

# Збройна боротьба: теорія, забезпечення, досвід

УДК 355.242

В.П. Городнов, В.В. Власюк

*Національна академія Національної гвардії України, Харків*

## МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ПОВНОТИ ТА ІМОВІРНОСТІ СВОЄЧАСНОГО ПОСТАЧАННЯ МАТЕРІАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВИКОНАННЯ СЛУЖБОВО-БОЙОВИХ ЗАВДАНЬ ЧАСТИНАМИ (ПІДРОЗДІЛАМИ) НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ В ОСОБЛИВИЙ ПЕРІОД

*З метою оцінки повноти та імовірності своєчасного постачання матеріальних засобів для виконання службово-бойових завдань частинами (підрозділами) Національної гвардії України в особливий період розроблено модель, використання якої може бути корисною заступнику командира з тилу для прийняття управлінських рішень під час організації матеріального забезпечення.*

**Ключові слова:** модель, постачання, ймовірність, матеріальні засоби, службово-бойові завдання, особливий період.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Результатом загострення суспільно-політичної обстановки в державі стало запровадження на сході України антитерористичної операції (АТО) та оголошення рішення про мобілізацію. Вказані заходи є підставою для введення особливого періоду [1]. Головними задачами проведення АТО [2] є урегулювання конфліктної ситуації між державою та населенням сходу України. Внаслідок сепаратистської діяльності другої сторони конфлікту, урегулювання ситуації вимушено перейшло до силової фази – ведення бойових дій. Тому згідно із законом [3] були залучені сили Національної гвардії (НГ) – частини (підрозділи), а також правоохоронні органи та інші військові формування за призначенням. За рішенням вищого військового командування України, кожна залучена до проведення АТО силова структура отримала визначені завдання та приступила до їх виконання. Процес виконання поставлених завдань силами НГ супроводжується витратанням різноманітних матеріальних засобів. З метою задоволення виникаючих потреб у відповідних засобах організується і здійснюється матеріальне забезпечення залучених частин НГ.

На даний момент існують керівні документи, підручники, наукові публікації, що регламентують та описують положення матеріального забезпечення. У наявних бойових статутах, настановах, підручниках по військовому тилу розглядається тактика штатних військових частин (бригад, полків, окремих батальйонів), підрозділів (батальйонів, рот, взводів) й відповідних їм ланок матеріального забезпечення (рот, взводів). У вказаних роботах визначаються дії відповідного командира та його заступників щодо ведення і порядку забез-

печення загальновійськового бою. Відомі наукові публікації розкривають способи боротьби сил правопорядку із незаконними збройними формуваннями (НЗФ). Кожен спосіб передбачає ведення службово-бойових дій, комбінація яких може бути непередбачуваною. Як варіант, може відбуватись пошук НЗФ, блокування напрямків його можливого руху, оточення, захоплення (знешкодження) та інші. Для знешкодження особливо небезпечного НЗФ, влада України уповноважена ввести правовий режим надзвичайного стану, але не більш як на 30 діб на всій території держави та не більш ніж як на 60 діб в окремих її місцевостях [4]. За сукупністю, описані джерела роблять значний внесок у розвиток теорії службово-бойового застосування Національної гвардії, проте можливість їх використання в умовах особливого періоду під час проведення АТО виявляється обмеженою. Службово-бойова діяльність (СБД), яка реалізується виконанням службово-бойових завдань (СБЗ), ведеться силами об'єднаного угруповання (ОУ) НГ. Масштаб та планові строки ведення дій по боротьбі із НЗФ істотно відрізняються від відповідних характеристик умов проведення АТО. Тому виникає потреба у доопрацюванні, а в деяких питаннях, розробленні нових підходів в організації матеріального забезпечення в умовах особливого періоду.

Джерела [5; 6] визначають типовий порядок утворення угруповання перед його застосуванням. В залежності від особливостей майбутніх завдань, обирається необхідна організаційно-штатна структура (ОШС) угруповання. Проводиться уточнення та розрахунок необхідних сил і засобів для виконання завдань. На підставі отриманих розрахунків, обґрунтовується достатній бойовий та чисельний склад (БЧС) угруповання, який є основою для роз-

рахунку потреби та утворення визначених запасів матеріальних засобів для виконання завдань на плановий період [7]. Реалізація визначених заходів завершує процес формування угруповання та дає можливість перейти до його застосування за призначенням. Таким чином, угруповання НГ формується шляхом об'єднання частин (підрозділів) на необхідний період для виконання визначених завдань.

Разом із тим, описаний порядок виявляється не повним відносно умов проведення антитерористичної операції тому, що вже сформований БЧС угруповання НГ може змінюватися в ході виконання завдань. Зміни у БЧС можуть відбуватися на вимогу вищого військового командування. Наприклад, у випадку віддання командуванням розпорядження через штаб АТО на прийом під охорону (оборону) нових об'єктів або передачу наявних. Прийом-передача об'єктів може відбуватися декілька разів на тиждень, як між підрозділами НГ, так і між іншими силовими структурами [8]. Кожний такий випадок спричиняє перерозподіл бойового та чисельно-

го складу угруповання НГ. Тому актуальність плану матеріального забезпечення на місяць може втрачатися ще до моменту завершення його складання. Постачання матеріальних засобів об'єктам угруповання може переходити у «диспетчерський» режим.

Із матеріальних засобів масової інформації можливо зробити висновок, що на даний момент об'єднане угруповання НГ має наступну структуру: орган управління – штаб, базові табори, сукупність блокпостів (БП) та опорних пунктів взводу (ВОП). Підрозділи НГ, спільно із іншими силовими структурами, розосереджені на певних лініях оборони і важливих об'єктах інфраструктури держави [8].

Кожен базовий табір (БТ) представляє собою нижчий орган управління військових частин, що входять до складу об'єданого угруповання НГ. Кожен БТ має власні сили і засоби, за допомогою яких здійснює матеріальне забезпечення відрядженого для виконання службово-бойових завдань особового складу (рис. 1).

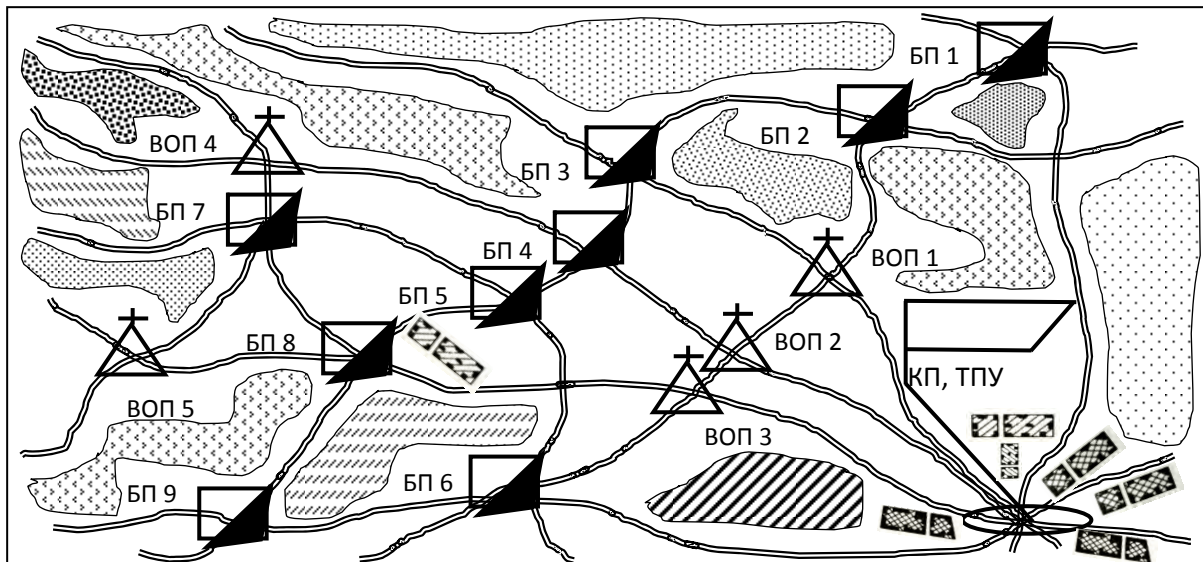


Рис. 1. Варіант виконання СБЗ на БП та ВОП в зоні проведення АТО

Матеріальне забезпечення ускладнюється тим, що споживачі розосереджені у зоні відповідальності об'єданого угруповання із різною наближеністю до неконтрольованої українськими військами зони. Проте відрив від баз постачання, порушення шляхів підвозу та евакуації не можуть служити виправданням не своєчасного забезпечення військ [9]. Кожен БП та ВОП є автономним підрозділом із власним не типовим бойовим та чисельним складом. Всебічне забезпечення об'єкту організовує командир БП або ВОП. Він не має у своєму розпорядженні штатних фахівців служб тилу. Відсутність таких фахівців покладає на командира додаткові, не притаманні йому обов'язки. Віддаленість від базового табору перешкоджає документообігу. Порушується порядок витребування належних та списання витрачених матеріальних засобів (МЗ) [10]. Польові умови ви-

конання СБЗ зменшують можливий термін зберігання матеріальних засобів, які псуються, особливо продовольства.

