

Використання підходів теорії масового обслуговування для удосконалення моделі прийняття рішення на виконання завдань з вогневого ураження противника

Резюме. Стаття присвячена використанню підходів теорії масового обслуговування для удосконалення моделі прийняття рішення на виконання завдань з вогневого ураження противника (ВУП) за рахунок уточнення параметрів системи масового обслуговування (СМО), зокрема урахування обмеженого часу очікування заявки в черзі, що надасть змоги врахувати динаміку отримання розвідувальних відомостей, тип організаційного об'єднання органів управління, а також надати відповідні рекомендації щодо підвищення рівня ймовірності реалізації інформації про об'єкт ураження.

Ключові слова: теорія масового обслуговування, модель прийняття рішення на виконання завдань, вогневе ураження противника.

Постановка проблеми. Результати багатофакторного аналізу останніх збройних конфліктів свідчать про тенденцію до зменшення часу на цикл виявлення-ураження [1-3]. Зменшення часу дає змогу підвищити інтенсивність виконання завдань та відповідно й ефективності безпосередньо вогневого впливу на противника. Одним із ключових етапів циклу виявлення-ураження є етап прийняття рішення [2]. Результати аналізу останніх збройних конфліктів свідчать про недосконалість організації прийняття рішень особливо під час вогневого ураження противника (ВУП) [3]. До основних недоліків під час прийняття рішень на виконання завдань з ВУП відносяться – неможливість врахувати динаміку отримання розвідувальних відомостей та відповідно розподілити завантаженість засобів вогневого впливу в процесі ВУП [2], достатньо часто неврахування актуальності відомостей про об'єкт ураження по відношенню до давності їх отримання [3]. Найбільш важливим, на думку автора, проблемним питанням є неможливість визначити ймовірність реалізації інформації про об'єкт ураження під час ВУП [1-2].

Таким чином у практиці прийняття рішень на виконання завдань з ВУП виникла нагальна потреба у пошуку таких шляхів удосконалення організаційних заходів, які б дали змогу врахувати динаміку отримання розвідувальних відомостей та підвищити рівень ймовірності реалізації інформації про об'єкт ураження під час ВУП.

Ступінь розробленості проблеми. Результати аналізу досліджень питань, пов'язаних із прийняттям рішень на виконання завдань ВУП [4-7] свідчать, про намагання дослідників визначити певні характеристики

органів управління, які, на їх думку, найбільше впливають на ефективність функціонування військового формування. Нажаль часто в дослідженнях не враховується динаміка зміни означених характеристик, іншими словами інтенсивність зміни станів органу управління [4-5]. Тим часом, існують дослідження, пов'язані з визначенням динаміки зміни певних характеристик органів управління [6-7]. Однак формалізація процесу прийняття рішення проведена без урахування терміну актуальності розвідувальних відомостей та функціональних зв'язків між органами управління, що не дає змоги адекватно визначити ймовірність реалізації інформації про об'єкт ураження під час ВУП. Певна частина робіт базується на підходах теорії масового обслуговування [6-7]. Сутність їх полягає у представленні моделі прийняття рішень, як системи масового обслуговування (СМО) з відповідними властивостями. Хоча СМО дає змогу врахувати більшість зазначених проблемних питань, однак, в дослідженнях не завжди параметри моделі вибираються відповідно до параметрів органів управління.

Таким чином, в теоретичному плані в питаннях, пов'язаних із прийняттям рішень на виконання завдань з ВУП виникла нагальна потреба в удосконаленні моделі прийняття рішення, за рахунок уточнення параметрів СМО.

Таким чином, метою статті є використання підходів теорії масового обслуговування для удосконалення моделі прийняття рішення на виконання завдань з ВУП.

