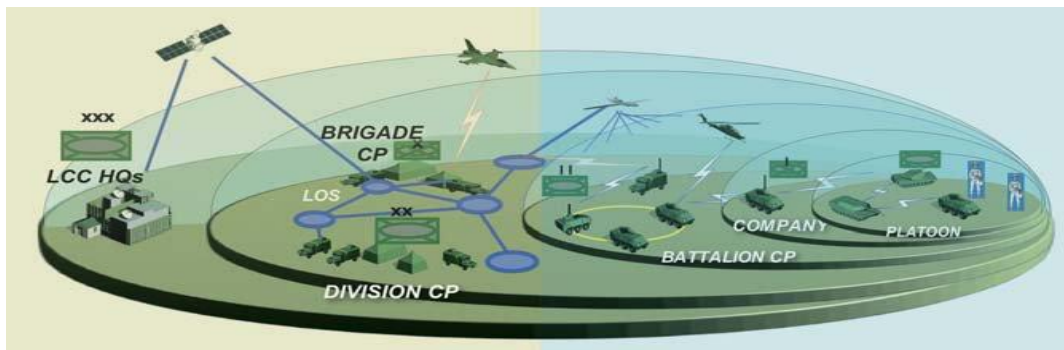


Рис.1 Сучасна система управління військами на тактичному рівні

Однією з оперативних цілей, що була визначена в Стратегічному оборонному бюлетені України [1], є створення ефективної системи оперативного (бойового) управління, зв'язку, розвідки та спостереження (С4ISR) [2], варіант побудови якої на тактичному рівні управління зображений на рис. 1. Перспективна система оперативного управління повинна

відповідати стандартам, доктринам і рекомендаціям НАТО. Отже, побудова нової СУВ – це вимога часу.

Аналіз останніх публікацій. Питання побудови та розвитку сучасних СУВ були висвітлені в концептуальних стратегічних документах на рівні держави: стратегії національної безпеки України [3] та Воєнній доктрині України [4], де наголошувалося на забезпеченні надійного управління військами (силами) в особливий період без перебудови та проведення масштабних організаційних заходів та впровадженні стандартів управління військами, прийнятих у державах – членах НАТО, із забезпеченням постійної готовності органів управління до виконання завдань, їх регулярних навчань і тренувань, а також децентралізованого стилю управління.

Аналіз впровадження систем управління військами в провідних країнах світу показав, що в галузі розробок систем управління воєнного призначення в світі накопичений досить значний досвід, згідно якого вдосконалення СУВ повинно базуватися на застосуванні новітніх методів управління, впровадженні сучасних ІТ-технологій, які реалізують концепцію інтегрованого інформаційного середовища, застосовують сучасні методи оперативного аналізу інформації та підтримки процесів прийняття рішень [5, 6].

Побудова нової СУВ з урахуванням досвіду проведення антитерористичної операції (гібридної війни) – це кропіткий процес, однією зі складових частин якого є попереднє визначення ефективності розробленої СУВ, що неможливо без розробки адекватної математичної моделі цієї системи. На розробку вищезазначеної моделі впливають багато чинників: велика кількість різних типів елементів; динамічний характер зміни станів об'єктів управління; ймовірнісний характер появи різнопланових ситуацій та динамічно змінна цільова функція для об'єкта управління. Крім того, оцінка адекватності моделі реальному об'єкту, що оцінюється згідно близькості результатів розрахунків з експериментальними даними також є проблематичною, оскільки вимагає повномасштабного застосування СУВ. У цьому напрямку відомі роботи науковців І. Котенка, А. Рунєєва, Г. Поспелова, П. Алтухова, С. Дружиніна, Б. Герасимова, Л. Бондаренка, О. Василенка, Л. Артюшина, Ю. Зіатдинова, І. Попова, А. Харченка, П. Стужука та інших [7 – 9]. На підставі аналізу цих робіт можемо зробити висновок про **актуальність** вирішення задачі формалізації процесу управління військами, що забезпечує, в першу чергу, адекватність збігу моделі системи відносно мети моделювання.

