

**МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ВАРІАНТА
СКЛАДУ ОРГАНІВ УПРАВЛІННЯ ЗВ'ЯЗКОМ ВІЙСЬК (СИЛ) ЗА РАХУНОК
ВИКОРИСТАННЯ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ
ІНФОРМАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ**

У статті викладено основні положення розробленого методичного підходу до визначення раціонального варіанта складу органів управління зв'язком за рахунок використання імітаційного моделювання інформаційних процесів, які відбуваються в системі управління зв'язком військ (сил) різних рівнів. Запропонований підхід дозволяє обґрунтувати вимогу оперативності, що є однією з головних вимог до перспективної системи управління зв'язком військ (сил). Для перевірки працездатності методичного підходу за допомогою імітаційного моделювання визначено варіант складу органів управління зв'язком (груп управління) на стратегічному рівні.

Станович О.В., Панченко С.М., Жовтун А.А., Сергієнко А.В., Гетьман А.В. Методический подход к определению рациональных вариантов состава органов управления связью войск (сил) за счет использования имитационного моделирования процессов. В статье изложены основные положения разработанного методического подхода к определению рационального варианта состава органов управления связью за счет использования имитационного моделирования информационных процессов, которые происходят в системе управления связью войск (сил) различных уровней. Предложенный подход позволяет обосновать требование оперативности, что является одним из главных требований к перспективной системе управления связью войск (сил). Для проверки работоспособности методического подхода с помощью имитационного моделирования определены варианты состава органов управления связью (групп управления) на стратегическом уровне.

O. Stanovich, S. Panchenko, A. Zhovtun, A. Sergienko., A. Hetman Methodical approach to determining the rational variance of the composition of body control bodies (forces) with a consideration of the use of the imitation modeling of information processes. The article outlines the main provisions of the developed methodological approach to the definition of a rational version of the composition of communication authorities through the use of simulation modeling of information processes that take place in the system of control of the connection of forces (forces) of different levels. The proposed approach allows us to substantiate the requirement of efficiency, which is one of the main requirements for a promising system of communication control of troops (forces). To check the efficiency of the methodological approach with the help of simulation, the version of the composition of the communication management bodies (groups of management) at the strategic level was determined.

Ключові слова: система управління зв'язком, імітаційне моделювання інформаційних процесів, раціональний склад органів управління зв'язком, спеціалізовані автоматизовані робочі місця.

Постановка завдання. Результати аналізу сучасного стану системи військового зв'язку і автоматизації ЗС України свідчать, що на сьогоднішній день управління військовим зв'язком здійснюється, як правило, у „ручному” режимі. Використання зв'язківцями ПЕОМ та спеціального програмного забезпечення автоматизує лише незначний обсяг завдань з управління.

Як відомо, система управління зв'язком повинна реалізовувати наступні види (рівні) управління: *організаційне, організаційно-технологічне і технологічне* [1].

Оскільки, саме на рівні організаційного управління повинні реалізовуватися цільові завдання функціонування системи зв'язку шляхом планування зв'язку, управління побудовою системи зв'язку і бойовим застосуванням з'єднань і частин зв'язку, більш детально розглянемо саме цей рівень.

Сьогодні система управління зв'язком військ (сил) (далі – СУЗ) має цілу низку проблемних питань, які потребують свого вирішення та стосуються всіх її елементів: органів управління (ОУ), пунктів управління (ПУ) та засобів зв'язку і автоматизації (ЗЗіА). Але

найважливішим елементом будь-якої системи управління є органи управління. Саме від них, в першу чергу, залежить своєчасне здійснення аналізу (обробки) інформації про обстановку, прийняття відповідного рішення і планування відповідних заходів, своєчасна постановка завдань підлеглим і здійснення ефективного контролю за їх виконанням, а також проведення інших заходів, спрямованих на виконання завдань за призначенням. Для цього органами управління того чи іншого рівня витрачається певний час, величина якого залежить від багатьох факторів.

В загальному ж випадку час, який витрачається ОУ певного рівня (ланки) на організацію операції (бойових дій), у тому числі і організацію зв'язку, є випадковою величиною, яка залежить від рівня кваліфікації оперативного складу ОУ, обладнання ПУ необхідними рухомими засобами, ЗЗіА і їхнього стану, а також від багатьох інших факторів.

Потрібно зауважити, що обсяг повідомлень, які повинні опрацювати ОУЗ за встановлений директивний час під час підготовки до операції (бойових дій), має стійку тенденцію до лавиноподібного зростання. І необхідною умовою ефективного управління є опрацювання всіх повідомлень. Адже, коли ОУЗ не опрацювали повідомлення про перенесення наради чи якусь іншу повсякденну річ, то це одне. Але коли до розряду неопрацьованих повідомлень потрапить, наприклад, інформація щодо прориву противника на важливому напрямку, то це ставить під загрозу результати всієї операції (бойових дій).

Враховуючи високі вимоги до оперативності оброблення органів управління зв'язком (ОУЗ) інформації та прийняття рішень, а також постійне зростання обсягів інформації, яку ОУЗ необхідно опрацьовувати, збільшення кількості покладених на ОУЗ нових завдань, що зумовлені впровадженням у діяльність військ (сил) нових технологій (супутникових, геоінформаційних тощо), відсутність у розпорядженні ОУ сучасних спеціалізованих засобів автоматизації управління (автоматизованих робочих місць), які були б адаптовані до їхніх потреб і спроможні обробляти великі масиви інформації як картографічного, так і іншого характеру, в реальному часі, постає необхідність внесення кількісних та якісних змін у склад сил і засобів СУЗ (органів управління та засобів зв'язку і автоматизації).

З огляду на специфічність та складність завдань, які стоять перед СУЗ військ (сил), вирішення цих питань набуває особливого значення [1], 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 СУЗ військ (сил), використання математичних методів дослідження функціонування цієї системи, а також використання математичних моделей – систем математичних і логічних співвідношень, які описують процеси, що розглядаються, з визначеним ступенем достовірності (адекватності).

Аналіз методик, які використовуються для обґрунтування вимог до СУ військового призначення свідчить, що в них використані різні підходи до вирішення цього наукового завдання, кожен з яких має свої переваги та недоліки.