Зазначені обставини одночасно впливають на процес матеріального забезпечення угруповання НГ під час виконання службово-бойових завдань в зоні проведення АТО. Можливі результати зривів або випадків не повного матеріального забезпечення досліджені та розкриті у [11–13].

На даний момент у відомій науковій літературі не опубліковані систематизовані результати узагальнення та вирішення практичних проблемних питань матеріального забезпечення в зоні проведення АТО. До таких питань слід віднести відсутність інструментів для отримання прогностичних оцінок виходу фактично наявних об'ємів матеріальних засобів за гранично допустимі межі рівнів запасів із одночасним отриман-

ням числового значення ймовірності своєчасного їх підвезення. Відомі роботи [9; 14–20] ґрунтуються на негласно прийнятій гіпотезі про те, що належні заходи матеріального забезпечення, запаси, сили і засоби, які зберігають можливість успішного виконання завдань частинами НГ, існують і доводяться до військовослужбовців-споживачів своєчасно і в повному обсязі. Однак, відомі події [21–22] ставлять під сумнів зазначену гіпотезу.

Набувають чинності керівні документи, що регламентують порядок матеріального забезпечення підрозділів НГ під час проведення АТО. Наприклад, якщо в умовах мирного часу у наказі [23] за нормативний рівень забезпечення продовольством прийнято місячний запас, то в особливий період інструкція [24] визначає його із розрахунку на три доби. Така різниця між нормативними рівнями забезпечення продовольством може бути пов'язана із можливими ризиками знищення майна противником [25] та іншими особливостями виконання службово-бойових завдань в зоні АТО. Наслідком є суттєве збільшення частоти підвезення запасів та зменшення об'ємів їх постачання і відрізків часу до необхідного чергового поновлення матеріальних засобів. Зменшення об'ємів запасів збільшує ризик повного вичерпання наявних запасів у разі не урахування появи випадкової швидкості їх витрати [11]. Тому виникає потреба розроблення відповідного підходу, що може надати можливість отримувати очікувані оцінки своєчасності та повноти організації заходів постачання матеріальних засобів для виконання службово-бойових завдань силами НГ в особливий період.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Найбільш близькими до задачі, що розглядається, є публікації [9; 14–20]. У роботі [14] автор пропонує апроксимувати район виконання завдань колом, та використовувати в якості плеча підвезення отриманий радіус. Даний підхід можливо використовувати для ідеальної моделі підвезення матеріальних засобів, коли всі споживачі однаково віддалені від опорного складу (базового табору). Однак, така ідея не враховує особливостей використання існуючих автомобільних доріг, що призведе до значних похибок у розрахунках часу для поставки необхідних матеріальних засобів. Подібні задачі також розглядаються у теорії логістики, де пропонується застосовувати для вирішення транспортних задач відомі методи: найменших тарифів, північно-західного кута, потенціалів, розподільчого, Фогеля, диференційних рент та інші [15–19]. Перелічені методи направлені на реалізацію фінансових інтересів комерційних організацій. Зазначені інтереси полягають у прагненні до мінімізації витрат або максимізації прибутків. Фінансова сторона організації матеріального забезпечення є важливою, але не головною. Пріоритетними задачами є збереження життя та здоров'я особового складу. Значний внесок у моделювання та

управління тилом зроблено у роботі [20], проте у запропонованих математичних моделях не враховується можливість випадкового витрачання матеріальних засобів, що характерно для особливого періоду [11].

**Мета статті** – є розроблення варіанту моделі оцінки повноти та ймовірності своєчасного постачання матеріальних засобів для виконання службово-бойових завдань частинами (підрозділами) Національної гвардії України в особливий період.

## Виклад основного матеріалу

Матеріальне забезпечення НГ – це комплекс заходів, що проводиться у мирний та воєнний час з метою задоволення потреб військ (сил) у матеріальних засобах, необхідних для їх повсякденного життя та бойової діяльності. Матеріальне забезпечення включає: визначення потреби у різноманітних видах матеріальних засобів (по кількості та номенклатурі), їх витребування, отримання та створення запасів, зберігання, поповнення витрат і втрат, відправку та підвіз споживачам, а також маневр запасами [26].

Матеріальне забезпечення організовується і здійснюється для своєчасного і повного забезпечення підрозділів необхідною кількістю паливно-мастильних матеріалів, продовольства, речового, медичного майна та інших матеріальних засобів [27].

Матеріальні засоби – це продукція, що використовується для забезпечення військ (сил) [26].

Матеріальне забезпечення по службах тилу організовує заступник командира з тилу. Він відповідає за: всебічну підготовку тилу; узгоджене розміщення та переміщення частин (підрозділів) тилу; підвезення матеріальних засобів (крім ракет, які доставляються спеціальними транспортними засобами); використання автотранспортних підрозділів, підготовку, підтримання у проїжджому стані і використання шляхів підвезення та евакуації; тилове і технічне забезпечення по підпорядкованих службах; захист, оборону і охорону тилових об'єктів; організацію зв'язку тилу та управління ним.

Для безперебійного забезпечення підрозділів матеріальними засобами створюються в установлених розмірах військові запаси, які утримуються у бойових та інших машинах, при озброєнні й особовому складі, а також у транспортних засобах підрозділів матеріального забезпечення.

Обчислення потреби забезпеченості угруповання матеріальними засобами здійснюється у розрахунково-постачальних одиницях (РПО), а також у інших одиницях виміру (масі, об'ємі, штуках та інших). Під РПО розуміють умовно прийняту величину, яка застосовується під час визначення забезпеченості військ матеріальними засобами, обчислення потреби у них, а також установлення норм витрат і запасів. В якості РПО прийняті: по боеприпасам – бойовий комплект; по пальному і рідкому

ракетному паливу – заправка; по продовольству – добова дача; по хімічному майну – комплект і зарядка; по інших матеріальних засобах – комплект [9].

Військові запаси поділяються на витратну частину та непорушні (по пальному та боєприпасах – незнижувані) запаси. Непорушні запаси можуть витрачатися лише у разі крайньої необхідності з дозволу старшого начальника [27]. За сукупністю, витратні  $[Q_{ij}^{\text{витр.ф}}(t_{ij})]$  та непорушні (встановлені)  $[Q_{ij}^{\text{вст}}(t_{ij})]$  запаси формують фактичний поточний рівень забезпечення  $[Q_{ij}^{\text{п.ф}}(t_{ij})]$  по відповідному місцю споживання (і) та по кожному виду матеріальних засобів (j):

$$Q_{ij}^{\text{п.ф}}(t_{ij}) = \begin{cases} Q_{ij}^{\text{витр.ф}}(t_{ij}) + Q_{ij}^{\text{вст}}, & \text{якщо } [Q_{ij}^{\text{витр.ф}}(t_{ij}) + Q_{ij}^{\text{вст}}] \geq Q_{ij}^{\text{вст}}; \\ Q_{ij}^{\text{вст}}(t_{ij}), & \text{якщо } [Q_{ij}^{\text{витр.ф}}(t_{ij}) + Q_{ij}^{\text{вст}}] < Q_{ij}^{\text{вст}}, \end{cases}$$

$$(i = 1, \dots, I^{\text{max}}, j = 1, \dots, J_i^{\text{max}}), \quad (1)$$

де  $Q_{ij}^{\text{п.ф}}(t_{ij})$  – поточний фактичний рівень запасу матеріального засобу, [РПО];  $Q_{ij}^{\text{витр.ф}}(t_{ij})$  – фактична витратна частина запасу матеріального засобу, [РПО];  $Q_{ij}^{\text{вст}}$  – встановлений (незнижуваний) запас матеріального засобу до моменту вичерпання витратної частини, [РПО];  $Q_{ij}^{\text{вст}}(t_{ij})$  – встановлений (незнижуваний) запас матеріального засобу на момент, коли витратну частину вже вичерпано [РПО];  $t_{ij}$  – поточний момент часу виконання дій (СБЗ), [доба];  $i$  – індекс, що відповідає номеру об'єкта;  $j$  – індекс, що відповідає номеру типу запасу матеріального засобу.