Метою статті є дослідження підходу щодо формалізації процесу управління військами з метою визначення оцінки його ефективності, що в подальшому буде використано для генерації раціональної структури СУВ.

Виклад основного матеріалу дослідження. В процесі організації управління військами важливе значення займає оперативність. Оперативність є однією з найважливіших вимог, що витікає із закону відповідності потрібного часу й часу, що є в розпорядженні при вирішенні задач управління [7]. Отже, побудова математичної моделі управління буде ґрунтуватися на врахуванні часових показників функціонування СУВ при вирішенні конкретних задач. У процесі бойового застосування військ завжди присутні наступні етапи: виявлення (ідентифікація) цілі, прийняття рішення на знищення цілі, застосування засобів ураження (ЗУ), оцінка результатів застосування ЗУ. Зазначені етапи утворюють контур бойового управління (КБУ), що однозначно визначається цілями і доступними ЗУ та займає в загальному вигляді час $T_{\text{КБУ}}$ і складається з наступних часових показників:

$$T_{\text{КБУ}} = T_{\text{ВЦ}} + T_{\text{ПР}} + T_{\text{ЗУ}} + T_{\text{ОЦ}} + T_{\text{ПЕР}},$$

де $T_{\text{ВЦ}}$ – час необхідний для виявлення (ідентифікації) цілі;

$T_{\text{ПР}}$ – час потрібний для прийняття рішення на знищення цілі;

$T_{\text{ЗУ}}$ – час наведення на ціль та застосування ЗУ;

$T_{\text{ОЦ}}$ – час оцінки результатів застосування ЗУ;

$T_{\text{ПЕР}}$ – час необхідний для передачі інформації та сигналів управління в СУВ.

Для використання математичних моделей як методу дослідження й аналізу складних процесів, що функціонують в середині СУВ необхідно, насамперед, „правильно”

структурувати процес, використовуючи принципи „цілеобумовленості”, цілісності й складності. Вони вимагають спрощення досліджуваного об’єкта до такого рівня, на якому об’єкт ще зберігає свої істотні властивості. Усе це робить актуальним розв’язок завдання формалізації процесу управління військами, що забезпечує, у першу чергу, адекватність збігу моделі системі, що підлягає моделюванню, відносно мети моделювання.

Загальне завдання СУВ можна сформулювати в такий спосіб: застосування наявних засобів ураження (ЗУ) по виявлених цілях супротивника (Ц), у результаті якого досягається максимум знищених цілей при мінімальних втратах ЗУ. Це завдання є завданням оптимального цілерозподілу множини ЗУ $R = R_i \prod_{i=1}^N$ на множини цілей $Z = Z_k \prod_{k=1}^M$ на заданій множині сценаріїв бойових дій $S = S_j \prod_{j=1}^L$.

Можливість визначити кращий і гірший сценарій бойових дій на заданій множині сценаріїв S з використанням конкретної математичної моделі, а також зрівняти розрахунки з експериментальними даними бойового застосування, дозволяє зробити висновок про адекватність математичної моделі.

Кожний S_j сценарій бойових дій деталізуємо до рівня обробки інформації, на якому можна визначити час виконання k -етапу i -задачі t_{ik}

$$t_i = \prod_{k=1}^{K_i} t_{ik},$$

та записати для кожної задачі граф її виконання G_i .

Для побудови математичної моделі СУВ необхідно врахувати максимально можливу кількість задач з множини сценаріїв S , що будуть вирішуватися системою, тобто визначити множини графів рішення задач $G_i \prod_{i=1}^N$. Зазначимо, що в даному випадку G_i граф рішення бойової задачі є не чим іншим, як варіантом конкретного КБУ при виконанні даної задачі (рис. 2.). Якщо неможливо точно визначити час виконання k -етапу i -задачі, то використовується його статистична або експертна оцінка t_{ik}^* .

