

УДК 004.891

Мазниченко Ю.А. (НЦЗІ ВІТІ)
Бондаренко Т.В. (НЦЗІ ВІТІ)
Скрипка А.О. (НЦЗІ ВІТІ)
Прохорський С.І. (НЦЗІ ВІТІ)

ПОЛОЖЕННЯ МЕТОДИКИ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО ПІДСИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ ЗВ'ЯЗКУ ВІЙСЬК (СИЛ)

У статті розглянуто методику, яка дозволяє обґрунтувати вимоги до перспективної системи управління системою зв'язку військ (сил). Досвід проведення АТО, результати навчань свідчать, що сьогодні підсистема управління системою зв'язку (СУ СЗ) військ (сил) має цілу низку проблемних питань, які потребують свого вирішення та стосуються всіх її елементів: органів управління (ОУ), автоматизованих робочих місць (АРМ) посадових осіб на пунктах управління (ПУ) та засобів зв'язку і автоматизації (ЗЗіА). За сучасних умов ведення бойових дій в управління сполуками і частинами є так само вирішальним чинником успіху, як збільшується кількість і якість військ та зброї, й у значною мірою визначає успіх у рішенні бойового завдання. Співвідношення можливостей управління сторін зараз – мени важливий показник, ніж співвідношення бойових зусиль і коштів. Для управління військами і зброєю створюється система управління (СУ), куди входять у собі керівні органи, пункти управління (ПУ) і засоби управління. Останні складаються із системи зв'язку (СЗ) і системи автоматизованого управління військами (АСУ). Підходи, визначені у статті, дають можливість реалізації імітаційної моделі багатоканальної багатозафазної системи масового обслуговування, яка

відображає процес оброблення інформаційних потоків у системі управління топогеодезичного і навігаційного обладнання військ (сил) та реалізована на ПЕОМ з використанням професійної інструментальної системи AnyLogic 6. В основу методики покладено імітаційну модель багатоканальної багатофазної системи масового обслуговування (СМО), яка відображає процес оброблення інформаційних потоків у СУ СЗ військ (сил). У статті розкритті основні положення удосконаленої методики обґрунтування вимог до системи управління системою зв'язку військ (сил). Запропоноване вирішення питань, що стосуються всіх елементів управління системою зв'язку з огляду на специфічність та складність завдань, які стоять перед системою управління системою зв'язку військ (сил).

Ключові слова: показники ефективності, імітаційне моделювання, методика обґрунтування вимог.

Постановка завдання у загальному вигляді. Досвід проведення АТО, результати навчань свідчать, що сьогодні підсистема управління системою зв'язку (СУ СЗ) військ (сил) має цілу низку проблемних питань, які потребують свого вирішення та стосуються всіх її елементів: органів управління (ОУ), автоматизованих робочих місць (АРМ) посадових осіб на пунктах управління (ПУ) та засобів зв'язку і автоматизації (ЗЗіА). Насамперед, це такі проблемні питання:

необхідність оброблення ОУ СЗ значного обсягу інформації, який має постійну тенденцію до зростання;

збільшення кількості покладених на ОУ СЗ нових завдань, які зумовлені впровадженням у діяльність військ (сил) нових інформаційних технологій і потребують внесення змін до складу та структури ОУ СЗ;

недостатня кількість (або відсутність) у розпорядженні ОУ СЗ сучасних засобів зв'язку та автоматизації управління, які були б спроможні обробляти великі масиви інформації як геоінформаційного, так і іншого характеру.

Вирішення цих питань, з огляду на специфічність та складність завдань, які стоять перед СУ СЗ військ (сил), набуває особливого значення, але воно не може базуватися тільки на емпіричному рівні (життєвому досвіді, досвіді проведення командно-штабних навчань, тренувань та ігор), а потребує формування єдиного наукового підходу до обґрунтування вимог до перспективної СУ СЗ військ (сил).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанню розроблення методик обґрунтування вимог до СУ військового призначення останнім часом приділялась значна увага [1]. Результати аналізу наявних методик свідчать, що в них використані різні підходи до вирішення цього наукового завдання, кожен з яких має свої переваги та недоліки.