Із виразу (1) значення фактичної витратної частини запасу матеріального засобу  $[Q_{ij}^{\text{витр.ф}}(t_{ij})]$  можливо оцінити наступним чином:

$$Q_{ij}^{\text{витр.ф}}(t_{ij}) = \begin{cases} Q_{ij}^{\text{п.ф}}(t_{ij}) - Q_{ij}^{\text{вст}}, & \text{якщо } (Q_{ij}^{\text{п.ф}}(t_{ij}) - Q_{ij}^{\text{вст}}) > Q_{ij}^{\text{вст}}; \\ 0, & \text{якщо } (Q_{ij}^{\text{п.ф}}(t_{ij}) - Q_{ij}^{\text{вст}}) < Q_{ij}^{\text{вст}}. \end{cases} \quad (2)$$

Значення часу ( $t_{ij}$ ) перебуває в межах:

$$0 \leq t_{ij} \leq t_{ij}^{\text{max}}, \quad (3)$$

де 0 – момент часу, коли дії (виконання СБЗ) розпочато;  $t_{ij}^{\text{max}}$  – момент часу, коли в ході виконання дій (СБЗ) запас матеріального засобу повністю витрачений.

Норма забезпечення – це кількість матеріальних засобів, встановлена до видачі військовослужбовцям, підрозділам, частинам (кораблям) або з'єд-

нанням, призначена для використання у визначений проміжок часу [5]. Застосування вимірюваних параметрів норми забезпечення (РПО, штуки та інших) дозволяє визначити нормативний рівень матеріального забезпечення ( $Q_{ij}^{\text{н}}$ ) на конкретний період (проміжок часу  $t_{ij}$ ).

Необхідною складовою планування будь-якої операції є оцінка очікуваного часу її проведення та розрахунок необхідних сил і засобів. Антитерористичну операцію запроваджено у квітні 2014 року та її проведення продовжується по теперішній час (жовтень 2016) [28]. Створити для ведення дій необхідні запаси та організувати їх зберігання на місцях споживання більш ніж на два роки (04.2014 – 10.2016) є практичною проблемою. На величину запасів можуть впливати різні фактори, такі як: близькість до не контрольованої зони (як правило збільшуються запаси боєприпасів), можливість прийняти та забезпечити зберігання певного об'єму запасів (наявність обладнаних та придатних місць зберігання), обмеження по строкам зберігання матеріальних засобів, що псуються (у більшій мірі стосується продовольства) та інші. Тому нормативний рівень по кожному матеріальному засобу на відповідному об'єкті виконання СБЗ потрібно визначати окремо та у разі виникнення необхідності – корегувати.

Значення нормативного рівня запасу матеріального засобу вже містить величину встановленого (незнижуваного) рівня [9; 27]. Обидва значення є величинами визначеними керівними документами або вищим командуванням. Однак, значення нормативного рівня запасу ( $Q_{ij}^{\text{н}}$ ) не залежить від часу та має фізичний зміст константи, із якою порівнюють поточний фактичний рівень забезпечення  $[Q_{ij}^{\text{п.ф}}(t_{ij})]$ , а встановлений наявний рівень у виняткових випадках може змінюватись, тому є одночасно як константою –  $Q_{ij}^{\text{вст}}$  (не змінюється до моменту вичерпання витратних запасів), так і залежним від часу –  $Q_{ij}^{\text{вст}}(t_{ij})$  (починає змінюватись після вичерпання витратних запасів з дозволу старшого начальника).

Таким чином, якщо поточний фактичний рівень матеріальних засобів задовольняє виразу (3), то на цей момент часу постачання є повним. Реалізація повноти постачання дозволяє досягнути одну із цілей матеріального забезпечення [9; 27], що дає змогу стверджувати: виконання виразу (3) відповідає ідеальному варіанту організації тилових заходів:

$$(Q_{ij}^{\text{п.ф}}(t_{ij}) / Q_{ij}^{\text{н}}) = [Q_{ij}^{\text{витр.ф}}(t_{ij}) + Q_{ij}^{\text{вст}}] / Q_{ij}^{\text{н}} = 1 \quad (4)$$

$$(0 \leq t_{ij} \leq t_{ij}^{\text{max}}).$$

**Об'єктом** дослідження є процес виконання

службово-бойових завдань частинами (підрозділами) Національної гвардії в особливий період, що супроводжується витрачанням матеріальних засобів.

**Предметом** дослідження є оцінка повноти та своєчасності постачання матеріальних засобів для виконання службово-бойових завдань частинами (підрозділами) Національної гвардії в особливий період.

**Гіпотези та допущення.** На процес витрачання запасів відповідного виду матеріального засобу на кожному об'єкті виконання СБЗ силами НГ в зоні проведення АТО впливають різні фактори, які описані та досліджені у [11–13]. Потреба у запасах, що виникає як результат їх планового витрачання (споживання) та впливу факторів, набуває випадковий характер. Якщо ймовірність передбачити точне значення випадкової величини дорівнює нулю [29], то для оцінки можливих значень з'являється необхідність переходити до її математичного сподівання. Повнота та своєчасність (оперативність) постачання матеріальних засобів для відповідного об'єкта по кожному їх виду буде оцінюватися окремо. Такий підхід дозволить уникнути ситуації, коли при достатньо великій кількості об'єктів (понад 50) [8], загальний показник може втратити чутливість та не відображати кризовий стан декількох його складових. Порядок визначення необхідної кількості автомобілів, рейсів для підвезення матеріальних засобів представлений для техніки із штатними водіями. У разі потреби, порядок дозволяє перейти до формування автомобільної колони. Обмеження швидкості руху автомобіля (колони) визначається чинними керівними документами.

Виходячи із основних завдань матеріального забезпечення можливо зробити висновок, що найбільш суттєвими якостями процесу, що моделюється, є повнота та оперативність (своєчасність) задоволення потреб споживачів [9; 27]. Процес виконання службово-бойових завдань в зоні проведення АТО супроводжується витрачанням різних видів матеріальних засобів, наприклад, будівельних матеріалів, для обладнання або відновлення у інженерному відношенні позицій блокпосту та опорного пункту взводу; боєприпасів, у разі ведення бойових дій і відбиття нападу на об'єкти, що обороняються, та інші. З метою збереження можливості та утворення найбільш сприятливих умов для успішного виконання службово-бойових завдань, частини (підрозділи) повинні бути забезпеченими необхідними матеріальними засобами у достатньому обсязі та не пізніше критичного часу, коли нестача майна може призвести до погіршення результатів або до зриву виконання завдань [12–13].

Управління постачанням матеріальних засобів під час підготовки та в ході виконання службово-

бойових завдань силами НГ в особливий період має ґрунтуватися на прогнозі моментів часу зниження рівнів по кожному виду МЗ та недопущення їх виходу за встановлені (не знижувані) межі. З цією метою можливо використати розроблену у [11] модель витрачання матеріальних засобів (4) та оцінку часу, коли запаси матеріальних засобів приймуть значення менше встановлених (5):

$$M[Q_{ij}(t_{ij})] = Q_{ij}(0) - (V_{ij}^{\text{дет}} + M[V_{ij}^{\text{вип}}]) \cdot t_{ij}, \text{ [РПО]}, \quad (5)$$

де  $M[Q_{ij}(t_{ij})]$  – математичне сподівання потреби у запасі матеріального засобу на момент часу, що прогнозується, [РПО];  $Q_{ij}(0)$  – початковий запас матеріального засобу або його залишок, [одиниці РПО на початок дій або на фіксований момент часу, коли приймається  $t_{ij} = 0$ ];  $V_{ij}^{\text{дет}}$  – детермінована швидкість витрачання запасу матеріального засобу, [РПО/доба];  $M[V_{ij}^{\text{вип}}]$  – математичне сподівання випадкової швидкості витрачання запасу матеріального засобу, [РПО/доба];  $t_{ij}$  – визначений час виконання дій, [доба];  $i$  – індекс, що відповідає номеру об'єкта;  $j$  – індекс, що відповідає номеру типу запасу матеріального засобу.

Математичне сподівання потреби у запасі матеріального засобу ( $j$ ) на об'єкті ( $i$ ) у момент часу ( $t_{ij}$ ) може бути оцінено статистично – середнім її значенням:  $M[Q_{ij}(t_{ij})] \approx \overline{Q_{ij}(t_{ij})}$ .