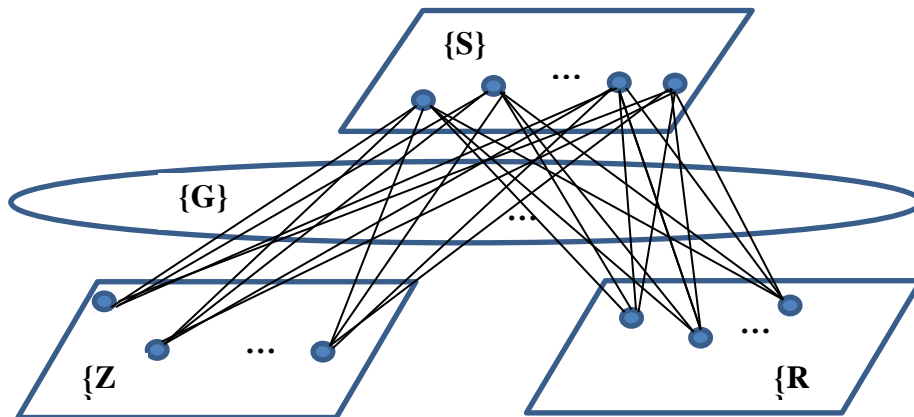


Рис. 2 Множина графів рішення задач

В загальному випадку при моделюванні процесу функціонування СУВ довільного типу для побудови множини графів необхідно провести формалізацію бойового застосування системи управління військами, що є ні чим іншим, як реалізацією системою управління військами конкретного варіанта цілерозподілу доступних засобів ураження конкретних цілей.

Особливістю запропонованого підходу до формалізації є введення поняття „бойова одиниця”. Якщо визначити бойову одиницю (БО) як сукупність засобів виявлення цілі, засобів прийняття рішень, ЗУ та комплексу сил та засобів наведення на ціль, то функціональну схему процесу управління військами можна представити в наступному вигляді (рис. 3). В залежності від рівня управління в якості БО може виступати окремий боєць, танк, літак, бойовий комплекс, бойова тактична група і т. д. При такому способі формалізації бойова одиниця може бути або складовою (якщо включає в себе підлеглі БО й

сили та засоби, що здійснюють розподіл цілей між ними), або простою (якщо не має підлеглих БО). Тобто складова БО є множиною БО, елементом якою вона сама є. Наявність простої БО робить процес формалізації завершеним. Таким чином, ми отримуємо повну формальну систему, яка має розв'язок. Якщо припустити, що існує варіант повністю автоматизованої СУВ, в якій рішення про застосування усіх ЗУ приймає одна людина (головнокомандуючий), а ЗУ працюють автоматично, то функціональна схема такої СУВ буде складатися з одного елемента (БО). Рекурсивне застосування запропонованого способу формалізації до існуючих організаційних структур СУВ дозволяє не тільки побудувати їх математичну модель, але вже на етапі аналізу усунути з них дублюючі функціональні елементи або додати відсутні.