Але слід зауважити, що жодна з методик не є універсальною і не може без доопрацювання бути використана для обґрунтування вимог безпосередньо до СУ СЗ військ (сил), оскільки не враховує всіх специфічних особливостей цієї системи.

З огляду на вище зазначене, **мета статті** полягає в розкритті основних положень удосконаленої методики обґрунтування вимог до СУ СЗ військ (сил).

Викладення основного матеріалу. Загальна схема методики обґрунтування вимог до СУ СЗ військ (сил) зображена на рис. 1.

У зв'язку з цим, запропонована методика дозволяє обґрунтувати вимогу до оперативності СУ СЗ військ (сил).

Вихідними даними для проведення досліджень (блок 1) будуть:

потреби в певній СУ СЗ, що зумовлені формами і способами застосування з'єднань (частин) силових структур, обсягом і змістом завдань, які покладаються на СУ СЗ військ (сил) та умовами виконання завдань (природно-географічними, кліматичними, метеорологічними тощо);

можливості нинішньої СУ СЗ, які визначаються рівнем укомплектованості та підготовленості ОУ СЗ військ (сил), оснащеністю АРМ посадових осіб ОУ СЗ, що розміщені на відповідних ПУ, сучасними ЗЗіА, достатністю програмного забезпечення та наявністю формалізованих документів управління СЗ (плани, доповіді, рішення тощо);

загальні вимоги (стійкість і живучість), які висуваються до СУ СЗ військ (сил).

За результатами аналізу вихідних даних виявляється протиріччя між потребами у певній СУ СЗ та можливостями нинішньої СУ СЗ військ (сил) щодо виконання завдань за призначенням (блок 2). Для розв'язання виявленого протиріччя пропонується методика, за допомогою якої можливо провести наукове обґрунтування вимог до перспективної СУ СЗ силових структур.

В основу методики покладено імітаційну модель багатоканальної багатофазної системи масового обслуговування (СМО), яка відображає процес оброблення інформаційних потоків у СУ СЗ військ (сил).

У блоці 3 формується множина можливих варіантів складу СУ СЗ військ (сил). При цьому, необхідно враховувати: встановлену чисельність зв'язківців відповідної силової структури, її перспективну структуру, доцільні варіанти розподілу особового складу за органами управління залежно від обсягу завдань управління.

Наступним етапом (блок 4) є визначання на основі розробленої імітаційної моделі показника часу виконання завдань управління ($T_i(x_i)$), який характеризуватиме вимогу оперативності до СУ СЗ військ (сил).

Імітаційна модель реалізована програмно на ПЕОМ, що дозволяє проводити експерименти з моделлю прогнозом програми на деякій множині даних, які визначатимуть середовище системи, що моделюється.

Основна цінність імітаційного моделювання полягає в тому, що в його основі лежить методологія системного аналізу. Воно дозволяє здійснити дослідження проекрованої та аналізованої СУ СЗ військ (сил) за схемою операційного аналізу, що включає взаємозалежні етапи: змістовну постановку задачі, розроблення концептуальної моделі, розроблення та програмну реалізацію імітаційної моделі, перевірку адекватності моделі та оцінювання точності результатів моделювання, планування та проведення експериментів, прийняття рішень. Це дозволяє використовувати імітаційне моделювання як універсальний метод для прийняття рішень [2].

Модель являє собою абстрактний опис СУ СЗ військ (сил), рівень деталізації якої залежить від мети моделювання та можливості одержання вихідних даних з необхідною точністю. Об'єкти можуть бути визначені через перелічення їхніх атрибутів (властивостей) для цього об'єкта.

Спираючись на результати проведених досліджень [1], функціонування СУ СЗ військ (сил) під час розроблення моделі було відображене через управління інформаційними потоками.