Із (5) за допомогою математичних перетворень та використання ідеї виведення нерівності Чебишева отримано [8]:

$$t_{ij}^{\text{кр}} = \frac{[Q_{ij}(0) - P_{ij}^{\text{н}} \cdot Q_{ij}^{\text{вст}}(t_{ij})]}{(V_{ij}^{\text{дет}} + M[V_{ij}^{\text{вип}}])}, \text{ [доба]}, \quad (6)$$

де  $t_{ij}^{\text{кр}}$  – оцінка часу, коли фактичний запас матеріального засобу знизиться менше встановленого (незнижуваного), [доба];  $Q_{ij}^{\text{вст}}(t_{ij})$  – встановлений (незнижуваний) запас матеріального засобу, [РПО];  $P_{ij}^{\text{н}}$  – ймовірність події, яка полягає у тому, що залишок  $M[Q_{ij}(t_{ij})]$  запасу зменшиться до рівня визначеного (незнижуваного)  $Q_{ij}^{\text{вст}}(t_{ij})$ .

Після отримання значення часу (6), необхідно оцінити можливості підрозділів матеріального забезпечення для проведення постачання.

Кожний цикл постачання матеріальних засобів об'єктам НГ складається із ланцюга послідовних взаємопов'язаних заходів. Варіант послідовності заходів може бути наступним: підготовка автомобі-

ля до рейсу – завантаження автомобіля у базовому таборі – рух до першого об'єкту постачання – розвантаження частини належного майна – рух до наступного об'єкту ... розвантаження майна на останньому об'єкті – повернення до базового табору – обслуговування автомобіля після рейсу. Із даного варіанту можливо зробити висновок, що складовими процесу постачання є рух автомобіля по запланованому маршруту, завантажувально-розвантажувальні роботи, проведення необхідних технічних заходів. Виконання кожного заходу та циклу постачання в цілому передбачає витрату певного часу. Тривалість всього циклу постачання буде дорівнювати загальному часу, який може бути оцінений сумою усіх значень часових показників необхідних заходів. Значення часових показників виявляються випадковими величинами, які мають відповідні математичні сподівання. Оцінити шукані математичні сподівання можливо статистично – їх середніми значеннями.

Тому далі у розрахунках приведені середні оцінки необхідного часу. Середній загальний корисний час використання транспортного засобу ( $\bar{t}_{ij}^p$ ) для підвезення матеріальних засобів при наскрізному способі перевезень без зміни водія у рейсі [30] може оцінюватись сумою значень усіх часових показників, із яких він складається:

$$\bar{t}_{ij}^p = \bar{t}_{ij}^p + \bar{t}_{ij}^{p.3} + \bar{t}_{ij}^{T.3}, [\text{год.}], \quad (7)$$

$$(i = 1, \dots, I^{\max}, j = 1, \dots, J_i^{\max}),$$

де  $\bar{t}_{ij}^p$  – середній загальний час руху транспортного

засобу (ТЗ), [год.];  $\bar{t}_{ij}^{p.3}$  – середній загальний час, необхідний для проведення завантажувальних (розвантажувальних) робіт, [год.];  $\bar{t}_{ij}^{T.3}$  – середній час на проведення технічних заходів, [год.];  $i$  – номер об'єкта;  $j$  – номер виду МЗ.

Із досвіду військ відомо [30; 31], що оцінка часу на завантаження автомобіля приймається однаковою і для його розвантаження. Тому середній загальний час ( $\bar{t}_{ij}^{p.3}$ ), необхідний для проведення завантажувальних (розвантажувальних) робіт може бути оцінений наступним чином:

$$\bar{t}_{ij}^{p.3} = m \cdot \bar{t}_{ij}^{p.3.1}, [\text{год.}], \quad (8)$$

де  $\bar{t}_{ij}^{p.3.1}$  – середній час необхідний для проведення одного завантаження або розвантаження автомобіля матеріальними засобами, [год.];  $m$  – кількість розвантажувальних та завантажувальних автомобілів під час рейсу.

Значення середніх норм часу на проведення одного завантаження (розвантаження) автомобіля ручним способом та наливу-зливу пального представлені у табл. 1, 2 відповідно до [30–31].

Середній загальний час руху транспортного засобу ( $\bar{t}_{ij}^p$ ) залежить від відстані, яку необхідно подолати для підвезення матеріальних засобів кожному об'єкту постачання, та швидкості, із якою автомобіль здатний рухатися.

Таблиця 1

Середні норми часу завантажувальних (розвантажувальних) робіт автомобілів ручним способом

№ з/п	Найменування	Тривалість заходу [год.]	
		вдень	вночі
1	Автомобіль вантажопідйомністю від 2,5 до 4 т.	0,25	0,375
2	Автомобіль вантажопідйомністю від 4 до 7 т.	0,375	0,5
3	Автомобіль вантажопідйомністю понад 7 т.	0,5	0,625

Таблиця 2

Середні норми часу наливу-зливу пального автоцистерн

№ з/п	Найменування	Тривалість заходу [год.]	
		налив	злив
1	Автоцистерна ємністю 4000 л.	0,333–0,5	0,333–0,5
2	Автоцистерна ємністю 8000 л.	0,5–0,66	0,5–0,66

Оскільки ТЗ не може рухатися протягом всього маршруту із однаковою швидкістю, то для розрахунків приймається її середнє значення. Тому значення часу ( $\bar{t}_{ij}^p$ ) оцінюється як відношення загальної відстані підвезення до середньої швидкості руху транспортного засобу:

$$\bar{t}_{ij}^p = l_{ij}^p / \bar{V}_{T3}, [\text{год.}], \quad (9)$$

де  $l_{ij}^p$  – загальна відстань підвезення, [км];  $\bar{V}_{T3}$  – середня швидкість руху транспортного засобу (ТЗ), [км/год.].

Загальна відстань підвезення для одного транспортного засобу ( $l_{ij}^p$ ) формується із довжини відрізків маршруту руху до усіх об'єктів постачання та протяжності шляху у зворотному напрямку:

$$l_{ij}^n = l_{ij}^{3.M} + \sum_{u=1}^m (l_{ij}^0)_u, \text{ [км]}, \quad (10)$$

де  $(l_{ij}^0)_u$  – відстань між об'єктами підвезення, [км],

$m$  – кількість відстаней між об'єктами підвезення. Наприклад, для маршруту ТПУ – ВОП 3 – БП 8 – ВОП 5 (рис. 1),  $m=3$ ;  $l_{ij}^{3.M}$  – відстань зворотного маршруту руху, [км]. Якщо водій повертатиметься до базового табору тим самим маршрутом, то замість значення  $l_{ij}^{3.M}$  можливо застосовувати коефіцієнт 2, на який необхідно помножити суму відстаней між об'єктами постачання.

Середня швидкість руху транспортного засобу ( $\bar{V}_{T3}$ ) залежить від максимально дозволеної керівними документами для здійснення маршруту швидкості із урахуванням впливу на неї стану шляхів підвезення:

$$\bar{V}_{T3} = V_{T3}^{\max} \cdot K_{yp}, \text{ (} K_{yp} \leq 1 \text{)}, \text{ [км/год]}, \quad (11)$$

де  $V_{T3}^{\max}$  – максимально дозволена швидкість руху транспортного засобу, [км/год];  $K_{yp}$  – коефіцієнт умов руху, що враховує особливості дорожніх шляхів, місцевості, ступеню впливу противника та інші.

Для військової техніки максимальна швидкість руху ( $V_{T3}^{\max}$ ) визначена у [32] та дорівнює 50 км/год. Найбільш характерний для місцевості України (окрім гірських районів) коефіцієнт ( $K_{yp}$ ) має значення 0,6 [33]. Відповідно середня швидкість руху транспортного засобу ( $\bar{V}_{T3}$ ) буде дорівнювати:  $50 \cdot 0,6 = 30$  км/год. Отримане значення не суперечить вимогам керівних документів [27; 32], тому може бути прийняте у подальших розрахунках, однак у всіх випадках рух повинен здійснюватися з максимально можливою за даних умов швидкістю.

Раціональним варіантом застосуванням транспортного засобу під час рейсу для підвезення матеріальних засобів об'єктам постачання будемо вважати у разі повного використання вантажопідйомності у відповідності до його технічних характеристик [30–31].