Умовно ці методики можна поділити на дві групи. Так, перша група методик передбачає використання великого обсягу статистичних даних, що не завжди є можливим у зв'язку з недостатньою кількістю командно-штабних навчань, тренувань та ігор, що проводяться. Інша група методик базується на використанні аналітичних моделей, що є доволі громіздким та не дозволяє повною мірою врахувати вплив усіх зовнішніх і внутрішніх чинників на функціонування СУ військового призначення.

Ці недоліки можна усунути, розробивши методичний підхід, який засновано на імітаційному моделюванні, що є найбільш прийнятним, оскільки дозволяє врахувати стохастичний характер процесу управління. Крім того, імітаційна модель дозволяє проводити експерименти, змінюючи її параметри та порівнюючи отримані результати.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У публікаціях [2 – 6] були розглянуті шляхи побудови систем управління військового призначення, проблемні питання їх створення та методичні підходи, за допомогою яких можливо провести обґрунтування складу окремого ОУ (розглянуто на прикладі Об'єднаного оперативного командування) [7] та у загальному

випадку будь-який орган військового управління через оцінювання ефективності виконання ним завдань за призначенням [8].

Але на сьогоднішній день питання щодо обґрунтування раціонального складу ОУЗ, з урахуванням покладених на них нових завдань, наявності нових можливостей та питання розподілу функціональних обов'язків посадових осіб ОУЗ поки що залишаються поза увагою дослідників. З огляду на вищезазначене, *метою статті* є розроблення методичного підходу до визначення раціонального варіанта складу органів управління зв'язком за рахунок використання імітаційного моделювання інформаційних процесів, які відбуваються в системі управління зв'язком військ (сил) різних рівнів.

1. Показники, що оцінюються

Оскільки, СУЗ військ (сил) є складовою СУ ЗС України, до неї висуваються загальні вимоги (оперативність, живучість, стійкість тощо), значення яких повинні бути не нижчі, ніж значення вимог до СУ ЗС України в цілому [9].

З урахуванням того, що СУЗ військ (сил) на всіх рівнях управління немає власних ПУ, головною вимогою, яка висувається до СУЗ військ (сил), є *вимога до оперативності*, що досягається відповідним складом ОУ та ЗЗіА. Значення цієї вимоги повинні бути не менші, ніж значення оперативності для СУ ЗС України. Інші загальні вимоги (стійкість, живучість) доцільно розглядати як такі, що виконуються за рахунок проведення комплексу заходів в інтересах всієї СУ ЗС України. Зазначене вище дозволяє, як комплексний показник, за допомогою якого буде можливо оцінити ефективність функціонування СУЗ військ (сил), обрати інтегральний показник $E_{СУЗ}$, що становитиме:

$$E_{СУЗ} = \begin{cases} P_{СУЗ}(\bar{x}_i) > P_{ЗС}(\bar{x}_j), \\ T_i(x_i) \leq T_{дирек}(x_i), \\ \underline{x}_i \in \underline{x}_j; \underline{x}_i \leq N, \end{cases}$$

де $P_{СУЗ}(\bar{x}_i)$ – імовірність своєчасного виконання завдань управління СУЗ військ (сил);

$P_{ЗС}(\bar{x}_j)$ – імовірність своєчасного виконання завдань управління СУ вищого рівня;

$T_i(x_i)$ – середній час виконання завдань СУЗ військ (сил);

$T_{дирек}(x_i)$ – директивний час на виконання завдань управління;

x_i, x_j – варіант складу ОУЗ та ОУ вищого рівня ($i = 1, n; j = 1, m$);

N – загальна штатна чисельність ОУЗ, яка встановлена керівними документами.

Вимога до оперативності характеризуватиметься *показником часу* виконання завдань управління зв'язком. Визначаючи цей показник, потрібно врахувати, що у бойовій обстановці на ефективність управління зв'язком військ (сил) буде здійснювати вплив низка чинників, багато з яких носять випадковий характер (стан елементів СУ, протидія противника, природно-географічні та метеорологічні умови тощо). Тому, час, що витрачається на виконання деяких завдань (циклу) управління, доцільно розглядати як випадкову величину, що розподілена за нормальним законом та згрупована близько середньоочікуваних значень. У загальному випадку тривалість циклу управління становить:

$T_{ЦУ} = T_1 + T_2 + T_3$,

де $T_{ЦУ}$ – тривалість циклу управління; T_1 – час на збирання даних обставин та їх аналіз;

T_2 – час на відпрацювання рішення ОУЗ; T_3 – час на доведення завдань до підпорядкованих частин (підрозділів) зв'язку.

Якщо вважати, що є час, витрачений на цикл управління $T_{ЦУ}$, час виконання частинами (підрозділами) зв'язку поставлених завдань $T_{вик}$ та директивний час виконання поставлених завдань $T_{дирек}$, то повинна виконуватися нерівність: $T_{ЦУ} + T_{вик} \leq T_{дирек}$.

Звідси витрати часу на цикл управління не повинні перевищувати різниці між директивним часом і часом на виконання поставлених завдань частинами (підрозділами) зв'язку:

$$T_{ЦУ} \leq T_{дирек} - T_{вик}$$

Проте, проміжки часу, які розглядаються, зазвичай, мають стохастичний характер, що зумовлює необхідність вибору відповідного показника, який має враховувати ймовірнісний характер процесу управління зв'язком військ (сил).

Таким показником буде ймовірність виконання циклу управління СУЗ військ (сил) протягом заданого часу $P(T_i \leq T_{\text{дирек}})$.

Ймовірність завершення СУЗ циклу управління протягом заданого часу у загальному випадку може бути представлена виразом:

$$P(T_i \leq T_{\text{дирек}}) = \int_0^{T_{\text{дирек}}} f(T_i) dt,$$

де $f(T_i)$ – щільність розподілу часу тривалості циклу у $0 < T_i < T_{\text{дирек}}$; $T_{\text{дирек}}$ – директивний час.

Директивний час виконання завдань органами управління відповідного рівня на визначення замислу, прийняття рішення і планування організації зв'язку операції (бойових дій) наведений в табл. 1.