З огляду на результати попередніх досліджень, можна стверджувати, що однією з принципових особливостей вирішення завдання обґрунтування вимог до перспективної СУ СЗ і, як наслідок, розроблення пропозицій щодо складу та чисельності її ОУ та кількості АРМ, є врахування інформаційної складової задач управління [1]. Тобто, запропонований склад ОУ СЗ повинен забезпечити на кожному рівні управління прийняття та оброблення всіх потоків інформації від вищих, взаємодіючих та підпорядкованих СУ, а також від підпорядкованих частин (підрозділів) із потрібною ймовірністю своєчасного оброблення $P_{обр}$ з урахуванням обмежень. Саме вирішення цієї задачі є необхідною умовою для вирішення СУ СЗ усього комплексу завдань управління.

З системної точки зору систему оброблення інформаційних потоків доцільно розглядати як СМО, для якої властива певна організація (одноканальні та багатоканальні, однофазні та багатофазні системи з відмовами, системи з різного роду обмеженнями на час очікування або обслуговування тощо).

Очевидно, що ефективність обслуговування вхідного потоку інформаційних повідомлень СУ СЗ військ (сил) залежить від складу та структури цієї СМО, дисципліни обслуговування заявок (у нашому випадку це інформаційні повідомлення) тощо. Визначення залежності між характеристиками вхідного потоку заявок, числом каналів обслуговування, їхньою продуктивністю, особливостями їх використання та ефективністю обслуговування заявок є

основою для розроблення імітаційної моделі процесу оброблення повідомлень у структурах СУ СЗ військ (сил).

З погляду теорії масового обслуговування, система оброблення інформаційних потоків має як загальні для всіх СМО властивості, так і деякі специфічні особливості, що відрізняють її від інших систем. Ці особливості стосуються, насамперед, вхідного потоку заявок та структури самих систем оброблення інформаційних потоків. Вхідний потік заявок, які обслуговує система, та вихідний потік обслужених заявок є основними поняттями СМО.

Аналіз інформаційних напрямків та потоків повідомлень для часу найбільшого навантаження (повідомлень/годину) свідчить, що вони утворюють потік дискретних подій, який цілком визначається множиною моментів часу їх надходження: $\Pi = \{t_n\}$. На практиці цей потік є випадковим, тобто значення моментів надходження повідомлень характеризуються випадковою величиною, що задається функціями розподілу ймовірностей t_n або інтервалів між надходженнями: $\Delta t : \tau = t_n - t_{n-1}$.

Щоб задати вхідний потік заявок необхідно описати моменти часу їх надходження в систему (закон надходження) та кількість заявок, які надійшли одночасно.

Результати статистичного аналізу інформаційних потоків свідчить, що ці потоки заявок на обслуговування СУ СЗ слід розглядати як пуассонівські (найпростіші) потоки.

Вони задаються набором ймовірностей $P_i(t)$ надходження i заявок у проміжок часу завдовжки t [3; 4]. Тобто, ймовірність того, що у проміжок часу завдовжки t надійде i заявок дорівнює [4]:

$$P_i(t) = \frac{(\lambda t)^i}{i!} e^{-\lambda t}, \quad (1)$$

де λ – щільність потоку.

Відмітимо, що величина λt за змістом становить середню кількість заявок, які надходять у проміжок часу t . Якщо розглянути закон розподілу ймовірностей проміжку часу між надходженнями сусідніх заявок τ , то можна показати, що

$$P(\tau \leq t) = 1 - P_0(t) = 1 - e^{-\lambda t}. \quad (2)$$

Величина $P(\tau \leq t)$ в цьому випадку виражає ймовірність того, що в проміжок часу t надійде хоча б одна заявка.

Диференціюючи, одержуємо щільність розподілу ймовірностей

$$p(t) = \lambda e^{-\lambda t}. \quad (3)$$

Випадкова величина з такою щільністю ймовірності буде експоненціальною розподіленою (з показовим розподілом).

Однією з важливих властивостей пуассонівського потоку, який доцільно використовувати для оцінювання та моделювання сумарного потоку повідомлень на вході СУ СЗ військ (сил), є його адитивність. Іншими словами, якщо утворити інформаційний потік повідомлень як з'єднаний із декількох пуассонівських потоків, то його сумарна інтенсивність дорівнюватиме сумі інтенсивностей окремого потоку: $\lambda_{\text{заг}} = \sum \lambda_i$.