Кількість рейсів ( $n_{ij}^p$ ) для транспортного засобу при наскрізному способі перевезень без зміни водія під час руху [30], що можливо здійснити за добу, для задоволення потреб споживачів у матеріальних засобах, оцінюється як відношення різниці 24 год. і часу  $T_{фзлг}$  [33], до суми значень часових показників попереднього виїзду:

$$n_{ij}^p = (24 - T_{фзлг}) / (\bar{t}_{ij}^p + \bar{t}_{ij}^{p.3} + \bar{t}_{ij}^{T.3}), \quad (12)$$

де 24 – тривалість доби, [год.];  $T_{фзлг}$  – час [33], необ-

хідний для задоволення фізіологічних потреб військово-вслужбовця-водія, [год.];  $\bar{t}_{ij}^p, \bar{t}_{ij}^{p.3}, \bar{t}_{ij}^{T.3}$  – описані у (7).

$$T_{фзлг} = T_{сон} + T_{їжі} + T_{ггн.}, \text{ (} T_{фзлг} < 24 \text{)}, \text{ [год.]} \quad (13)$$

Значення  $T_{фзлг}$  враховує витрату часу водієм на задоволення життєво необхідних побутових потреб. Приблизний варіант формування даного необхідного часу може бути наступним: час на відпочинок (сон), час для прийому їжі, час для виконання заходів особистої гігієни [33]. Із досвіду військ, джерело [30–31] визначає, що  $T_{фзлг}$  приблизно дорівнює 10 год.

Якщо виконується умова ( $n_{ij}^p \geq 2$ ), то виникає можливість повторного застосування транспортного засобу протягом даної доби.

Кількість транспортних засобів ( $N_{ij}^{T3}$ ), у даному випадку – автомобілів, необхідних для підвезення матеріальних засобів до об'єктів споживання оцінюється відношенням об'єму потреби, яка виникла в процесі виконання СБЗ, до добутку номінальної вантажопідйомності ( $q_{ij}^n$ ), коефіцієнту ( $K_{ij}^{BB}$ ), кількості рейсів ( $n_{ij}^p$ ):

$$N_{ij}^{T3} = Q_{ij}(t_{ij}) / (q_{ij}^n \cdot K_{ij}^{BB} \cdot n_{ij}^p), \text{ [од.]}, \quad (14)$$

де  $Q_{ij}(t_{ij})$  – потреба у запасі матеріального засобу на період ( $t_{ij}$ ), [т];  $q_{ij}^n$  – номінальна вантажопідйомність ТЗ (вказана у технічному паспорті) [т];  $K_{ij}^{BB}$  – коефіцієнт використання вантажопідйомності ТЗ;  $n_{ij}^p$  – кількість додаткових рейсів ТЗ, якщо за один виїзд перевезення здійснити неможливо.

Якщо потреба у запасах визначається у РПО, то для застосування виразу (14) необхідно перерахувати її у ваговий еквівалент. Наприклад, для продовольства, необхідно помножити кількість дободач на їх вагу.

Значення коефіцієнту  $K_{ij}^{BB}$  враховує вагові та об'ємні властивості матеріальних засобів, що підлягають перевезенню, й технічних характеристик транспортного засобу (об'єм кузова, номінальної вантажопідйомності). Для відповідних типів матеріальних засобів прийняті наступні усереднені значення  $K_{ij}^{BB}$ , наведені у табл. 3 [30].

Кількість автоцистерн або автомобілів із відповідними резервуарами ( $N_{ij}^{au}$ ), необхідних для підвезення наливних матеріальних засобів (автомобільних бензинів, дизельного палива, мастильних матеріалів

та інших) до об'єктів споживання оцінюється відношенням об'єму потреби, яка виникла в процесі виконання СБЗ, до добутку відповідної густини ( $\rho_{ij}^{M3}$ ), номінальної місткості ( $v_{ij}^H$ ), кількості рейсів ( $n_{ij}^P$ ):

$$N_{ij}^{acc} = Q_{ij}(t_{ij}) / (\rho_{ij}^{M3} \cdot v_{ij}^H \cdot n_{ij}^P), [\text{од.}], \quad (15)$$

де  $\rho_{ij}^{M3}$  – густина (щільність) наливного матеріального засобу,  $[\text{т} / \text{м}^3]$ ;

$v_{ij}^H$  – номінальна місткість цистерни (резервуару),  $[\text{м}^3]$ .

Таблиця 3

Усереднені значення коефіцієнту використання вантажопідйомності

№ з/п	Найменування матеріальних засобів	Значення коефіцієнту
1	Боєприпаси	0,76–0,97
2	Стрілецька зброя	0,45–0,79
3	Автомобільне майно	0,81–0,92
4	Продовольство	0,81–0,85
5	Речове майно	0,38–0,53

Запас ходу транспортного засобу оцінюється як відношення ємності його паливної системи ( $V_{ij}^{pc}$ ) до добутку норми ( $N_{ij}^{100 \text{ км}}$ ), коефіцієнту ( $K_p$ ):

$$S_{ij}^{T3} = V_{ij}^{pc} / (N_{ij}^{100 \text{ км}} \cdot K_p), [\text{км.}], \quad (16)$$

де  $S_{ij}^{T3}$  – відстань, яку може подолати транспортний засіб використовуючи одну заправку (км);  $V_{ij}^{pc}$  – ємність паливної системи (л.);  $N_{ij}^{100 \text{ км}}$  – норма витрати на 100 км (л);  $K_p$  – коефіцієнт, що враховує необхідні надбавки до основних норм витрачання палива через відповідні сезонні та дорожні умови ( $K_p \geq 1$ ).

Для військової техніки прийняті вимоги до запасу ходу складають 500 км [27], тому дане обмеження вступає в силу, коли з'являється необхідність перевищувати вказану відстань.

Загальним ідеальним результатом організації та проведення заходу підвезення матеріальних засобів, із урахуванням основної мети матеріального забезпечення, можливо обрати відповідність наступній умові: коли  $[Q_{ij}^{п.ф}(t_{ij}) - Q_{ij}^{вст}] > Q_{ij}^{вст}$  (2), тобто сили і засоби матеріального забезпечення будуть здатні задовольняти потреби усіх основних підрозділів, що виконують службово-бойові завдання, протягом всього часу дій необхідними матеріальними засобами по всій належній номенклатурі в межах:

$$Q_{ij}^{вст}(t_{ij}^{kp}) \leq Q_{ij}^{встр/ф}(t_{ij}) \leq Q_{ij}^H(t_{ij}); \quad (17)$$

$$(i = 1, \dots, I^{max}, j = 1, \dots, J_i^{max}),$$

де  $Q_{ij}^{вст}(t_{ij}^{kp})$  – фактична витратна частина запасу матеріального засобу знизилась менше встановленого (незнижуваного) порогу;  $Q_{ij}^{факт}(t_{ij})$  – фактична

витратна частина запасу матеріального засобу перевищує встановлений (незнижуваний) поріг;  $Q_{ij}^H(t_{ij})$  – фактична витратна частина запасу матеріального засобу відповідає нормативному рівню;  $t_{ij}$  – час виконання дій (СБЗ), [доба];  $t_{ij}^{kp}$  – час, коли фактична витратна частина запасу матеріального засобу знизилась менше встановленого (незнижуваного) порогу, [доба];  $i$  – номер об'єкта, ( $i = 1, \dots, I^{max}$ );  $j$  – номер виду МЗ, ( $j = 1, \dots, J_i^{max}$ ).

Значення часу ( $t_{ij}^{kp}$ ) та ( $t_{ij}$ ) пов'язані наступним виразом:  $Q_{ij}^{вст}(t_{ij}^{kp}) \leq Q_{ij}^{вст}(t_{ij})$ . Тобто,  $t_{ij}^{kp}$  настає, коли починається витрата встановленого (не знижуваного) запасу матеріального засобу.

Таким чином, виконання умови (16) відповідає можливому загальному найкращому варіанту організації та проведення заходів, коли постачання матеріальних засобів задовольняє споживачів по всім видам належного майна не пізніше необхідного моменту часу. Нерівність (16) відповідає вимогам критерію ефективності [34] та може бути прийнятою в якості такого критерію.

Оскільки частку незнижуваного (встановленого) запасу ( $Q_{ij}^{вст}$ ) вже закладено до нормативного рівня ( $Q_{ij}^H$ ) забезпечення [9; 27], то із виразу (4) можливо отримати показник  $[G_{ij}^{заб}(t_{ij})]$ , який характеризує відносну повноту забезпеченості кожного об'єкту по кожному виду матеріального засобу на момент часу, який прогнозується:

$$G_{ij}^{заб}(t_{ij}) = [Q_{ij}^{встр/ф}(t_{ij}) + Q_{ij}^{вст}] / Q_{ij}^H; \quad (18)$$

$$(G_{ij}^{заб}(t_{ij}) \leq 1).$$

Якщо постачання виду ( $j$ ) матеріального засобу



об'єкту (i) на момент часу (t<sub>ij</sub>) можливо вважати достатнім, то повинен виконуватись критерій, коли відношення суми запасів до нормативного рівня забезпечення перевищує значення встановленого рівня. У відносному виразі критерій набуває вигляд:

$$G_{ij}^{заб}(t_{ij}) \geq G_{ij}^{вст}(t_{ij}); (i = 1, \dots, I^{max}, j = 1, \dots, J_i^{max}), (19)$$

де  $G_{ij}^{вст}(t_{ij})$  – встановлене значення показника відносної повноти забезпеченості.