Таблиця 1

Заходи, які проводять ОУ	Директивний час, необхідний ОУ для проведення заходів		
	на тактичному рівні	на оперативному рівні	на стратегічному рівні
Визначення замислу	1 година	1,5 години	2,5 години
Прийняття рішення	4 – 6 годин	6 – 8 годин	10 – 12 годин
Планування	до 1 доби	1 – 1,5 доби	2 – 2,5 доби

Таким чином, за показник ефективності функціонування СУЗ військ (сил) визначено інтегральний показник $E_{\text{СУЗ}}$, що в подальшому дозволить на його основі обґрунтувати вимоги до перспективної СУЗ військ (сил). Як частковий показник, обрано *показник часу виконання завдань управління зв'язком*, що характеризує вимогу до оперативності цієї системи та не повинен перевищувати певний директивний час на виконання завдань управління. З огляду на стохастичність значень цього показника, для його оцінювання прийнято такий показник, як *ймовірність виконання циклу управління СУЗ військ (сил) протягом заданого часу* $P(T_i \leq T_{\text{дирек}})$.

Запропонований методичний підхід дозволяє обґрунтувати вимогу оперативності, що, як зазначалося, є однією з головних вимог до перспективної СУЗ військ (сил).

Процес управління зв'язком, як сукупність дій ОУЗ з виконання і реалізації функцій управління, здійснюється в певній послідовності, яка відображена на рис. 1.

2. Обмеження, прийняті в методичному підході

Як обмеження в методичному підході прийнято:

рівень укомплектованості ОУЗ військ (сил) становить від 70% до 100%;

ОУЗ військ (сил) мають належний рівень підготовленості, займають посаду протягом не менше, ніж 2 роки;

СУЗ військ (сил) має достатній рівень автоматизації, що виражається у наявності спеціалізованих АРМ ОУЗ;

СУЗ військ (сил) має достатній рівень математичного і програмного забезпечення;

у процесі управління зв'язком переважно використовуються формалізовані документи;

відповідно до обставин, що склалися, ОУЗ приймають обґрунтовані раціональні рішення. Структурну схему методичного підходу до вибору варіанта раціонального складу ОУЗ на основі застосування імітаційного моделювання інформаційних процесів в системі організаційного управління зв'язком наведено на рис. 2.

3. Основні положення методичного підходу

Вихідними даними для проведення досліджень (*блок 1*) будуть:

потреби військ (сил) в певній СУЗ, які зумовлені формами і способами застосування об'єднань (з'єднань) ЗС України, обсягом і змістом завдань, що покладаються на СУЗ військ (сил) та умовами виконання завдань (природно-географічними, кліматичними, метеорологічними тощо);

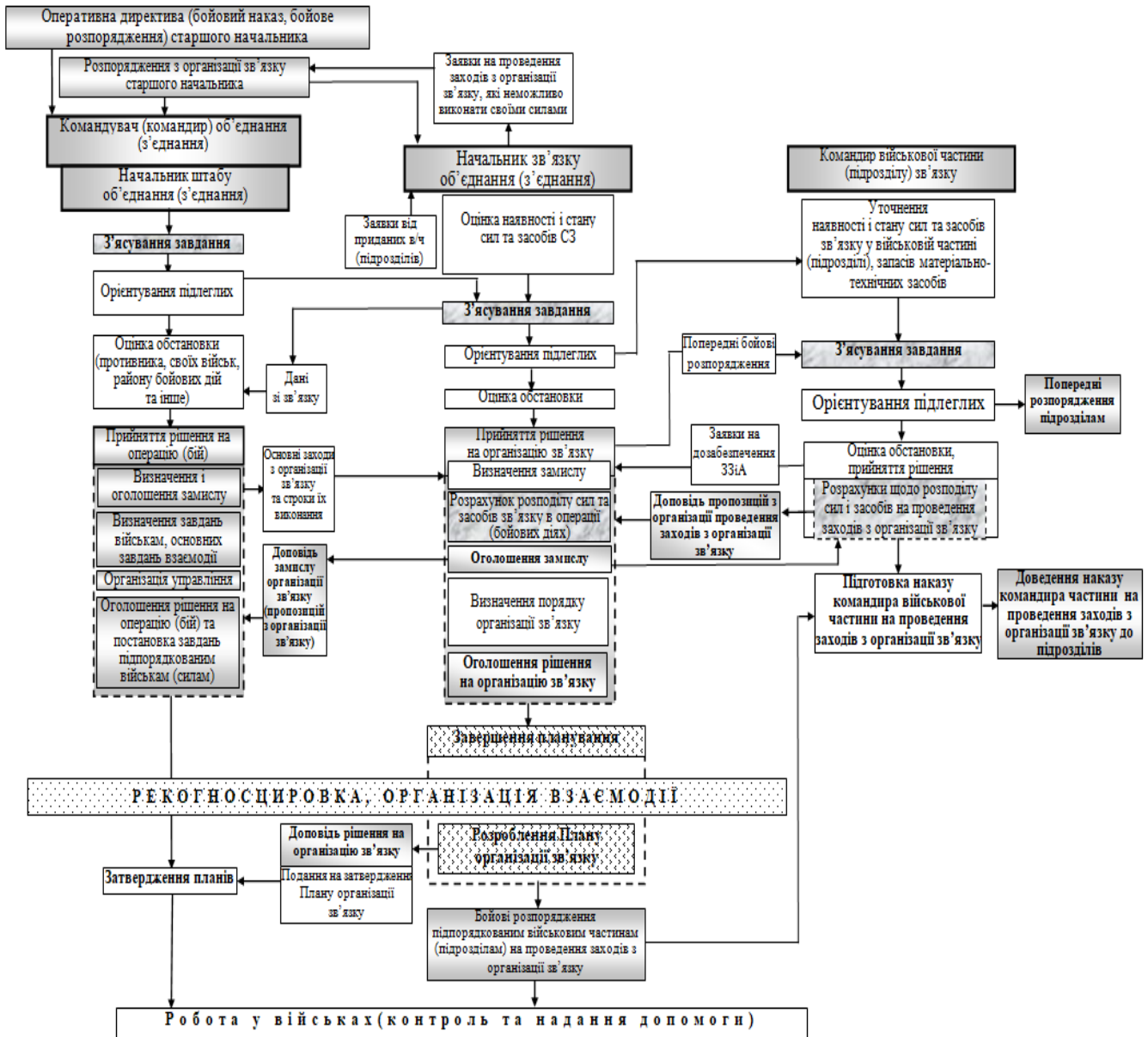


Рис. 1. Схема процесу управління зв'язком військ (сил) в об'єднанні (з'єднанні) під час підготовки та в ході проведення операції (бойових дій)

перспективної СУЗ ЗС України.

