

УДК 358.231

М.М. Підгородецький

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ

КОМПЛЕКСНА МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВОДОПОСТАЧАННЯ ВІЙСЬК (СИЛ) В ОПЕРАЦІЯХ

В статті запропонована комплексна методика оцінювання ефективності водопостачання військ (сил) в операціях. Наведений порядок проведення розрахунків та запропонований вигляд результатів у відповідності до визначених показників і критерію оцінювання.

Ключові слова: ефективність водопостачання військ (сил), показники та критерій ефективності, порядок розрахунку показників.

Вступ

Постановка проблеми. Відповідно до Стратегії національної безпеки України Збройні Сили України повинні бути спроможні в будь-який час та в будь-якій ситуації захистити суверенітет, територіальну цілісність та недоторканість кордонів нашої держави. Для виконання цього завдання може бути проведена оборонна операція оперативного командування (ОК), головною метою якої є відбиття збройної агресії противника, нанесення ураження його угрупованням, утримання території (важливих рубежів, районів, місцевості), виграшу часу та створення сприятливих умов для подальших дій [1].

У протистоянні народу України агресивній політиці Російської Федерації є актуальним питання вивчення досвіду бойових дій Збройних Сил України в зоні Антитерористичної операції (АТО) на Сході нашої держави.

Бойові дії військових частин (підрозділів) в антитерористичній операції, показують, що на сучасному етапі значно ускладнились умови забезпечення їх питною водою. Аналіз даних умов дозволив встановити особливості та визначити проблемні питання, які виникають у ході вирішення завдання з водопостачання військ (сил).

Водопостачання військ (сил) доброякісною водою є обов'язковою умовою збереження їх боєздатності [2 – 6].

За ступенем важливості і тяжкості наслідків його порушення водопостачання може бути прирівняне до бойового забезпечення, так як війська, позбавлені води, або використовують забруднену воду, досить швидко втрачають свою боєздатність.

Для Збройних Сил України це проблемне питання - одне з найбільш гострих, оскільки водопостачання є необхідним і обов'язковим видом оперативного забезпечення військ [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розгляду питань вибору критеріїв та показників для оцінювання ефективності водопостачання військ

(сил) у системі інженерного забезпечення присвячена значна кількість наукових робіт [3, 4]. Проведений аналіз наукових робіт за темою забезпечення військ водою показує, що на час написання цієї статті ще не достатньо повно розглянуті питання забезпечення військ водою, так як в роботах не ставилось за мету проведення комплексного дослідження ефективності водопостачання військ (сил) в операції. У керівних документах не визначені показники та критерії оцінювання ефективності забезпечення військ водою [5, 6].

У статті запропоновано варіант розробленої комплексної методики з оцінювання ефективності водопостачання військ (сил) в операціях, вибору єдиних показників та критеріїв оцінювання ефективності функціонування системи забезпечення військ водою.

Таким чином, **метою статті** є розробка комплексної методики оцінювання ефективності водопостачання військ (сил). Також у статті наведено порядок проведення розрахунків за цією тематикою.

Основна частина

Для вирішення завдання комплексного оцінювання ефективності водопостачання військ (сил) перш за все необхідно підготувати вхідні данні, які стосуються зовнішніх та внутрішніх факторів функціонування системи водопостачання а саме:

$N_{КП}^{OC}$ – штатна кількість особового об'єкту військового призначення з урахуванням доданих підрозділів та частин, люд.;

A_1 – одиничні норми споживання води людиною, л/доб;

m – кількість медико-санітарних пунктів, од.;

A_2 , – одиничні добові норми потреби (витрати) води медичними установами, м³/добу;

$N_{ПМЗ}^{OC}$ – штатна кількість особового складу об'єкту військового призначення матеріального забезпечення з урахуванням доданих підрозділів та частин, люд.;

N_2, N_3 – кількість колісних і гусеничних машин у об'єкті військового призначення, од;

A_5, A_6 – одиничні норми на дозаправку колісної і гусеничної машини л/добу;

A_7, A_8 – одиничні норми на заправку колісної і гусеничної машини, л/добу;

A – одиничні норми потреби на спеціальну обробку, л;

$K_{УМ}^П$ – коефіцієнт, який враховує вплив конкретної обстановки на потреби у воді;

Зазначені вхідні дані є основними і дозволяють у подальшому проводити необхідні розрахунки у відповідності до запропонованої комплексної методики оцінювання ефективності водопостачання військ (сил)