Тому вираз (19) може бути обраним в якості критерію відносної повноти постачання матеріального засобу (i) об'єкту (j).

Для отримання можливості прогнозування процесу підвезення матеріальних засобів до відповідного об'єкту споживання необхідно оцінити ймовірність своєчасного здійснення цього заходу. З цією метою звернемося до монографії [35].

Для того щоб підвезення кожного матеріального засобу до відповідних об'єктів постачання було можливо вважати своєчасним, то повинен виконуватись критерій, коли ймовірність  $[P_{ij}^{підв}(t_{ij})]$  перевищує встановлену  $[P_{ij}^{вст}(t_{ij})]$ :

$$P_{ij}^{підв}(t_{ij}) \geq P_{ij}^{вст}(t_{ij}); (i = 1, \dots, I^{max}, j = 1, \dots, J_i^{max}), (20)$$

де  $P_{ij}^{підв}(t_{ij})$  – ймовірність своєчасного підвезення матеріальних засобів;  $P_{ij}^{вст}(t_{ij})$  – встановлена ймовірність своєчасного підвезення матеріальних засобів; i – номер об'єкта; j – номер типу матеріального засобу.

Так, циклом своєчасного підвезення кожного матеріального засобу до відповідного об'єкту споживання (БП, ВОП) визначимо сукупність основних взаємопов'язаних заходів: оцінювання потреби у матеріальних засобах (5), оцінювання часу, коли рівень матеріальних засобів знизиться менше порогового (6); оцінювання часу використання транспортних засобів (7); розрахунок кількості транспортних засобів, необхідних для підвезення матеріальних засобів (14; 15); розрахунок кількості рейсів підвезення транспортними засобами, які можливо здійснити за добу (12); оцінка запасу ходу транспортних засобів (16), розміщення підрозділів (рис. 1) та інші. Закінчується цикл в момент своєчасного підвезення матеріальних засобів до об'єктів споживання. Тривалість циклу є величина випадкова, має математичне сподівання  $M[t_{ij}^{підв}]$ . Шукане математичне сподівання може бути оцінено статистично – середнім значенням часу підвезення:  $M[t_{ij}^{підв}] \approx \bar{T}_{ij}^{підв}$ . Результат оцінювання  $(\bar{T}_{ij}^{підв})$  визначає інтенсивність  $\mu_{ij}$  заходів підвезення:

$$\mu_{ij} = 1 / (\bar{T}_{ij}^{підв}), (21)$$

де  $\mu_{ij}$  – інтенсивність заходів підвезення;  $\bar{T}_{ij}^{підв}$  – середнє значення часу проведення заходів підвезення.

Для формування показника імовірності своєчасного підвезення матеріальних засобів будемо модель динаміки досліджуваного процесу, перерахувавши можливі його істотні стани.

З точки зору цілей матеріального забезпечення, процес підвезення МЗ включає два суттєвих стани. Перший стан, в якому матеріальні засоби (j) ще не доставлені до місць споживання (j), позначимо символом  $S_{n,ij}$ . Другий стан, в якому матеріальні засоби вже доставлені, позначимо символом  $S_{0,ij}$ . Напрямо переходу між станами позначимо дугою (рис. 2) з вказівкою інтенсивності переходу  $\mu_{ij}$ .

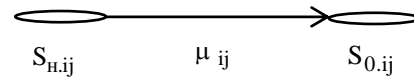


Рис. 2. Граф станів процесу підвезення матеріальних засобів

Відомо, що час проведення заходів підвезення матеріальних засобів – величина випадкова, тоді кожному стану поставимо у відповідності ймовірність перебування процесу в цьому стані:

$$S_{n,ij} \rightarrow P_{n,ij}(t_{ij}); S_{0,ij} \rightarrow P_{0,ij}(t_{ij}).$$

В приведеному прикладі ймовірність  $[P_{ij}^{підв}(t_{ij})]$  своєчасного підвезення матеріального засобу (j) до об'єкту (i) співпадає з імовірністю другого стану  $P_{0,ij}(t_{ij})$ , тому:

$$P_{ij}^{підв}(t_{ij}) = P_{0,ij}(t_{ij}), (i = 1, \dots, I^{max}, j = 1, \dots, J_i^{max}). (22)$$

Закони розподілу часу проведення заходів підвезення МЗ можуть бути різними (експоненціальний, нормальний, Пуассона та інші [29]). Існує значна кількість приблизно рівноцінних варіантів проведення необхідних заходів. Підключення кожного із варіантів можливо періодично, по мірі виникнення умов в ході звернення до моделі [(1–19)]. В цьому випадку підсумкова характеристика – тривалість  $(t_{ij}^{підв})$  циклу підвезення МЗ – виявляється величиною випадковою та визначається суперпозицією по всій сукупності варіантів моделювання.

Відмічена особливість дозволяє скористатись теоремою про умови формування найпростішого потоку подій А.Я. Хинчина [35]. Відомо, що при суперпозиції n потоків подій з довільними законами розподілу часу між подіями та за умови відсутності домінуючих інтенсивностей в окремих пото-

ках сумарний потік подій при  $(n \rightarrow \infty)$  прагне до простішого з показовим розподілом інтервалів часу між сусідніми подіями. Параметр такого потоку, позначений на рис. 2 символом  $\mu_{ij} = 1/M[\bar{T}_{ij}^{\text{підв}}]$ , має сенс інтенсивності переходу із стану  $S_{n,ij}$  в стан  $S_{0,ij}$ . В свою чергу, показовий закон розподілу випадкових інтервалів часу визначає необхідність використання апарату марковських випадкових процесів з безперервним часом та дискретними станами. Граф такого процесу представлено на рис. 2 та описується системою диференціальних рівнянь Чепмена-Колмогорова [30]:

$$\left. \begin{aligned} \dot{P}_{n,ij}(t_{ij}) &= -\mu_{ij} \cdot P_{n,ij}(t_{ij}); \\ \dot{P}_{0,ij}(t_{ij}) &= \mu_{ij} \cdot P_{n,ij}(t_{ij}), \end{aligned} \right\} \quad (23)$$

які повинні інтегруватись при початкових умовах:

$$P_{n,ij}(t_{ij} = 0) = 1; P_{0,ij}(t_{ij} = 0) = 0.$$

Із умов нормування ймовірності  $P_{n,ij}(t_{ij}) + P_{0,ij}(t_{ij}) = 1$  знайдемо ймовірність першого стану  $P_{n,ij}(t_{ij}) = 1 - P_{0,ij}(t_{ij})$  та підставимо у друге рівняння (23). Отримуємо диференціальне рівняння з роздільними змінними:

$$\begin{aligned} \dot{P}_{0,ij}(t_{ij}) &= \mu_{ij} \cdot (1 - P_{0,ij}(t_{ij})); \\ \rightarrow dP_{0,ij}(t_{ij}) / dt_{ij} &= \mu_{ij} \cdot [1 - P_{0,ij}(t_{ij})]; \\ \rightarrow dP_{0,ij}(t_{ij}) / [1 - P_{0,ij}(t_{ij})] &= \mu_{ij} \cdot dt_{ij}. \end{aligned}$$

Помножимо ліву і праву частину рівняння на (-1) та виконаємо інтегрування [36]. Знаходимо:

$$\begin{aligned} \int d[1 - P_{0,ij}(t_{ij})] / [1 - P_{0,ij}(t_{ij})] &= \int -\mu_{ij} \cdot dt_{ij}; \\ \rightarrow \ln|1 - P_{0,ij}(t_{ij})| &= -\mu_{ij} \cdot t_{ij} + C; \\ \rightarrow P_{0,ij}(t_{ij}) &= 1 - e^{-\mu_{ij} \cdot t_{ij} + C}. \end{aligned}$$

Підставляючи в отриманий вираз початкові умови  $P_{0,ij}(t_{ij} = 0) = 0$ , знайдемо значення довільної константи:  $C = 0$ . Враховуючи оцінку (21) для інтенсивності процесу підвезення матеріальних заходів та рівність (22), остаточно отримуємо шуканий вираз показника ймовірності своєчасного підвезення до об'єкту (i) виду (j) матеріального засобу постачання до моменту його виходу за встановлені межі:

$$\begin{aligned} P_{ij}^{\text{підв}}(t_{ij}) &= 1 - e^{-T_{ij}^{\text{нааявн}} / \bar{T}_{ij}^{\text{підв}}}; \\ (i = 1, \dots, I^{\text{max}}, j = 1, \dots, J_i^{\text{max}}), \end{aligned} \quad (24)$$

де  $T_{ij}^{\text{нааявн}}$  – тривалість часу, до моменту закінчення якого оцінюється ймовірність постачання матеріальних засобів;  $\bar{T}_{ij}^{\text{підв}}$  – середнє значення часу проведення заходів постачання.