У разі роз'єднання пуассонівського потоку на декілька потоків так, що кожна вимога початкового потоку з ймовірністю p_i ($\sum p_i = 1$) надходить на i -й напрям, потік i -го напрямку буде також пуассонівським з інтенсивністю λp_i .

Таким чином, вибором закону змінення $\lambda(t)$ можливо описати реальні потоки телефонних, телеграфних та документальних повідомлень, які надходять до СУ СЗ військ (сил).

Відповідно до структурної схеми СУ СЗ [1], для опрацювання окремих типів повідомлень створюються спеціалізовані АРМ, об'єднані у відділи та групи. З погляду теорії масового обслуговування, група АРМ, виконуючи завдання опрацювання заданих типів повідомлень від вищих ОУ та підпорядкованих частин (підрозділів), становить собою багатоканальний пристрій обслуговування заявок (повідомлень). Об'єднання цих пристроїв, відповідно до структури СУ СЗ, утворює багатозафазну СМО.

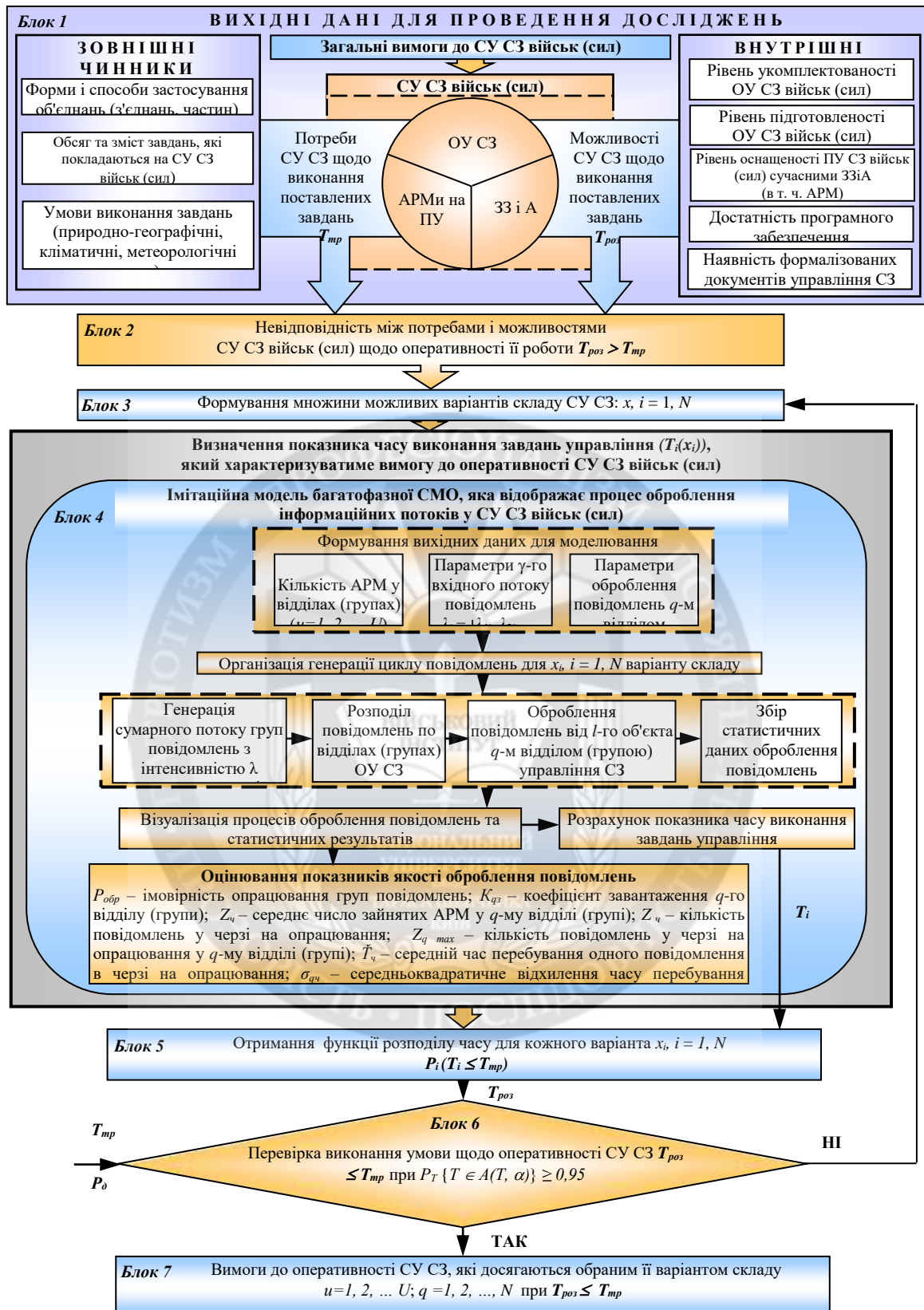


Рис. 1. Структурна схема методики обґрунтування вимог до СУ СЗ військ (сил)

Дослідження такої системи передбачає, що вхідний потік у ній може розглядатися як спрощений, а параметр потоку залежить від числа заявок, які перебувають на обслуговуванні. Ця залежність визначається таким чином, що з M джерела пуассонівського потоку з постійним параметром λ дістають відмову ті вимоги, які надходять у систему тоді,

коли в ній уже є K заявок.

Крім того, під час побудови такої імітаційної моделі СМО, враховано обмеження черги на опрацювання не тільки за кількістю інформаційних повідомлень, але і за часом очікування в черзі. Обмеження за часом очікування характерні для ОУ, тому що це пов'язано з вимогами високої оперативності виконання ними завдань управління.