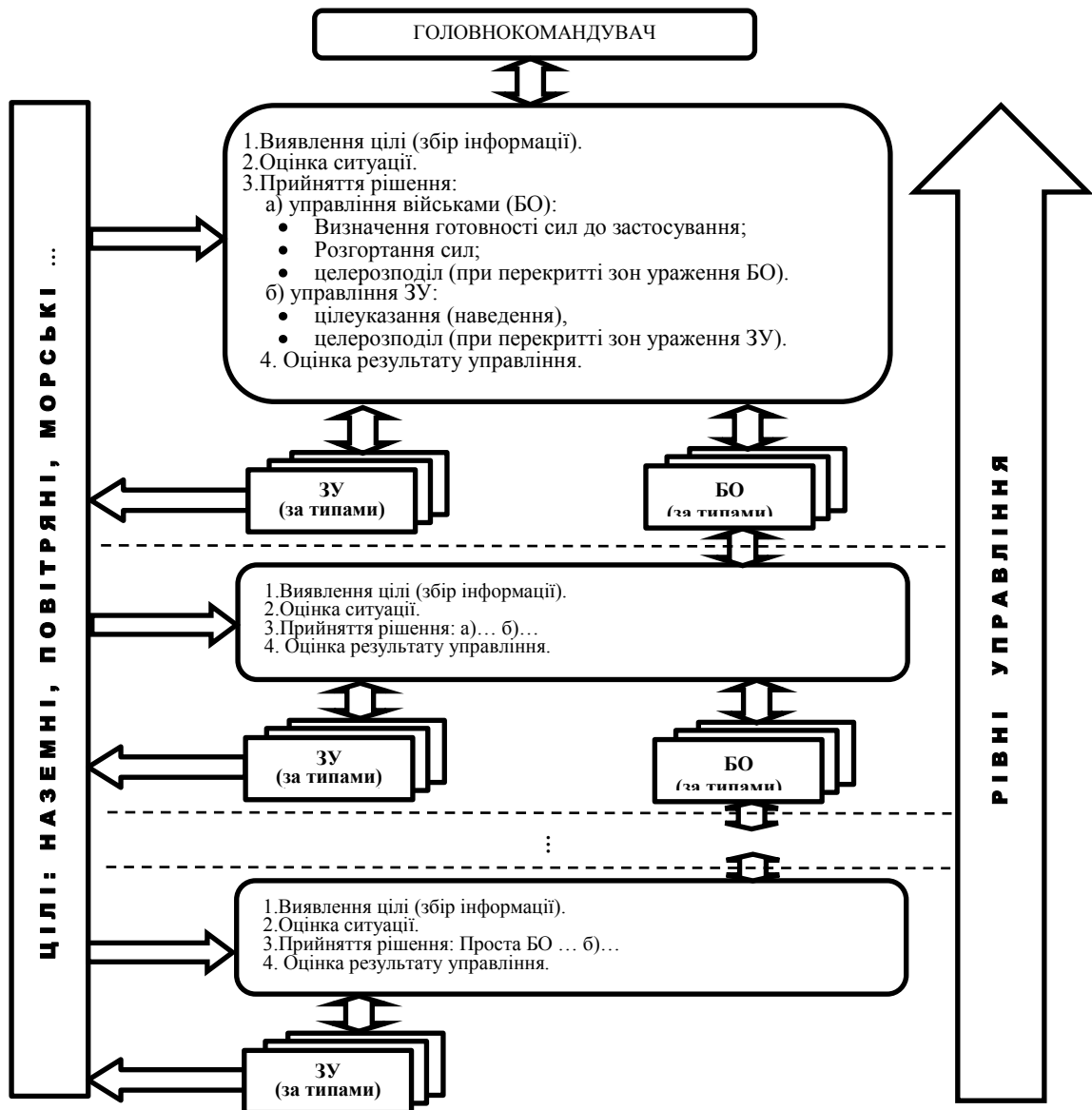


Рис. 3 Функціональна схема процесу управління військами

Як було відзначено вище, КБУ однозначно визначається цілями і доступними ЗУ. Однак, можливість СУВ щодо виконання КБУ визначається:

- наявністю БО, яка здатна його реалізувати;
- максимальним часом виконання КБУ T_{\max} , що обумовлюється характеристиками цілі й розташуванням рубіжу оборони;
- часом знищення цілі $T_{\text{ЗУ}}$, обумовленим характеристиками ЗУ для даного типу цілі й часом виводу БО (ЗУ) на рубіж знищення та наведення БО на ціль.

Отже ефективність СУВ з точки зору оперативності можна визначити наявністю для кожної цілі не пустої множини ЗУ $R = R_i \quad i=1^N$ і відповідній їм БО, для кожного елемента якого час виконання КБУ менше граничного $T_{КБУ} < T_{max}$. Якщо множина ЗУ порожня – $R = \emptyset$ то цілі вважається пропущеною, а завдання невиконаним.

Таким чином, КБУ – це динамічно змінний граф, що зв’язує цілі із множиною ЗУ за допомогою БО. Довжина та структура даного графа залежать, в першу чергу, від самої структури СУВ та визначеної в ній ієрархії прийняття рішень на рівнях управління (рис. 4).