можливості нинішньої СУЗ, які визначаються рівнем укомплектованості та підготовленості ОУЗ військ (сил), оснащеністю ПУЗ військ (сил) сучасними ЗЗіА (в т. ч. АРМ), достатністю математичного і програмного забезпечення та наявністю формалізованих документів управління;

загальні вимоги (стійкість, оперативність, живучість), які висуваються до СУЗ військ (сил).

За результатами аналізу вихідних даних виявляється протиріччя між потребами у певній СУЗ та можливостями нинішньої СУЗ військ (сил) щодо виконання завдань за призначенням (блок 2).

Для розв'язання виявленого протиріччя пропонується методичний підхід, за допомогою якого можливо провести наукове обґрунтування вимог до складу ОУЗ перспективної СУЗ ЗС України.

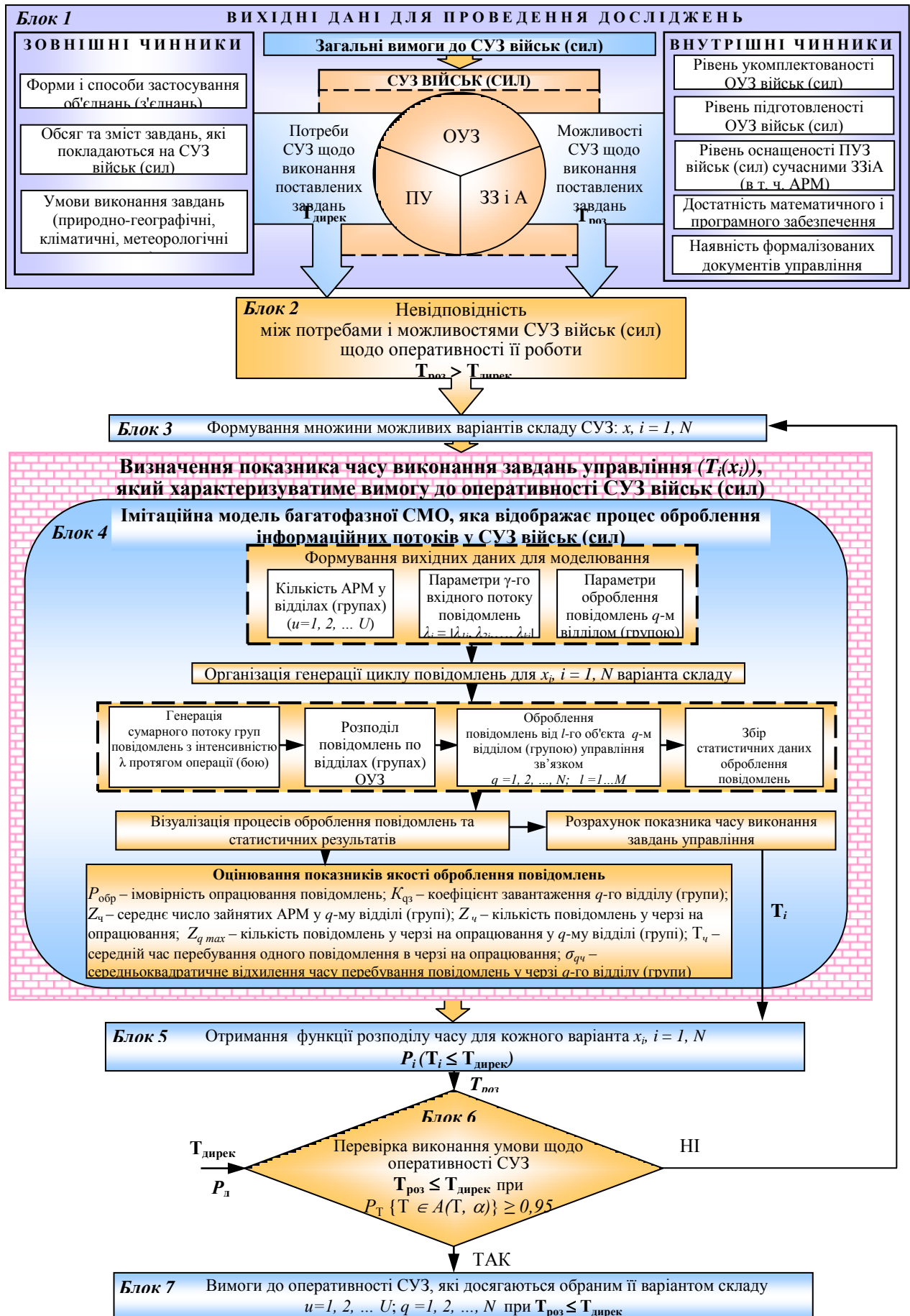


Рис. 2. Структурна схема методичного підходу до вибору варіанта раціонального складу ОУЗ на основі застосування імітаційного моделювання

Методичний підхід являє собою послідовність певних дій з розкриття (опису) способу використання обраних методів та їх взаємозв'язку для вирішення поставленого наукового завдання.

В основу методичного підходу покладено імітаційну модель багатоканальної багатофазної СМО, яка відображає процес оброблення інформаційних потоків у СУЗ військ (сил).

У **блоці 3** формується множина можливих варіантів складу СУЗ військ (сил). При цьому, необхідно враховувати: встановлену штатну чисельність органів управління зв'язком ЗС України, її перспективну структуру, доцільні варіанти розподілу особового складу за пунктами управління залежно від обсягу завдань управління в різних умовах обстановки та сценаріїв застосування військ (сил).

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 СУЗ військ (сил).

Імітаційна модель реалізована програмно на ПЕОМ, що дозволяє проводити експерименти з моделлю прогоном 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 СУЗ 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 [10, 11].

Модель являє собою абстрактний опис СУЗ 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.

3.1. Умови проведення імітаційного моделювання

Моделювання проводиться за умов особливого періоду, коли на КП різних рівнів створюються центри (групи) управління зв'язком. Саме кількість особового складу цих центрів (груп), розподіл функціональних повноважень та відповідно кількість спеціалізованих АРМ пропонується визначити в результаті моделювання

З метою підвищення достовірності результатів імітаційного моделювання пропонується інформаційні повідомлення за типами інформації поділити на групи та відповідно до цих груп класифікувати ОУЗ та провести розподіл повноважень (табл. 2).