На відміну від інших видів моделювання, імітаційне моделювання процесу оброблення повідомлень ОУ СЗ дозволяє врахувати зміни властивостей об'єктів (відділів або груп, що здійснюють оброблення повідомлень) у часі, тобто імітаційна модель процесу оброблення повідомлень є динамічною моделлю. Врахування в моделі випадкових чинників (статистичних законів вхідного потоку повідомлень і часу оброблення повідомлень) визначає стохастичний характер імітаційної моделі, що реалізується розіграшем та статистичною оцінкою результатів моделювання. Такий розіграш здійснюється методом статистичного моделювання [3].

Для здійснення моделювання на ПЕОМ використовувалася професійна інструментальна система AnyLogic 6, яка дозволяє розробляти та досліджувати імітаційні моделі на основі останніх досягнень у галузі інформаційних технологій, теорії взаємодіючих процесів і теорії гібридних систем [5]. Її можливості візуального подання інформації дозволяють спостерігати та фіксувати внутрішні механізми функціонування моделей, а її інтерактивність дозволяє одночасно досліджувати та управляти процесами моделювання. За допомогою вбудованих засобів аналізу даних можна легко обчислити довірчі інтервали та провести дисперсійний аналіз.

Розроблена імітаційна модель дозволяє також оцінити як комплексний показник ефективності опрацювання інформаційних потоків ($P_{обр}$ – імовірність опрацювання груп повідомлень), так і часткові показники ефективності для всіх структурних елементів СУ ТГІНЗ військ (сил) на будь-якому інтервалі оцінювання, а саме:

$P_{обр}$ – імовірність своєчасного оброблення всіх груп повідомлень;

часткові показники: $K_{qз}$ – коефіцієнт завантаження q -го відділу (групи) ТГІНЗ обробленням повідомлень; \bar{z}_q – середнє число зайнятих АРМ у q -му відділі (групі); Z_q – кількість повідомлень у черзі на опрацювання; $Z_{q\ max}$ – кількість повідомлень у черзі на опрацювання у q -му відділі (групі); \bar{T}_q – середній час перебування одного повідомлення в черзі на опрацювання; $\sigma_{qч}$ – середньоквадратичне відхилення часу перебування повідомлень у черзі q -го відділу (групи).