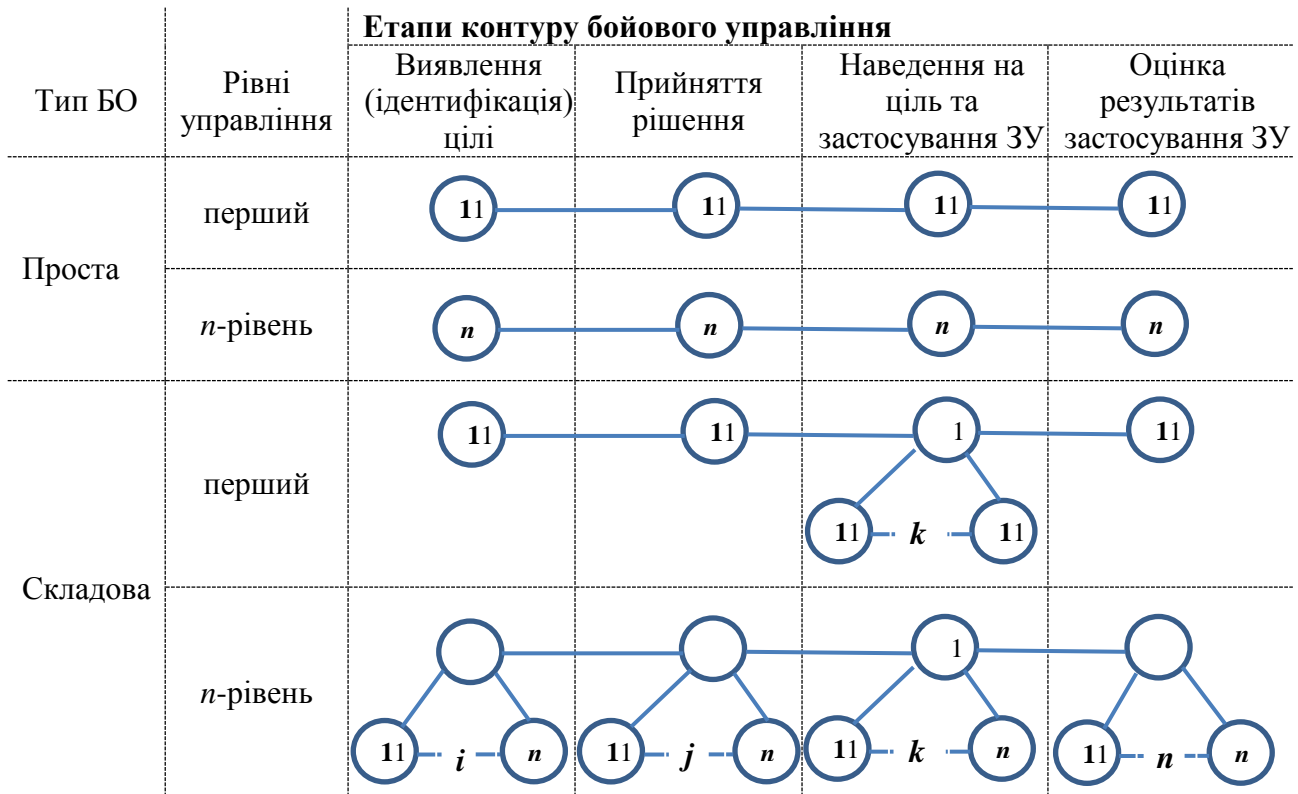


Рис. 4 Графи КБУ для простої та складової БО на n-рівнях управління

Використовуючи запропонований спосіб формалізації, можна зробити наступне твердження: для заданої множини цілей Z і заданої множини засобів ураження R , що відповідає БО, завжди можна оцінити потенційну ефективність СУВ шляхом розрахунків часу виконання контурів бойового управління, а цільова функція оперативності управління буде полягати в мінімізації часу $T_{КБУ}$ та мати вигляд:

$$T_{КБУj} \rightarrow \min T_{КБУj} \quad T_{КБУj} < T_{max} \quad , \quad j \in S.$$

В процесі функціонування СУВ час виникнення запитів на вирішення i -задачі є випадковим і може бути описаним у вигляді випадкових потоків $\lambda_i \quad i=1^N$, характеристики яких є вихідними даними при оцінці ефективності функціонування системи.