Виклад основного матеріалу. Для будь-якої СМО основним чинником, що визначає

процеси, які протікають в ній, є потік заявок, що поступають на вхід СМО [8]. Для умов моделі прийняття рішення на виконання завдань з ВУП потоком заявок у загальному вигляді є розвідувальна інформація. Однак, виходячи з визначення, де потоком заявок називається послідовність подій, які наступають одна за одною у випадкові моменти часу [8], необхідно детермінувати розвідувальну інформацію, для перетворення її в заявки. Для умов дослідження пропонується під заявкою розуміти об'єкт для ураження, який отриманий розвідувальними органами.

Стосовно потоку заявок необхідно розглянути його характеристики для визначення типу процесу, який буде характеризувати модель СМО. До основних характеристик потоку відносяться – стаціонарність, ординарність, відсутність післядії [8-9].

Сутність стаціонарності потоку полягає у тому, що ймовірність попадання будь-яких подій в проміжок часу не залежить від початку проміжку, а залежить тільки від його довжини [8-9]. Зважаючи на випадковий характер отримання відомостей про кожен об'єкт для ураження та враховуючи відносно невеликий проміжок часу проведення операції (бою) можливо припустити, що потік надходження відомостей про об'єкти для ураження буде стаціонарним.

Ординарність потоку характеризується ймовірністю появи на елементарному проміжку часу лише однієї події (заявки) [8-9]. Стосовно потоку надходження відомостей про об'єкти для ураження, можна зауважити, що кількість і можливості засобів розвідки та можливості противника щодо маскування обумовлюють практичну неможливість викриття більше одного об'єкта для ураження одночасно. Тому для умов дослідження можливо припустити, що потік надходження відомостей про об'єкти для ураження буде ординарним.

Стосовно відсутності післядії необхідно зауважити, що надходження інформації про об'єкти для ураження в органи управління буде залежати в основному від кількості та характеристик сил і засобів розвідки. У той же час, кількість розвіданих об'єктів для ураження в певний момент часу, в цілому не залежить від кількості розвіданих об'єктів для ураження до цього моменту. Тому можливо припустити, що потік надходження відомостей про об'єкти для

ураження має таку характеристику, як відсутність післядії.

Враховуючи означені характеристики потоку надходження відомостей про об'єкти для ураження (далі заявок), зокрема – стаціонарність, ординарність та відсутність післядії, можливо стверджувати, що потік є найпростішим (стаціонарним Пуассонівським) [8-9]. Відповідно, можливо припустити, що потік команд на виконання завдання щодо ураження об'єкта (далі оброблених заявок) є також найпростішим. Таким чином, розподіл заявок на вході та оброблених заявок на виході СМО підпорядковується експоненціальному закону розподілу.

Звичайно об'єкти для ураження мають певний час актуальності [2-3, 6-7]. Тобто через певний час об'єкт може змінити позицію, що відповідно призведе до його неуразення під час виконання завдання. Таким чином параметром моделі СМО пропонується обрати обмежений час перебування заявки в черзі. Так, якщо заявка до встановленого терміну не буде обслугована, тобто рішення на ураження не передане до засобів ураження, то вона виходить із черги та покидає систему не обслугованою, тобто кожна заявка виходить із черги з середньою інтенсивністю $\nu = 1/\bar{t}_{оч}$ заявок за одиницю часу [8-9].

Також необхідно врахувати той факт, що органи управління в залежності від організаційної структури будуть певним чином об'єднані в ієрархічну систему, основними типами об'єднання прийнято вважати централізовану та мережоцентричну [10]. Основною відмінністю цих об'єднань, на думку автора, полягає у здатності потоку інформації змінювати свій напрямок в залежності від умов. Тому пропонується в моделі передбачити блок розпізнавання (визначення) типу об'єднання в ієрархічну структуру органів управління. Однак, внаслідок невеликого обсягу статті, пропонується розглянути тип об'єднання в ієрархічну структуру органів управління як вхідний параметр.

Так, у разі мережецентричного об'єднання, СМО можна представити у вигляді комплексу одноканальних СМО об'єднаних в єдину структуру з рівномірним розподілом потоку заявок у залежності від рівня ієрархії (рис. 1) та від часу функціонування.