Отже, за допомогою побудованої таким чином імітаційної моделі СМО, яка відображає функціонування СУ СЗ, можна проводити експерименти, змінюючи її параметри (кількість каналів оброблення інформації – АРМ) з метою отримання даних щодо повноти та часу оброблення всіх потоків інформації від вищих, взаємодіючих, підпорядкованих СУ та підпорядкованих військових частин (підрозділів).

Використання цієї імітаційної моделі надало можливість відобразити процес управління з точки зору оброблення інформаційних потоків ОУ СЗ різних рівнів.

На основі оброблення отриманих за допомогою імітаційної моделі статистичних даних для кожного варіанта складу x_i , $i = 1, N$ обчислюється інтегральна функція розподілу часу виконання завдань управління СЗ P_i ($T_i \leq T_{mp}$) (блок 5). Ця функція розподілу характеризуватиме оперативність як ступінь виконання завдань управління з точки зору витраченого часу. Тобто, з урахуванням директивного часу на виконання завдань управління в подальшому можна отримати кількісні характеристики СУ СЗ військ (сил).

Тому, на наступному етапі (блок 6) за встановленого директивного часу виконання завдань управління проводимо перевірку виконання умови $T_{роз} \leq T_{mp}$ щодо оперативності СУ СЗ та одержуємо варіант складу СУ СЗ, який буде характеризуватися певним показником часу ($T_{роз}$) за відповідного рівня його достовірності P_α . При цьому, враховується те, що значення $T_{роз}$ повинно знаходитись в певному інтервалі з імовірністю не меншою, ніж задана, тобто $P_T \{T \in A(T, \alpha)\} \geq 0,95$.

На заключному етапі методики (блок 7) визначається вимога до оперативності СУ СЗ,

які досягатиметься обраним її варіантом складу та виражатиметься через кількість АРМ у відділах (групах) та час виконання завдань управління.

Висновки. В удосконаленій методиці на відміну від існуючих:

враховано стохастичність часу виконання завдань ОУ СЗ військ (сил);

функціонування СУ СЗ військ (сил) представлено як процес оброблення інформаційних потоків у цій системі;

розроблено імітаційну модель багатоканальної багатофазної СМО, яка відображає процес оброблення інформаційних потоків у СУ ТГІНЗ військ (сил) та реалізована на ПЕОМ з використанням професійної інструментальної системи AnyLogic 6.

Напрями подальших досліджень. Отримана методика може бути використана для визначення напрямків удосконалення СУ СЗ силових відомств та структур України.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. – М.: Наука, 1964. – 576 с.
2. Ю.О. Карпов. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с ANYLOGIC 6 / Ю. Карпов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 390 с.
3. С.М. Панченко. Аналіз методик обґрунтування вимог до систем управління військового призначення / С.М. Панченко //Збірник наукових праць ЦНДІ ЗСУ. – К.: ЦНДІ ЗС України, 2013. – № 1. – С. 240-246.
4. Ю.Н. Тюрин. Анализ данных на компьютере / Ю.Н. Тюрин, А.А. Макаров: изд. третье : под редакцией Фигурнова В.Э. – М.: Инфра-М, 2003. – 544 с.
5. Г.Е. Шилов. Математический анализ / Г.Е. Шилов. – М.: Наука, 1970. – 352 с.

REFERENCES:

1. Ventcel' E.S. (1964) Teoriya veroyatnostej / E.S. Ventcel'. – M.: Nauka, – 576 p.
2. Ju. O. Karpov (2012) Ymytacyonnoe modelyrovanye system. Vvedeniye v modelyrovanye s AnyLogic 6 / Ju. Karpov. – SPB.: BHV-Peterburg. – 390 p.
3. S.M. Panchenko (2013) Analiz metodyk obgruntuvannja vymog do system upravlinnja vijs'kovogo pryznachennja / S.M. Panchenko //Zbirnyk naukovyh prac' CNDI ZSU. – K.: CNDI ZS Ukraïny, – № 1. – 240–246 p.
4. Ju.N. Tjuryn (2003) Analiz dannyh na komp'jutere / Ju.N. Tjuryn, A.A. Makarov: yzd. tret'e : pod redakcyej Fyurnova V.Э. – M.: Ynfra-M., – 544 p.
5. G.E. Shylov (1970) Matematycheskyj analiz / G.E. Shylov. – M.: Nauka, – 352 p.