Для розрахунку значень показників ефективності СУВ необхідно визначити математичні методи, які будуть використовуватися. СУВ, яка обробляє N випадкових потоків задач, є система масового обслуговування, що передбачає використання аналітичного апарату теорії масового обслуговування. Проблема полягає в тому, що існуючі аналітичні методи теорії масового обслуговування дозволяють розраховувати характеристики обробки множини потоків заявок тільки для простих систем масового обслуговування (одно та багатоканальних з абсолютним та відносним пріоритетом заявок). СУВ являє собою систему, елементи якої одночасно є окремими системами масового обслуговування (СМО). Для такої складної СМО як СУВ, розрахувати зміни характеристик потоків задач під час їх обробки аналітичними та чисельними методами на сьогодні є проблематичним [10,11]. Отже, пропонується розрахунок вищезазначених показників здійснювати методом імітаційного

моделювання. Імітаційне моделювання дозволяє отримати точні статистичні оцінки показників, а й також дослідити властивості системи в пікових (нестационарних) режимах її роботи.

Висновки. В ході роботи був запропонований підхід до формалізації процесу управління військами особливістю якого є введення поняття „бойова одиниця”. При такому способі формалізації бойова одиниця може бути або складовою (якщо включає в себе множину БО), або простою (якщо не має підлеглих БО). Тобто, складова БО є множиною БО, елементом якої вона сама є. Наявність простої БО робить процес формалізації завершеним. Це дозволило отримати повну формальну систему яка має розв’язок та оцінити потенційну ефективність СУВ шляхом розрахунків часу виконання контурів бойового управління.

Напрямом подальших досліджень є визначення критеріїв та показників ефективності функціонування СУВ; побудова імітаційної моделі функціонування СУВ і розробка методики оцінки ефективності функціонування системи управління військами, яка може бути використана для генерування її раціональної структури.

ЛІТЕРАТУРА

1. Стратегічний оборонний бюлетень України: Указ Президента України від 6 червня 2016 року № 240/2016 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/240/2016/print1452690507849204>.
2. The DOD Dictionary of Military and Associated Terms [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.dtic.mil/doctrine/new_pubs/dictionary.pdf.
3. Стратегія національної безпеки України: Указ Президента України від 26.05.2015 № 287/2015 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/287/2015>.
4. Воєнна доктрина України: Указ Президента України від 24 вересня 2015 року № 555/2015 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/555/2015/print1445342698582805>.
5. Галаган В.І., Сурков О.О., Прокопенко О.С.; Бондарчук С.В., Панадій К.В. Аналіз впровадження автоматизованих систем управління військами (силами) в провідних країнах світу // Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського. – 2013. – № 3(49). – С. 40 – 46.
6. Стужук П. І. Світові тенденції, проблеми та перспективи створення автоматизованих систем управління військами (силами) / П. І. Стужук, П. М. Грицай, Ю. С. Вознюк // Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського. – 2012. – № 1 (45). – С. 68 – 76.
7. Дружинін С. В. Сучасний стан автоматизації управління військами в Збройних силах України / С.В. Дружинін, О.К. Климович, О.Г. Саєнко // Системи озброєння і військова техніка: зб. наук. пр. – Полтава: Вид-во Військ. ін-ту телекомунікацій та інформатизації Нац. техн. ун-ту України „КПІ”, 2010. – № 1 (21). – С. 60 – 62.
8. Герасимов Б.М., Дивизинюк М.М., Субач І.Ю. Системы поддержки принятия решения: проектирование, применение, оценка эффективности. – С.:СНИЯЭиП, 2004. – 320 с.
9. Теория управления в системах военного назначения. Учебник. А.В. Боговик, С.С. Загоруйко, И.С. Ковалев, И.В. Котенко, В.В. Масановец / Под редакцией И.В. Котенко. – М.: МО, 2001. С.1 – 320.
10. Шикин Е. В. Математические методы и модели в управлении: Учеб. пособие. / Шикин Е. В., Чхартишвили А. Г. – М.: Дело, 2000. – 440 с.
11. Теорія телетрафіку: навч. посіб. / В.Я. Воропаєва, В.І. Бессараб, В.В. Турупалов, В.В. Червинський. – Донецьк: ДВНЗ „ДонНТУ”, 2011. – 202 с.