Рис. 1. Загальний вигляд підсистем ВУП, структурно об'єднаних мережецентрично

Умови функціонування СМО: система складається з n однотипних каналів (кількість груп, які можуть приймати рішення на виконання завдань з ураження об'єктів), причому кількість каналів буде змінюватись (зменшуватись) під впливом певних факторів, основним з яких є вогневий вплив противника; на вхід системи надходить найпростіший потік заявок із середньою інтенсивністю λ ; обслуговані заявки створюють вихідний потік з інтенсивністю μ (для одного каналу); довжина черги l ; середня інтенсивність виходу однієї заявки з черги дорівнює ν заявкам за одиницю часу; $f(t)$ функцією виходу з ладу (відмов) каналів за певний час [8-9].

Система такого типу в процесі роботи переходить з одного стану до іншого під впливом трьох якісно різних потоків подій: потоку заявок, що надходять на обслуговування λ ; потоку обслугованих заявок з інтенсивністю μ ; потоку заявок, що виходять з черги (системи) не обслугованими з інтенсивністю $l\nu$ (l – число заявок, що знаходяться в черзі) [8-9].

При розгляді СМО в певний зріз часу комплекс одноканальних СМО трансформується в багатоканальну СМО з кількістю каналів $n \cdot f(t)$. Таким чином, з певним спрощенням можливо розглянути органи управління як багатоканальну СМО з обмеженим часом очікування та необмеженою кількістю місць у черзі.

Багатоканальна СМО з обмеженим часом очікування та необмеженою кількістю місць у черзі має наступні стани: S_0 – всі канали вільні, черги немає; S_1 – зайнятий один канал, решта $n - 1$ вільні, черга відсутня; ...; S_n – зайняті всі n каналів, черга відсутня; S_{n+1} – зайняті всі n каналів, одна заявка стоїть у черзі; S_{n+2} – зайняті всі n каналів, дві заявки стоять у черзі; ...; S_{n+l} – зайняті всі n канали, l заявок стоять у черзі і так далі [8-9].

Марковський випадковий процес, що відбувається в СМО, також буде являти собою процес “загибелі та розмноження” [8], тому що всі потоки є найпростішими та переводять систему зі стану до стану у протилежних напрямках. Граф станів системи має наступний вигляд (рис. 2):

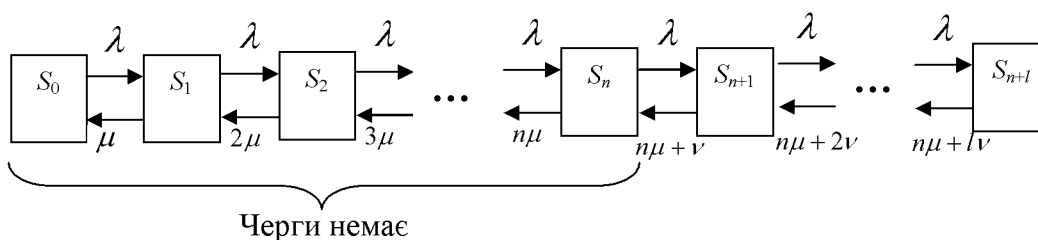


Рис. 2. Граф станів багатоканальної СМО з обмеженим часом очікування

Для спрощення пропонується прийняти наступні позначення: $\alpha = \frac{\lambda}{\mu}$ – зведена інтенсивність потоку заявок, що надходять в

СМО; $\beta = \frac{\nu}{\mu}$ – зведена інтенсивність потоку виходу заявок зі СМО не обслугованими [8].