Таблиця 2

Група повідомлень	Зміст повідомлень групи	Розподіл повноважень ОУЗ та відповідний тип спеціалізованого АРМ
1	- щодо обліку даних обстановки по зв'язку; - щодо організації зв'язку; - щодо планування застосування елементів системи зв'язку (частин зв'язку, підрозділів, вузлів, центрів, ліній, мереж тощо); - щодо оперативного управління зв'язком;	оперативний склад ОУЗ, який здійснює планування, організацію та оперативне управління зв'язком <i>АРМ першого типу</i>
2	- щодо технічного моніторингу функціонування та стану мереж зв'язку; - щодо технічного моніторингу функціонування та стану засобів зв'язку;	оперативно-технічний склад ОУЗ, який здійснює технічний моніторинг функціонування та стану мереж і засобів зв'язку <i>АРМ другого типу</i>
3	- щодо технічного забезпечення зв'язку і АСУ, резерву	оперативно-технічний склад ОУЗ,

	сил і засобів зв'язку та автоматизації; - щодо необхідності забезпечити військові частини (підрозділи) відповідними типами ЗЗіА;	який здійснює технічне забезпечення зв'язку і АСУ, резерву сил і засобів зв'язку та автоматизації <i>АРМ третього типу</i>
4	- щодо моніторингу безпеки зв'язку (моніторинг цілісності систем технічного захисту інформації, систем криптографічного захисту інформації тощо);	оперативно-технічний склад ОУЗ, який здійснює моніторинг безпеки зв'язку <i>АРМ четвертого типу</i>
5	- щодо всебічного забезпечення функціонування системи зв'язку.	оперативно-технічний склад ОУЗ, який здійснює всебічне забезпечення функціонування системи зв'язку <i>АРМ п'ятого типу</i>

Для кожної групи ОУЗ повинні бути розроблені спеціалізовані АРМ з відповідним програмним забезпеченням.

У разі виходу з ладу АРМ вважати, що протягом 10 хв. він буде замінений на резервний.

Крім того, враховуючи те, що при управлінні зв'язком буде функціонувати інформація з обмеженим доступом, доцільно спеціалізовані АРМ розробляти для використання у відкритих мережах, мережах обміну службовою інформацією (МОСІ), захищених системах обміну інформацією (ЗСОІ) з дотриманням вимог керівних та нормативних документів.

З метою підвищення імовірності оброблення повідомлень, які є важливішими за інші, пропонується передбачити можливість призначати повідомленням категорію важливості:

- надзвичайно високої важливості (прийняти таким одне з 30 повідомлень);
- високої важливості (прийняти таким одне з 20 повідомлень);
- середньої важливості (прийняти таким одне з 10 повідомлень);
- звичайне.

3.2. Основні положення імітаційного моделювання

Спираючись на результати проведених досліджень, функціонування СУЗ військ (сил) під час розроблення моделі було відображено через управління інформаційними потоками. Процес управління зв'язком військ (сил) має характер циклів, які повторюються. Похідним від нього є інформаційний процес, що відповідає загальній структурі процесу управління зв'язком. Інформаційний процес, відповідно до структури контурів управління, можна умовно поділити на внутрішній і зовнішній, кожний з яких містить потік вхідної інформації та потік інформації, який виходить.

Можливий обсяг і частота передавання повідомлень, тобто, кількість інформації, переданої за одиницю часу, характеризує щільність інформаційних потоків.

Під повідомленням будемо розуміти інформацію, що має закінчений зміст і визначену форму. Повідомлення до СУЗ можуть надходити від декількох джерел.

Прямі та зворотні зв'язки в СУЗ відображають роль директивних вказівок від ОУ та доповідей (донесень) щодо проведення заходів з організації зв'язку від підпорядкованих сил (військових частин та підрозділів) у певних умовах функціонування СУ.

З огляду на результати попередніх досліджень, можна стверджувати, що однією з принципових особливостей вирішення завдання обґрунтування вимог до перспективної СУЗ і, як наслідок, розроблення пропозицій щодо складу і чисельності її ОУ та кількості АРМ, є врахування інформаційної складової задач управління [7, 10]. Тобто, запропонований склад ОУЗ повинен забезпечити на кожному рівні управління (стратегічному, оперативному, тактичному) прийняття та оброблення всіх потоків інформації від вищих, взаємодіючих та підпорядкованих СУ, а також від підпорядкованих частин (підрозділів) із потрібною ймовірністю своєчасного оброблення $P_{обр}$. Саме вирішення цієї задачі є **необхідною умовою** для вирішення СУЗ усього комплексу завдань управління.

Розрахунок ефективності опрацювання вхідних та вихідних повідомлень ОУЗ тільки аналітичними методами викликає великі труднощі, що зумовлює необхідність використання імітаційного моделювання процесів опрацювання потоків інформаційних повідомлень у структурах ОУЗ. Така імітаційна модель дозволить враховувати зміни властивостей її об'єктів у часі, тобто буде становити собою динамічну модель.

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

Очевидно, що ефективність обслуговування вхідного потоку інформаційних повідомлень (голосовим, текстовим, графічним тощо) СУЗ військ (сил) залежить від складу її структур таких як СМО, дисципліни обслуговування заявок (у нашому випадку це інформаційні повідомлення) тощо.

Аналіз інформаційних напрямків та потоків повідомлень для часу найбільшого навантаження (*повідомлень/годину*) свідчить, що СУЗ можна розглядати як специфічну систему масового обслуговування, на вхід якої надходять потоки інформаційних повідомлень. Вони утворюють потік дискретних подій, цілком визначений безліччю моментів часу їх надходження. На практиці цей потік випадковий і значення моментів надходження повідомлень є значення випадкової величини, що задається функціями розподілу ймовірностей t_n , або інтервалу між надходженнями Δt : $\tau = t_n - t_{n-1}$.

У загальному випадку випадкові потоки повідомлень можна класифікувати за наявності або відсутності трьох основних властивостей: *стаціонарності, післядії та ординарності*.