Рецензент: д.т.н., с.н.с. **Сова О.Я.**, начальник кафедри Військового інституту телекомунікацій та інформатизації

Мазниченко Ю.А., Бондаренко Т.В., Скрипка А.А., Прохорский С.И. ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДИКИ ОБОСНОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К ПОДСИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ СВЯЗИ ВОЙСК (СИЛ)

В статье рассмотрена методика, которая позволяет обосновать требования к перспективной системе управления системой связи войск (сил). Опыт проведения АТО, результаты учений свидетельствуют, что сегодня подсистема управления системой связи (СУ СС) войск (сил) имеет целый ряд проблемных вопросов, которые требуют своего решения и касаются всех ее элементов: органов управления (ОУ), автоматизированных рабочих мест (АРМ) должностных лиц на пунктах управления (ПУ) и средств связи и автоматизации (ССиА). В современных условиях ведения боевых действий в управление соединениями и частями, так же решающим фактором успеха, как увеличивается количество и качество войск и оружия, и в значительной степени определяет успех в решении боевой задачи. Соотношение возможностей управления сторон сейчас – менее важный показатель, чем соотношение боевых сил и средств. Для управления войсками и оружием создается система управления (СУ), включающая в себя органы управления, пункты управления (ПУ) и средства управления. Последние состоят из системы связи (СЗ) и системы автоматизированного управления войсками (АСУ). Подходы, определенные в статье, дают возможность реализации имитационной модели многоканальной многофазной системы массового обслуживания, которая отображает процесс обработки информационных потоков в системе управления топогеодезического и навигационного

оборудования войск (сил) и реализована на ПЭВМ с использованием профессиональной инструментальной системы AnyLogic 6. В основу методики положена имитационная модель многоканальной многофазной системы массового обслуживания (СМО), которая отображает процесс обработки информационных потоков в СУ СС войск (сил). В статье раскрыты основные положения усовершенствованной методики обоснования требований к системе управления системой связи войск (сил). Предложено решение вопросов, касающихся всех элементов управления системой связи, учитывая специфичность и сложность задач, которые стоят перед системой управления системой связи войск (сил).

Ключевые слова: показатели эффективности, имитационное моделирование, методика обоснования требований.

Maznychenko Ju.A., Bondarenko T.V., Skrypka A.O., Prohors'kyj S.I.

PROVISIONS OF THE TECHNIQUE JUSTIFICATION OF REQUIREMENTS TO THE SUBSYSTEM MANAGEMENT OF THE COMMUNICATION SYSTEM TROOPS (FORCES)

The article describes the technique that allows to prove the requirements of the advanced control system and communications systems of troops (forces). The experience of the ATO, the results of the exercise indicate that today, the control subsystem communication system (SS Sz) of troops (forces) has a number of problematic issues that require decision and affect all of its elements: control elements (op-amps), automated workplaces (AWP) officers at the control points (CPS) and means of communication and automation (SSA). In modern conditions of warfare in manage connections and parts as a critical success factor, as it increases the number and quality of troops and weapons, and largely determines the success in the solution of fighting tasks. The ratio of the control capabilities of the parties now is less important than the ratio of combat forces and means. For command and control creates a management system (SU) including controls, control points (CPS) and the management tools. The latter consist of systems of communication (SOC) and systems of automatic control (ACS). The approaches defined in the article give the possibility of realization of simulation model of multi-channel multiphase Queuing system that displays the processing of information flows in the management system of survey and navigational equipment of troops (forces) and implemented on a PC with professional tool AnyLogic 6. The methodology laid the simulation model multi-channel multi-phase system of mass service (SMO), which displays the processing of information flows in SU Sz of troops (forces). In the article the disclosure of the main provisions of an improved method of justification of requirements to the management system communication system of troops (forces). The proposed solution of issues concerning all elements of control system, taking account of the specificity and complexity of the tasks facing the system of management of communications of the troops (forces).

Keywords: performance, simulation, methods of study requirements.