Використовуючи правилом визначення граничних імовірностей станів системи можна записати наступну систему рівнянь [8-9]:

$$\left\{ \begin{array}{l} p_1 = \frac{\lambda}{\mu} p_0 = \frac{\alpha}{1!} p_0; \\ p_2 = \frac{\lambda\lambda}{\mu \cdot 2\mu} p_0 = \frac{\alpha^2}{2!} p_0; \\ \dots \dots \dots \\ p_n = \frac{\lambda^n}{n!} p_0; \\ p_{n+1} = \frac{\lambda^n}{n!} \cdot \frac{\lambda}{n\mu + \nu} p_0 = \frac{\alpha^n}{n!} \cdot \frac{\alpha}{n + \beta} p_0; \\ \dots \dots \dots \\ p_{n+l} = \frac{\alpha^n}{n!} \cdot \frac{\alpha^l}{(n + \beta)(n + 2\beta)\dots(n + l\beta)} p_0 = \frac{\alpha^n}{n!} \cdot \frac{\alpha^l}{\prod_{m=1}^l (n + m\beta)} p_0; \\ \dots \dots \dots \end{array} \right.$$

Для знаходження p_0 необхідно ввести рівняння (умову)
 $p_0 + p_1 + p_2 + \dots + p_n + \dots + p_{n+l} = 1$. Відповідно

підставивши існуючі рівняння буде отриманий наступний вираз:

$$p_0 + \frac{\alpha}{1!} p_0 + \frac{\alpha^2}{2!} p_0 + \dots + \frac{\alpha^n}{n!} p_0 \left[\frac{\alpha}{n + \beta} + \frac{\alpha^2}{(n + \beta)(n + 2\beta)} + \dots + \frac{\alpha^l}{(n + \beta)(n + 2\beta)\dots(n + l\beta)} \right] = 1,$$

звідки
$$p_0 = \left[\sum_{k=0}^n \frac{\alpha^k}{k!} + \frac{\alpha^n}{n!} \cdot \sum_{l=1}^{\infty} \frac{\alpha^l}{\prod_{m=1}^l (n + m\beta)} \right]^{-1}$$

$$P_{\text{від}} = \frac{\beta}{\alpha} \cdot \frac{\frac{\alpha^n}{n!} \cdot \sum_{l=1}^{\infty} \frac{\alpha^l}{\prod_{m=1}^l (n + m\beta)}}{\sum_{k=0}^n \frac{\alpha^k}{k!} + \frac{\alpha^n}{n!} \cdot \sum_{l=1}^{\infty} \frac{\alpha^l}{\prod_{m=1}^l (n + m\beta)}}$$

Відповідно ймовірність відмови від обслуговування заявки [8-9] (термін перебування відомостей про об'єкт противника в черзі більше терміну актуальності означених відомостей).

У разі централізованого об'єднання, СМО можливо представити у вигляді певного набору напрямків в якому потік заявок розподіляється відповідно до можливостей кожного з потоків (рис. 3).

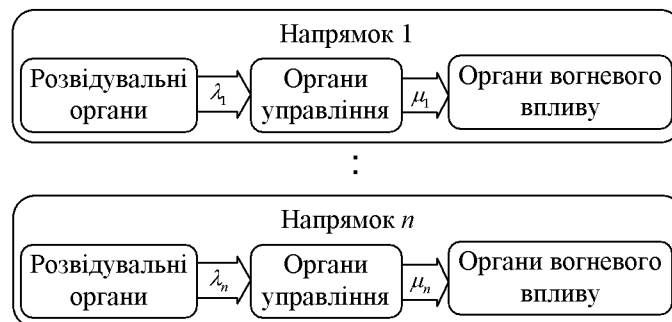


Рис. 3. Загальний вигляд підсистем ВУП, структурно об'єднаних централізовано

У такому випадку органи управління можливо представити, як комплекс одноканальних СМО з обмеженим часом очікування та необмеженою кількістю місць у черзі, що має наступні стани: S_0 – канал вільний, черги немає; S_1 – канал зайнятий, черга відсутня;

S_{1+1} – канал зайнятий, одна заявка стоїть у черзі; S_{1+2} – канал зайнятий, дві заявки стоїть у черзі; ...; S_{1+l} – канал зайнятий, l заявок стоять у черзі і так далі.