Визначення залежності між характеристиками вхідного потоку заявок, числом каналів обслуговування, їхньою продуктивністю, особливостями їх використання та інтенсивністю обслуговування заявок є основним завданням теорії масового обслуговування (далі – ТМО), а також є основою під час розроблення імітаційної моделі процесу оброблення інформаційних повідомлень у структурах СУЗ.

Відповідно до можливого варіанту структурної схеми СУЗ (рис. 3), для опрацювання окремих типів повідомлень створюються спеціалізовані автоматизовані робочі місця (АРМ), об'єднані у центри (відділи, групи). З погляду ТМО група АРМ, виконуючи завдання опрацювання заданих типів повідомлень від вищих ОУ та підпорядкованих частин (підрозділів), становлять собою багатоканальний пристрій обслуговування заявок (повідомлень). Об'єднання цих пристроїв, відповідно до структури СУЗ, утворює багатозфазну СМО.

Дослідження такої системи передбачає, що вхідний потік у ній може розглядатися як спрощений, а параметр потоку залежить від числа заявок, які є на обслуговуванні, тобто *навантаження*.

З досвіду діяльності військ (сил) в залежності від форм застосування військ (сил), бойової обстановки, етапу планування та інших факторів пропонується розрізняти три рівні навантажень на ОУЗ щодо оброблення повідомлень (заявок): *високий, середній та низький* (табл. 3).

Ще однією важливою характеристикою, яку потрібно брати до уваги при здійсненні моделювання, є *інтенсивність обслуговування заявок*, тобто кількість оброблених заявок ОУЗ певного рівня за одиницю часу одним АРМ (однією посадовою особою ОУ). Як уже згадувалося раніше, термін “оброблена заявка” означає отримання інформаційного повідомлення та його аналіз, відпрацювання рішення ОУЗ, доведення цього рішення до ОУЗ нижчого рівня або до підпорядкованих частин (підрозділів) зв'язку, тобто виконання деякого простого циклу управління.

Інтенсивність обслуговування заявок залежить від багатьох показників, насамперед, таких:

- рівня підготовленості та кількості посадових осіб ОУЗ;
- наявності та кількості спеціалізованих АРМ;

– використання у процесі управління зв'язком формалізованих документів;

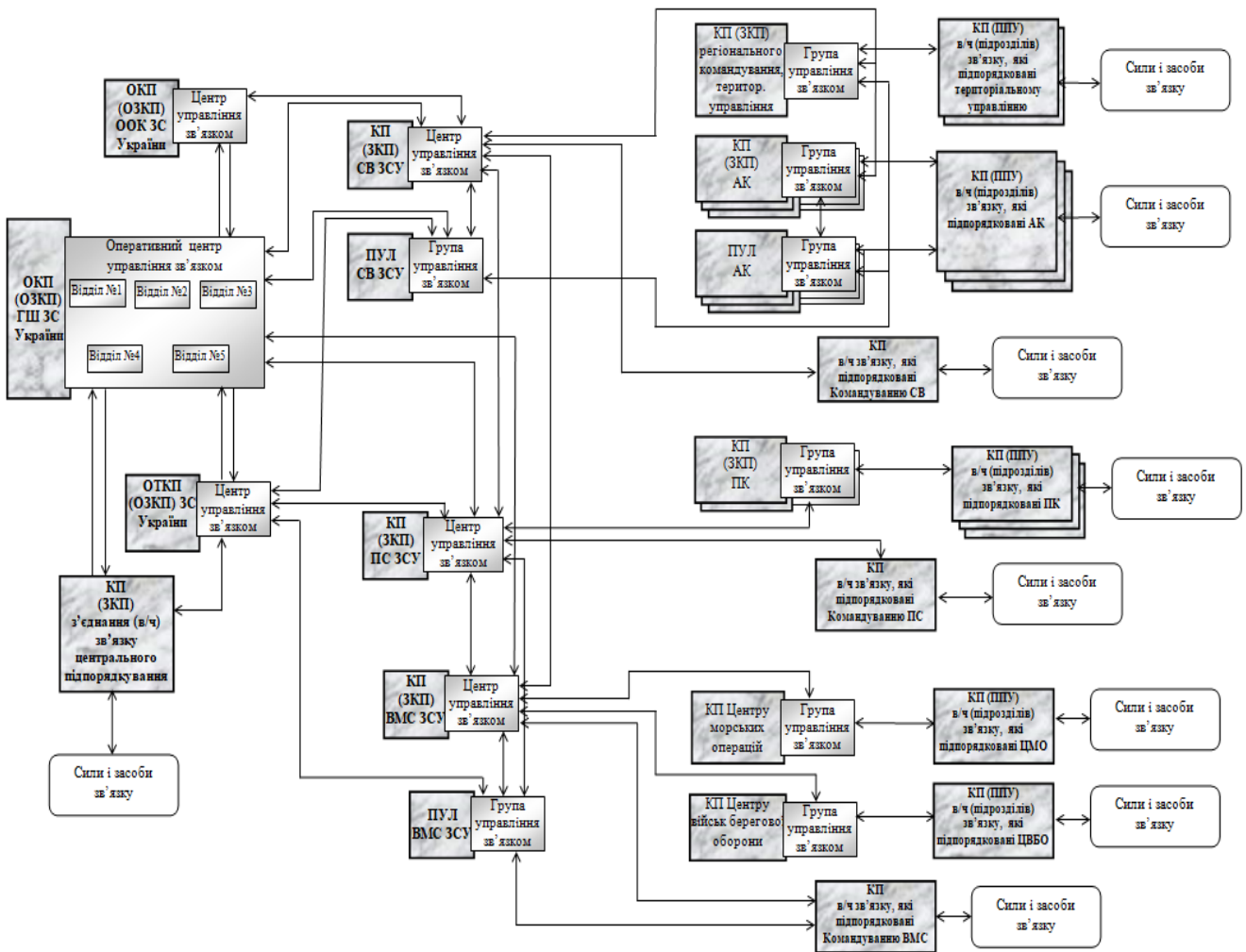


Рис. 3 Узагальнена схема функціонування СУЗ (варіант), на основі якої проведено моделювання

Таблиця 3

Рівень навантаження на ОУЗ щодо оброблення заявок	Середня кількість повідомлень (заявок), які надходять за 1 год на ПУ зв'язком		
	на тактичному рівні	на оперативному рівні	на стратегічному рівні
Низький	до 60	до 120	до 180
Середній	від 60 до 100	від 120 до 240	від 180 до 360
Високий	більше 100	більше 240	більше 360

– рівня навантаження;

– складності завдання, виконання якого вимагається у прийнятому повідомленні тощо.