Значення часу  $T_{ij}^{\text{нааявн}}$  для відповідного об'єкту постачання може бути оцінено за допомогою виразу (5), оскільки за фізичним змістом дані моменти часу є тотожними:

$$T_{ij}^{\text{нааявн}} = [Q_{ij}(0) - P_{ij}^n \cdot Q_{ij}^{\text{вст}}(t_{ij})] / (V_{ij}^{\text{дет}} + M[V_{ij}^{\text{вип}}]). \quad (25)$$

Значення часу  $\bar{T}_{ij}^{\text{підв}}$  для відповідного об'єкту постачання може бути оцінено за допомогою виразів (7; 9–10):

$$\bar{T}_{ij}^{\text{підв}} = (I_{ij}^n / \bar{V}_{\text{тз}}) + \bar{t}_{ij}^{\text{п.з}}. \quad (26)$$

За допомогою виразів (1–24) можливо сформувати вектори показників ефективності заходів постачання по кожному об'єкту, визначеним видом матеріального засобу на момент часу, що прогнозується. Вектор  $[G_{ij}^{\text{заб}}(t_{ij})]$  характеризує повноту постачання, а вектор  $[P_{ij}^{\text{підв}}(t_{ij})]$  оцінює ймовірність своєчасного підвезення матеріальних засобів:

$$\begin{aligned} \overline{G_{ij}^{\text{заб}}(t_{ij})} &= \\ = [G_{11}^{\text{заб}}(t_{11}), G_{12}^{\text{заб}}(t_{12}), \dots, G_{I^{\text{max}} J_i^{\text{max}}}^{\text{заб}}(t_{I^{\text{max}} J_i^{\text{max}}})]; \end{aligned} \quad (27)$$

$$\begin{aligned} \overline{P_{ij}^{\text{підв}}(t_{ij})} &= \\ = [P_{11}^{\text{підв}}(t_{11}), P_{12}^{\text{підв}}(t_{12}), \dots, P_{I^{\text{max}} J_i^{\text{max}}}^{\text{підв}}(t_{I^{\text{max}} J_i^{\text{max}}})]. \end{aligned} \quad (28)$$

Так у виразі (27) перша компонента  $[G_{11}^{\text{заб}}(t_{11})]$  визначає повноту забезпечення першим видом ( $i=1$ ) матеріального засобу на першому об'єкті ( $j=1$ ) постачання на момент часу, що прогнозується. Друга компонента (27) –  $[G_{12}^{\text{заб}}(t_{12})]$  визначає повноту забезпечення другого виду ( $i=2$ ) матеріального засобу на тому ж об'єкті ( $i=1$ ) на той самий момент часу. Відповідні компоненти  $[P_{11}^{\text{підв}}(t_{11}), P_{12}^{\text{підв}}(t_{12})]$  виразу (28) характеризують ймовірність своєчасного підвезення зазначених видів (1 та 2) матеріальних засобів на визначений об'єкт (1). Вирази (27) та (28) мають взаємозв'язок через час (25), який характеризує оцінку, коли фактичний запас матеріального засобу знизиться менше встановленого (незнижуваного). Більше наближення оперативного часу до значення оцінки (25) вказує на підвищення ризику виникнення події, коли запас відповідного матеріального засобу буде вичерпано, а ймовірність своєчасного його підвезення зменшиться. Одночасне застосування векторів  $\overline{G_{ij}^{\text{заб}}(t_{ij})}$  та  $\overline{P_{ij}^{\text{підв}}(t_{ij})}$  може надати можливість командирю та його заступнику з тилу не допустити вказану подію. Якщо одразу застосовувати відповідні компоненти векторів (27–28), то виникає можливість сформулювати критерій, який одночасно враховує відносну повноту забезпе-

чення по кожному визначеному виду (j) матеріального засобу та ймовірність його своєчасного підвезення кожному об'єкту постачання (i):

$$\bigcap_{i=1}^{\Gamma_{\max}} \bigcap_{j=1}^{J_i^{\max}} \left[ [G_{ij}^{\text{заб}}(t_{ij}) \geq G_{ij}^{\text{вст}}(t_{ij})] \wedge \neg [P_{ij}^{\text{підв}}(t_{ij}) \geq P_{ij}^{\text{вст}}(t_{ij})] \right] = \text{True}. \quad (29)$$

Якщо виконується критерій (29), то досягається потрібний рівень відносної повноти забезпечення із достатньої ймовірністю своєчасного підвезення кожного виду (i) матеріального засобу до кожного

об'єкту (j), що відповідає головним цілям матеріального забезпечення [9; 27].

Тому вираз (29) може бути обраним в якості критерію ефективності постачання матеріальних засобів об'єктам НГ.

У відповідності до об'єкту та мети моделювання структурна схема варіанту моделі оцінки повноти та імовірності своєчасного постачання матеріальних засобів для виконання службово-бойових завдань частинами (підрозділами) Національної гвардії України в особливий період представлена на рис. 3.

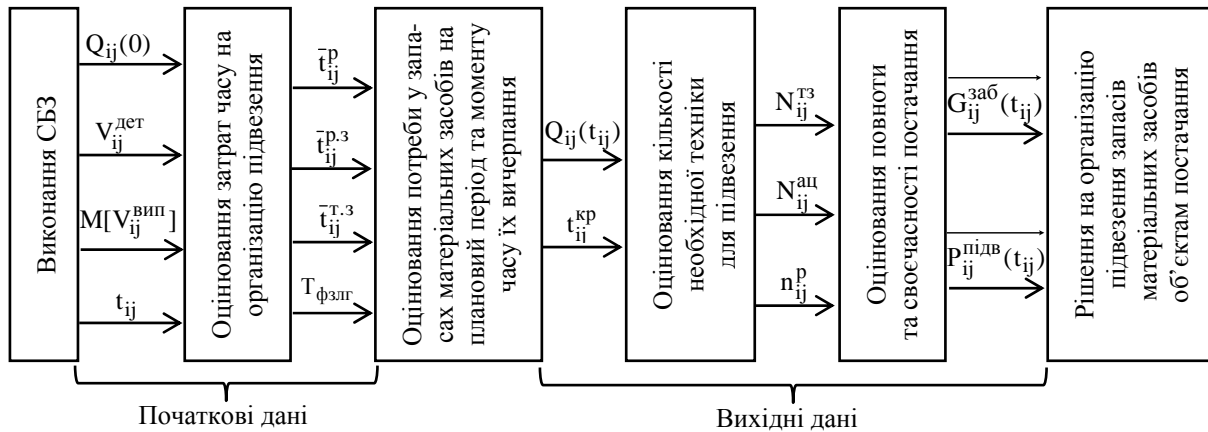


Рис. 3. Структурна схема варіанту моделі

## Висновки

Таким чином, розроблена модель [(1–29)] дозволяє оцінити відносну повноту  $G_{ij}^{\text{заб}}(t_{ij})$  [(18–19; 27)] та ймовірність  $P_{ij}^{\text{підв}}(t_{ij})$  [(20; 24; 28)] своєчасного постачання матеріальних засобів для виконання службово-бойових завдань частинами (підрозділами) Національної гвардії України в особливий період. Модель може бути використана командиром частини та його заступником з тилу для отримання оцінок ймовірностей своєчасного підвезення та компенсації витрачених матеріальних засобів усіх видів та по кожному місцю споживання. На підставі отриманих оцінок, командир частини може приймати управлінські рішення щодо недопущення зриву виконання завдань через нестачу матеріальних засобів. Модель може бути застосована для організації матеріального забезпечення в умовах особливого періоду у «диспетчерському» режимі, коли наявні плани постачання втратили актуальність.

Напрямок подальшого дослідження є розроблення моделі і методики оцінки ефективності та управління елементами матеріального забезпечення під час та в ході виконання службово-бойових завдань підрозділами (частинами) Національної гвардії України в особливий період.

## Список літератури

1. Про оборону України [Електронний ресурс]: Закон України від 06.12.1991 р. – Режим доступу до ресур-

су: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1932-12>.

2. Порошенко назвал главную задачу АТО на Донбасе [Електрон. ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://glavred.info/politika/poroshenko-nazval-glavnyuyu-zadachu-ato-na-donbasse-318343.html>.

3. Про Національну гвардію України [Електронний ресурс]: Закон України від 13.03.2014 р. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/876-18>.