Граф станів системи має наступний вигляд (рис. 4):

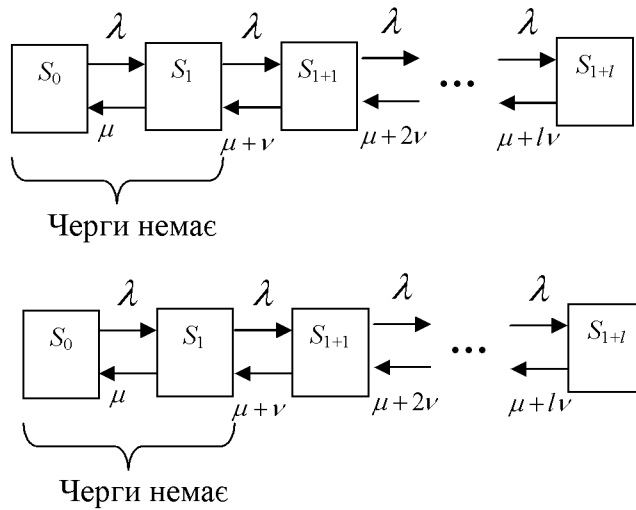


Рис. 4 Граф станів комплексу одноканальних СМО з обмеженим часом очікування

Система рівнянь граничних ймовірностей станів для одного ланцюга набуде вигляду:

$$\left\{ \begin{array}{l}
 p_1 = \frac{\lambda}{\mu} p_0 = \frac{\alpha}{1!} p_0; \\
 \dots \quad \dots \quad \dots \\
 p_{1+l} = \frac{\lambda^2}{\mu + \nu} p_0 = \frac{\alpha^2}{1 + \beta} p_0; \\
 \dots \quad \dots \quad \dots \\
 p_{1+l} = \frac{\alpha^{l+1}}{(1 + \beta)(1 + 2\beta) \dots (1 + l\beta)} p_0 = \frac{\alpha^{l+1}}{\prod_{m=1}^l (1 + m\beta)} \cdot p_0; \\
 \dots \quad \dots \quad \dots
 \end{array} \right.$$

Відповідно ймовірність того, всі канали вільні, черги немає (для одного ланцюга) можливо визначити за формулою:

$$p_0 = \left[\alpha + \alpha \sum_{l=1}^{\infty} \frac{\alpha^l}{\prod_{m=1}^l (1 + m\beta)} \right]^{-1},$$

відповідно ймовірність відмови від обслуговування заявки:

$$P_{від} = \frac{\beta}{\alpha} \cdot \frac{\alpha \sum_{l=1}^{\infty} \frac{\alpha^l}{\prod_{m=1}^l (1 + m\beta)}}{\alpha + \alpha \sum_{l=1}^{\infty} \frac{\alpha^l}{\prod_{m=1}^l (1 + m\beta)}}.$$

Зважаючи на прийняті допущення про однорідність органів управління можливо стверджувати, що у разі централізованого об'єднання можливо застосувати підходи динаміки середніх. Сутність підходу полягає у дослідженні одного об'єкта зі всієї сукупності за умови їх однорідності та відповідно за результатами досліджень робити висновки про середні значення параметрів решти об'єктів.

Зважаючи на означені теоретичні викладки загальний вигляд моделі прийняття рішення можливо представити у вигляді блок-схеми (рис. 5).