Потрібно зауважити, що такі показники, як рівень підготовленості, час підготовки та оброблення повідомлень, інтенсивність вхідних повідомлень, їх складність для виконання і т.д. є випадковими величинами.

Тому дана система і розглядається як СМО. Але для проведення моделювання було проведена класифікація вхідних повідомлень за складністю виконання поставлених завдань, тобто повідомлення (директиви, накази, розпорядження), виконання яких потребує значних трудовитрат є високої складності, інші, менш трудомісткі – середньої та низької складності.

Отже, було взято деякі усереднені значення інтенсивності обслуговування заявок, які

були отримані частково як результати статистичної обробки результатів командно-штабних навчань, частково – на основі експертних оцінок (табл. 4).

Таблиця 4

Класифікація вхідного повідомлення щодо складності поставлених в ньому завдань	Інтенсивність обслуговування повідомлень (заявок), які надходять за 1 год на ПУ зв'язком, одним АРМ		
	на тактичному рівні	на оперативному рівні	на стратегічному рівні
Низької складності	до 10	до 15	до 20
Середньої складності	до 6	до 8	до 10
Високої складності	до 2	до 3	до 4

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.

Модель складається з:

- блоку генерації заявок, який призначений для формування вхідних потоків повідомлень від вищих, взаємодіючих та підпорядкованих СУ, а також від підпорядкованих частин (підрозділів);

- системи масового обслуговування, яка імітує оброблення повідомлень ОУЗ військ (сил) відповідно до рівнів управління.

На відміну від інших видів моделювання, імітаційне моделювання процесу оброблення повідомлень ОУ 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 розіграшом та статистичною оцінкою результатів моделювання. Такий розіграш здійснюється методом статистичного моделювання [11].

Модель являє собою абстрактний опис СУЗ 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. Імітаційна модель реалізуватиметься програмно на ПЕОМ, що дозволить проводити експерименти з моделлю прогоном програми на деякій множині даних, які визначатимуть середовище системи, що моделюється.

Для здійснення моделювання на ПЕОМ використовувалася професійна інструментальна система AnyLogic, яка дозволяє розробляти та досліджувати імітаційні моделі на основі останніх досягнень у галузі інформаційних технологій, теорії взаємодіючих процесів і теорії гібридних систем [11].

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.

За допомогою побудованої імітаційної моделі СМО, яка відображає функціонування СУЗ, можна проводити експерименти, змінюючи її параметри (кількість каналів оброблення інформації, АРМ, можливості АРМ з оброблення інформації тощо) 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 ОУЗ 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 зв'язком $P_i(T_i \leq T_{\text{дирек}})$ (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 СУЗ військ (сил).

Тому, на наступному етапі методичного підходу (блок 6) за встановленого директивного часу виконання завдань управління проводимо перевірку виконання умови $T_{\text{роз}} \leq T_{\text{дирек}}$ щодо оперативності СУЗ та одержуємо варіант складу СУЗ, який буде характеризуватися певним показником часу ($T_{\text{роз}}$) за відповідного рівня його достовірності P_d . При цьому, враховується те, що значення $T_{\text{роз}}$ 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 методичного підходу (блок 7) визначається вимога до оперативності СУЗ, яка досягатиметься обраним її варіантом складу та виражатиметься через кількість відповідних спеціалізованих АРМ у відділах (групах) та час виконання завдань управління.

Перевірка працездатності розробленої методики обґрунтування вимог до СУЗ ЗС України проводилася за умов та обмежень, які наведені вище.

Для отримання статистичних даних, щодо часу виконання завдань управління СЗ, були проведені унікальні експерименти для кожного варіанта складу СУЗ військ (сил). Унікальність полягала в тому, що під час кожної реалізації випадково встановлювалося початкове значення генератора випадкових чисел, який використовувався в імітаційній моделі.

Для забезпечення достатнього ступеня достовірності, отриманих статистичних даних, було проведено 50 реалізацій кожного експерименту.

У табл. 5 наведено приклад визначення чисельності можливих експериментальних варіантів складу СУЗ військ (сил) для Оперативного центру управління зв'язком ОКП ГШ ЗС України. При цьому під АРМ у таблиці розуміється сукупність оператора (посадової особи ОУ) і технічних засобів зв'язку та автоматизації з необхідним програмним та математичним забезпеченням.

Таблиця 5

Можливі варіанти складу Оперативного центру управління зв'язком ОКП ГШ ЗС України (приклад)

Структурні елементи	Можливі варіанти складу		
	1-й варіант кількість АРМ	2-й варіант кількість АРМ	3-й варіант кількість АРМ
1-й відділ (АРМ 1-го типу)	7	8	6
2-й відділ (АРМ 2-го типу)	5	5	6
3-й відділ (АРМ 3-го типу)	6	5	6
4-й відділ (АРМ 4-го типу)	3	2	4
5-й відділ (АРМ 5-го типу)	3	3	2
Всього	22	23	24

В результаті оброблення статистичних даних для кожного варіанта складу Оперативного центру управління зв'язком ОКП ГШ ЗС України, була обчислена інтегральна функція розподілу часу виконання завдань управління. На рис. 4 представлені поліноміальні залежності, які апроксимують ці функції, та побудовані графіки, що відповідають їм. Рівень достовірності апроксимації R^2 цих функцій не нижчий 0,95, що свідчить про можливість їх використання для подальших досліджень.

Далі, як показано на рис. 4, з урахуванням встановленого командувачем директивного часу на виконання завдань управління ($T_{\text{дирек}}$) та при необхідному рівні достовірності (P_d),

обирається варіант (варіанти) складу СУЗ військ (сил), що в подальшому дозволяє визначити кількісні характеристики цієї системи та необхідний час виконання завдань управління СЗ.