4. Про правовий режим надзвичайного стану [Електронний ресурс]: Закон України від 16.03.2000 р. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1550-14>.

5. Шмаков О.М. Словник офіцера внутрішніх військ з воєнно-наукових питань [Текст] / О.М. Шмаков. – Х.: Акад. ВВ МВС України, 2009. – 518 с.

6. Черных В.В. Организационно-правовые основы деятельности органов внутренних дел в условиях чрезвычайных ситуаций природного характера [Текст]: автореф. дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.11 / В.В. Черных. – М., 2009. – 22 с.

7. Военный энциклопедический словарь в 2 томах. Т. 1 / Редкол.: А.П. Горкин, В.А. Золотарев, В.М. Карев и др. – М.: Большая Российская энциклопедия, "РИПОЛ КЛАССИК", 2001. – 848 с.

8. Карта АТО [Електрон. ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ukr.media/carta-ato/>.

9. Ткаченко В.В. Військовий тил. Ч. 1. Основи військового тилу [Текст]: навч. посіб. / В.В. Ткаченко. – К.: Нац. акад. оборони України, 2000. – 308 с.

10. Наказ про введення в дію "Положення про військовое хозяйство внутрішніх військ МВС України" від 20.05.1992 № 72 [Копія] / ГУВВ МВС України. – К.

11. Городнов В.П. Модель витрачання матеріальних засобів у групування Національної гвардії України в особливий період [Текст] / В.П. Городнов, В.В. Власюк, В.В. Овчаренко // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС, 2016. – Вип. 1 (46). – С. 146-150.

12. Городнов В.П. Модель і методика оцінки впливу елементів матеріального забезпечення на показник втрати спроможності виконання службово-бойових завдань підрозділами Національної гвардії України в особливий період [Текст] / В.П. Городнов, В.В. Власюк, В.В. Овчаренко // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС, 2016. – Вип. 3 (48). – С. 172-181.

13. Городнов В.П. Модель урахування одночасного впливу рівнів основних елементів матеріального забезпечення на можливі результати виконання бойових завдань підрозділом спеціального призначення у складі угруповання Національної гвардії спільно із представниками Державної прикордонної служби України в особливий період [Текст] / В.П. Городнов, В.В. Власюк, В.В. Овчаренко, А.В. Шевченко // Збірник наукових праць №25. Серія: військові та технічні науки; гол. ред. Олексієнко Б.М. – Хмельницький: Видавництво НАДПСУ, 2016. – С. 81-89.

14. Ролін І.Ф. Обґрунтування основних структурно-функціональних характеристик системи тилового забезпечення угруповання Національної гвардії України [Текст] / І.Ф. Ролін // Честь і закон. – 2014. – № 2. – С. 28-35.

15. Бауэрсокс Д. Логистика: интегрированная цепь поставок: пер. с англ. / Д. Бауэрсокс, Д. Клосс. – М.: Олимп-Бизнес, 2001. – 640 с.

16. Уотерс Д. Логистика. Управление цепью поставок: пер. с англ. / Д. Уотерс. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 503 с.

17. Шапиро Дж. Моделирование цепи поставок / Дж. Шапиро. – СПб.: ПИТЕР, 2006. – 720 с.

18. Модели и методы теории логистики / под ред. д.э.н., проф. В.С. Лукинского. – СПб.: Питер, 2003. – 176 с.

19. Смехов А.А. Логистика / А.А. Смехов. – М.: Знание, 1990. – 64 с.

20. Голушко И.М. Основы моделирования и автоматизации управления тылом [Текст] / И.М. Голушко, М.В. Варламов. – М.: Воениздат, 1982. – 237 с.

21. Comments.ua Коментарі [Електрон. ресурс] / АТО виявила критичний стан тилового забезпечення Збройних Сил. – Порошенко – Режим доступу до ресурсу: <http://ua.comments.ua/money/235330-ato-viyavila-kritichniy-stand-tilovogo.html> (дата звернення: 20.12.2014).

22. Порошенко: АТО показала развал системы тылового обеспечения [Електрон. ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://mignews.com.ua/sobitiya/inukraine/3180514.html>.

23. Наказ про затвердження Положення про продовольче забезпечення внутрішніх військ МВС України в мирний час від 12.09.2012 № 790 [Копія] / МВС України. – К.

24. Наказ Командувача Національної гвардії України №160 від 15.07.2014 "Про затвердження Інструкції з обладнання блокпоста та організації служби особовим складом Національної гвардії України".

25. Возле Мариуполя боевики уничтожили позиции сил АТО. Видео [Електрон. ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://hyulya.net/news/vozle-mariupolya-boeviki-unichtozhili-pozitsii-sil-ato-video.html>.

26. Военный энциклопедический словарь; в 2 томах. Том 2 / редкол.: А.П. Горкин, В.А. Золотарев, В.М. Карев и др. – М.: Большая Российская энциклопедия, "РИПОЛ КЛАССИК", 2001. – 816 с.

27. Бойовий статут Сухопутних військ Збройних Сил України. Ч. 2. Батальйон, рота [Текст]: Наказ командувача Сухопутних військ Збройних Сил України від 29.12.10 № 574. / ГШ ЗС України. – Київ.

28. Турчинов объявил о начале АТО на севере Донецкой области [Електрон. ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://ua.press.info/ru/news/show/21753>.

29. Городнов В.П. Высшая математика (популярно, с примерами): учебн. для студ. экон. спец. высш. уч. завед. Издание 3-е / В.П. Городнов. – Х.: Изд-во АБВ МВД Украины, 2013. – 380 с.

30. Петров В.П. Военские автомобильные перевозки: учебн. пособие / В.П. Петров. – М.: Воениздат, 1975. – 278 с.

31. Тактика автомобильных войск [Текст] / В.Ф. Кауковский, В.Н. Старов и др. – М.: Воениздат, 1989. – 216 с.

32. Про заходи щодо забезпечення безпеки руху на автомобільній техніці у внутрішніх військах [Текст]: директива командувача ВВ МВС України від 12. 02. 2003 р. Д-78.

33. Пісарев В.П. Методологія та організація наукових досліджень: навч. посіб. / В.П. Пісарев. – Х.: ін-т ВВ МВС України, 2006. – 96 с.

34. Городнов В.П. Теоретичні основи оцінки бойових та службово-бойових можливостей підрозділів, частин і з'єднань Національної гвардії України (при вирішенні завдань аналізу та синтезу їх чисельного складу): монографія [Текст] / В.П. Городнов, В.В. Овчаренко. – Х.: Вид. НА НГ України, 2016. – 164 с.

35. Методология и организация научных исследований: уч. пособие / В.П. Городнов. – Х.: Акад. ВВ МВД Украины, 2009 – 216 с.

36. Городнов В.П. Теоретические основы моделирования макроэкономических и других процессов и систем: моногр. / В.П. Городнов – Х.: Вид-во Ак. внутр. войск МВС Украины, 2008.

37. Городнов В.П. Математическое моделирование служебно-боевых действий Национальной гвардии: уч. пособ. / В.П. Городнов. – Х.: Изд-во НАНГ Украины, 2014. – 214 с.

Надійшла до редколегії 14.11.2016

Рецензент: д-р військ. наук, проф. Г.А. Дробаха, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків.

## МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ПОЛНОТЫ И ВЕРОЯТНОСТИ СВОЕВРЕМЕННОЙ ПОСТАВКИ МАТЕРИАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ СЛУЖЕБНЫХ-БОЕВЫХ ЗАДАЧ ЧАСТЕЙ (ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ) НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ УКРАИНЫ В ОСОБЫЙ ПЕРИОД

В.П. Городнов, В.В. Власюк

С целью оценки полноты и вероятности своевременной поставки материальных средств для выполнения служебно-боевых задач частями (подразделениями) Национальной гвардии Украины в особый период разработана модель, использование которой может быть полезной заместителю командира по тылу для принятия управленческих решений при организации материального обеспечения.

**Ключевые слова:** модель, поставки, вероятность, материальные средства, служебно-боевые задачи, особый период.

## COMPLETENESS AND PROBABILITY ASSESMENT MODEL OF MATERIAL MEANS TIMELY DELIVERY OF UKRAINE NATIONAL GUARD SUBUNITS ABILITY TO PERFORM THEIR SERVICE AND COMBAT MISSIONS IN SPECIAL PERIOD

V.P. Gorodnov, V.V. Vlasyuk

In order to assess completeness and probability of the material means delivery timeliness to implement of service and combat tasks to units and subunits of the national guard in a special period, the model was designed using of which can be useful to logistics officer in executive decision-making during the organization of material support.

**Keywords:** the model, supplies, probability, material means, service and combat tasks, a special period.