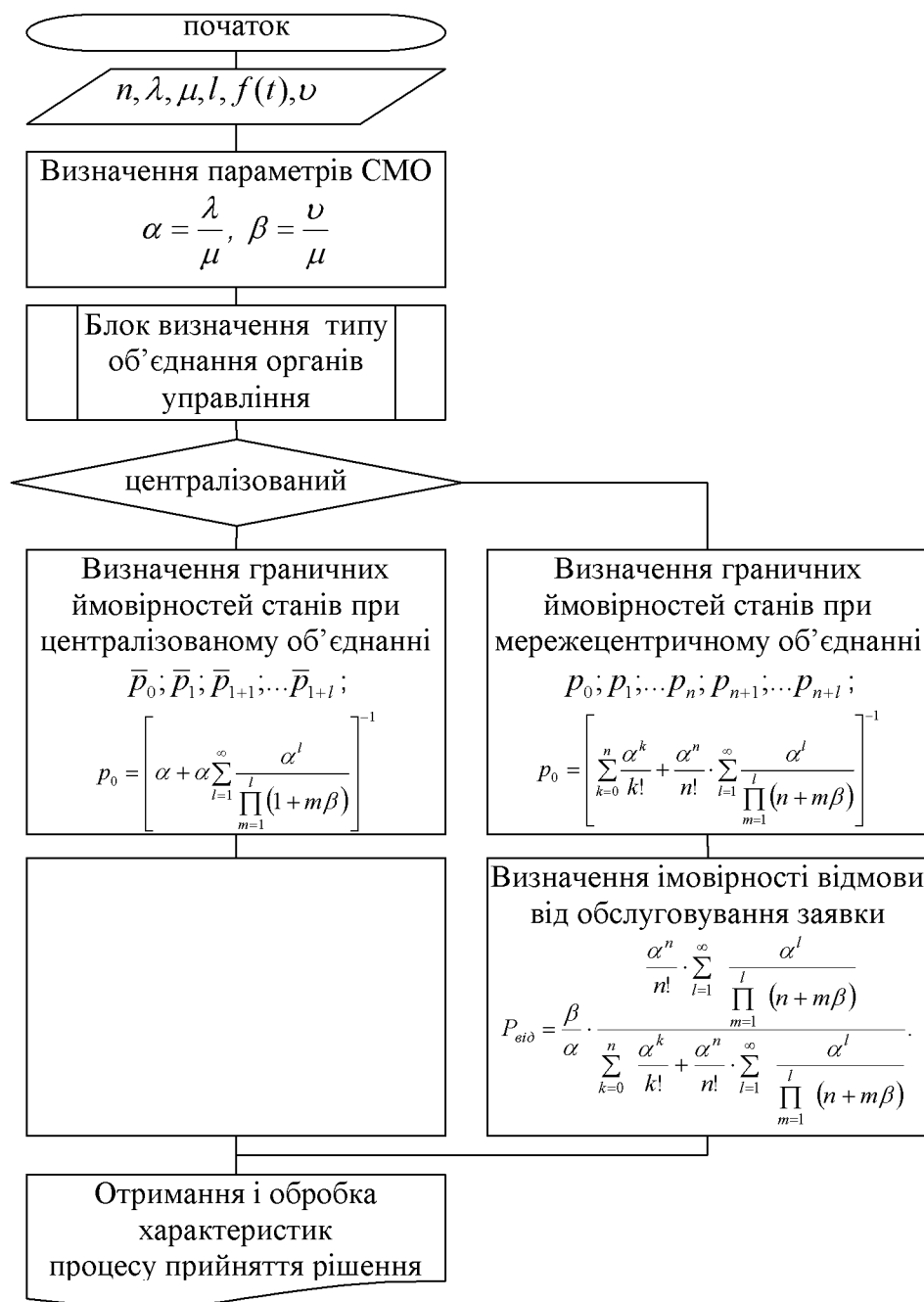


Рис. 5. Блок-схема удосконаленої моделі прийняття рішення

Висновки. Таким чином, у статті розглянута удосконалена модель прийняття рішення на виконання завдань з ВУП із використанням підходів теорії масового обслуговування та за рахунок уточнення параметрів СМО, зокрема урахування обмеженого часу очікування заявки в черзі, що надасть змогу врахувати динаміку отримання розвідувальних відомостей, тип організаційного об'єднання органів управління, а також надати відповідні рекомендації щодо підвищення рівня ймовірності реалізації інформації про об'єкт ураження під час ВУП.