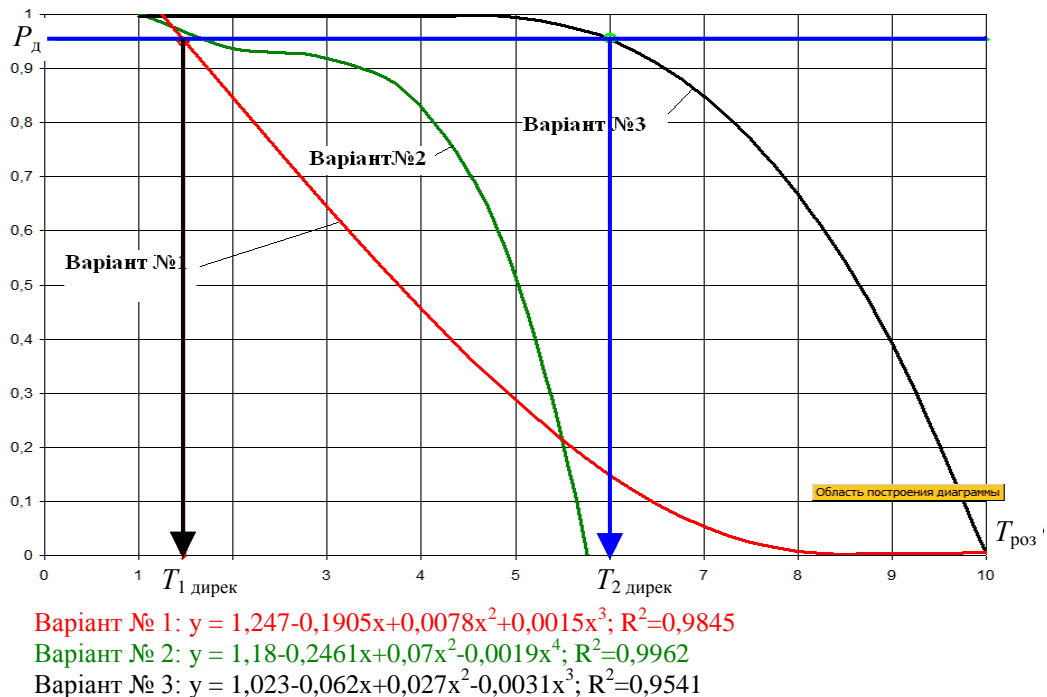


Рис. 4. Апроксимована функція розподілу часу виконання завдань управління
Оперативним центром управління зв'язком ОКП ГШ ЗС України (приклад)

Висновок. В розробленому методичному підході на відміну від існуючих:

- враховано стохастичність часу виконання завдань ОУЗ військ (сил);
- функціонування СУЗ військ (сил) представлено як процес оброблення інформаційних потоків у цій системі;
- розроблена імітаційна модель багатоканальної багатофазної СМО, яка відображає процес оброблення інформаційних потоків у СУЗ військ (сил), та реалізована на ПЕОМ з використанням професійної інструментальної системи AnyLogic.

Результати розрахунків контрольного прикладу дозволяють стверджувати про працездатність імітаційної моделі та можливість її подальшого використання.

Запропонований методичний підхід, за умови його подальшого удосконалення та отримання точних вихідних даних для моделювання, надасть можливість вирішувати завдання щодо обґрунтування необхідного складу та чисельності ОУЗ (груп управління зв'язком на ПУ), обґрунтування вимог до спеціалізованих АРМ з метою ефективного управління зв'язком в різних сценаріях застосування військ (сил).

ЛІТЕРАТУРА

1. Бовда Е.М. Концептуальні основи синтезу автоматизованої системи управління зв'язком військового призначення / Е.М. Бовда, Ю.А. Плуговий, В.А. Романюк // Зб. наук. пр. ВІТІ. – К., 2016. – № 1. – С. 6 – 17.
2. Косс В.А. Ситуаційне управління як комплекс технологій управління військовими формуваннями / В.А. Косс // Наука і оборона / Щоквартальний науково-теоретичний і науково-практичний журнал. – Київ: Міністерство оборони України, 2004. – № 3. – С. 33– 40.
3. Герасимов Б.М. Моделі надання знань для використання в системах підтримки прийняття рішень / Б.М. Герасимов, І.Ю. Субач, Є.В. Нікіфоров // Науково-технічна інформація: науково-практичний інформаційний журнал. – К.: МОН України; УкрІНТЕІ, 2005. – № 1. – С. 7 – 11.

4. Святненко В.Ю. Інформаційне забезпечення управлінських рішень / В.Ю. Святненко // Науково-технічна інформація: науково-практичний інформаційний журнал. – К.: МОН України; УкрІНТЕІ, 2005. – № 1. – С. 12 – 13.
5. Додонов О.Г. Інформаційно-аналітична підтримка прийняття управлінських рішень / О.Г. Додонов, В.Г. Путятін, В.О. Валетчик // Реєстрація, зберігання і обробка даних: Науково-технічний журнал. – К.: ІПРІ НАН України, 2005. – Том 7, № 2. – С. 77 – 93.
6. Лактионов В.И. Интеллектуальные технологии в информационно- аналитической деятельности органов военного управления: проблемы внедрения / В.И. Лактионов, А.С. Дакаев // Военная мысль: военно-теоретический журнал. – М.: Министерство обороны Российской Федерации, 2002. – № 6. – С. 60 – 64.
7. Цицюрський М.М. Методичний підхід до моделювання інформаційних процесів органу управління Об'єднаного оперативного командування міжвидовими угрупованнями військ (сил) / М.М. Цицюрський // Зб. наук. пр. ЦНДІ ЗС України. – К., 2006. – № 4 (38). – С. 5–10.
8. Романченко І.С. Деякі погляди щодо оцінки ефективності виконання органами військового управління завдань за призначенням / І.С. Романченко, Ю.А. Гусак // Зб. наук. пр. ЦНДІ ЗС України. – К., 2009. – № 2 (48). – С. 5 –10.
9. Основы теории управления войсками: Учебник / Под ред. Алтухова П.К. – М.: Воениздат, 1984. – 220 с.
10. Панченко С.М. Основні положення методики обґрунтування вимог до системи управління топогеодезичним і навігаційним забезпеченням військ (сил) / С.М. Панченко // Зб. наук. пр. ЦНДІ ЗС України. – К., 2010. – № 2 (48). – С. 5 –10.
11. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5 / Ю.Г. Карпов. – С.-Пб.: „БХВ-Петербург”, 2005. – 390 с.