Подальші дослідження пропонується присвятити обґрунтуванню методичних рекомендацій щодо підвищення ступеню

реалізації спроможностей органів управління під час прийняття рішення на виконання завдань з ВУП.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Майстренко О.В. Аналіз форм і способів застосування ракетних військ і артилерії у локальних війнах та збройних конфліктах останніх десятиліть /Майстренко О.В.// Матеріали науково-практичного семінару «Роль і місце ракетних військ і артилерії в системі вогневого ураження за досвідом їх застосування у локальних війнах та збройних конфліктах останніх десятиліть». – Львів: АСВ, 2013 С. 25-29.
2. Майстренко О.В. Тенденції розвитку форм і способів застосування ракетних військ і артилерії у локальних війнах та збройних конфліктах

- останніх десятиліть./ Майстренко О.В. // Матеріали доповідей науково-практичного семінару кафедри ракетних військ і артилерії “Перспективи бойового застосування ракетних військ і артилерії ЗС України”. – Львів: АСВ, 2015. – С. 8-12.
3. Майстренко О.В. Підхід до визначення бойових можливостей угруповання в бою (операції). / Майстренко О.В. Репіло Ю.Є. // – К.: НУОУ, 2013. – Труды ЦВСД №3(49) – С. 55–59.
 4. Троценко К.А. О реализации боевых возможностей тактической группировки войск / Троценко К.А. // Военная мысль. – 2008. – № 6. – С. 70–75.
 4. Калиновский О.Н. Об оценке огневых возможностей войск в операции. / Калиновский О.Н. // Военная мысль – 1996. – № 5(9-10). – С. 52-56.
 5. Морозов Н.А. К методике параметризации модели для оценки боевых возможностей группировок войск (сил) в операциях / Н.А. Морозов, В.В. Баков // Научно-технический сборник МОРФ. – 2003.– № 1.– С. 24–31
 6. Майстренко О.В. Визначення області доцільних значень для показників точності та раповості вогню артилерії (ударів ракет)/ Майстренко О.В., Репіло Ю.Є., Демидко Д.Л. – К.: НУОУ, 2015. – Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони №1(22). – С. 79–83.
 7. Новиков О.А. Прикладные вопросы ТМО / О.А. Новиков, С.І. Петухов. – М.: Советское радио, 1969. – 320 с.
 8. Гнеденко Б.В., Коваленко Н.Н. Введение в теорию массового обслуживания. - М.: Наука, 1987.
 9. Майстренко О.В. Удосконалення методики оцінювання ефективності ураження системи бойового управління противника / Майстренко О.В., Соколовський С.М., Артамощенко В.С. // – К.: НУОУ, 2012. – Труды університету №6(112). – С. 43–46.

Стаття надійшла до редакції 28.01.2016

Майстренко А. В., к.воен.н.

Кафедра ракетных войск и артиллерии командно-штабного института применения войск (сил) Национального университета обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев

Использование подходов теории массового обслуживания для усовершенствования модели принятия решения на выполнение задач огневого поражения противника

Резюме. Статья посвящена использованию подходов теории массового обслуживания для усовершенствования модели принятия решения на выполнение заданий огневого поражения противника (ОПП) за счет уточнения параметров системы массового обслуживания (СМО), в частности учет ограниченного времени ожидания заявки в очереди, что позволит учесть динамику получения разведывательных сведений, тип организационного объединения органов управления, а также обосновать рекомендации относительно повышения уровня вероятности реализации информации об объекте поражения.

Ключевые слова: теория массового обслуживания, модель принятия решения на выполнение задач, огневое поражение противника.

A. Maistrenko, Ph.D

Command and Staff Institute of troops (forces) of the National Defence University of Ukraine named after Ivan Chernyhovskij, Kyiv

Taking approach mass service theory for the improvement of model of decision-making on implementation tasks of fire defeat of opponent

Resume. The article is devoted taking approach theory of mass service for the improvement of decision-making model on implementation of tasks of fire defeat of opponent due to clarification of parameters of mass service theory, in particular account of the limited time of expectation of request in a turn, that will allow to take into account the dynamics of receipt of reconnaissance information, type of organizational association of management organs, and also will allow to give the proper recommendations in relation to the increase of level of probability of realization of information about the object of defeat during fire defeat of opponent.

Keywords: mass service theory, model of decision-making on implementation tasks, fire defeat of opponent.