Загальна структура комплексної методики оцінювання ефективності водопостачання військ (сил) зображена на рис. 1

На першому етапі проводиться визначення потреби у воді, часткових та основних показників ефективності виконання комплексу завдань з водопостачання на визначеній місцевості в оборонній операції оперативного командування, для цього виконуються такі конкретні дії:

За допомогою циклу блоку 2 забезпечується циклічність проведення розрахунків для всіх об'єктів військового призначення;

у блоці 3 проводиться розрахунок часткового показника інженерної розвідки джерел води наявними силами та засобами за виразом:

$$W_{IPj} = \begin{cases} 1, & \text{при } N_{IPOj} \geq N_{IPOПOTP}; \\ N_{IPOПOTP} / N_{IPOj}, & \text{при } N_{IPOj} \leq N_{IPOПOTP}, \end{cases} \quad (1)$$

де W_{IPj} – можливість інженерно-розвідувальних органів j -го об'єкту військового призначення щодо інженерної розвідки джерел води; N_{IPOj} – кількість інженерно-розвідувальних органів j -го об'єкту військового призначення, од.

Кількість потрібних інженерно-розвідувальних органів ($N_{IPOПOTP}$) для проведення розвідки джерел води на визначеній площі із визначеною ймовірністю та часом за виразом:

$$N_{IPOПOTP} = -\frac{(S_{Pj} \cdot \ln(1 - P_{IPj}))}{T \cdot 2 \cdot R \cdot V}, \quad (2)$$

де T – час на ведення розвідки, год.; R – радіус спостереження, км; V – швидкість переміщення інженерно-розвідувального органу; S_{Pj} – площа розвідки, км².

у блоці 4 проводиться розрахунок часткового показника видобутку води з підземних джерел наявними силами та засобами за виразом:

$$W_{ВДj} = \begin{cases} 1, & \text{при } \beta_{hk} \geq h_{ЗГВ}; \\ 0, & \text{при } \beta_{hk} \leq h_{ЗГВ}, \end{cases} \quad (3)$$

де $W_{ВДj}$ – відносна можливість видобутку води з підземних джерел силами та засобами j -го об'єкту військового призначення; β_{hk} – можливість буріння засобів k -го типу j -го об'єкту військового призначення, м; $h_{ЗГВ}$ – глибина залягання ґрунтових вод, м;

Паралельно із блоком 3 та 4 у блоці 5 проводиться розрахунок потреби у воді. Розрахунок еталонної добової потреби на господарсько-питні й медичні потреби об'єкту військового призначення (конкретного підрозділу), крім об'єкту військового призначення (військової частини) матеріального забезпечення виконуються за формулою:

$$Q_j^{ET} = \frac{N_j^{OC} \cdot A_1}{1000} + m \cdot A_2, \text{ м}^3, \quad (4)$$

де N_j^{OC} – штатна кількість особового складу j -го об'єкту військового призначення з урахуванням доданих підрозділів, люд.; A_1 – одиничні норми споживання води людиною, л/доб; m – кількість медико-санітарних пунктів, од.; A_2 – одиничні добові норми потреби (витрати) води медичними установами, м³/добу.

Розраховують еталонну добову потребу води для випікання хлібу підрозділу (військової частини):

$$C = \frac{N_j^{OC} \cdot A_x}{1000}, \text{ м}^3, \quad (5)$$

де N_j^{OC} – штатна кількість особового складу об'єкту військового призначення з урахуванням доданих підрозділів, які забезпечуються хлібом з хлібозаводу, люд.; A_x – одиничні норми забезпечення хлібом особового складу (для випікання 1 кг хлібу необхідно 1 л води) кг/добу.

Розрахунок еталонної добової потреби на господарсько-питні і медичні потреби об'єкту військового призначення матеріального забезпечення виконують за формулою:

$$Q_{ПМЗ}^{ET} = \frac{(N_{ПМЗ}^{OC} \cdot A_1)}{1000} + C + m \cdot A_2, \text{ м}^3, \quad (6)$$

де $N_{ПМЗ}^{OC}$ – штатна кількість особового складу об'єкту військового призначення матеріального забезпечення з урахуванням доданих підрозділів та частин, люд.; C – еталонна добова потреба води для випікання хлібу об'єкту військового призначення.

Розрахунок загальної еталонної добової потреби на господарсько-питні і медичні потреби об'єкту військового призначення виконують за формулою:

$$Q_{ГП}^{ET} = \sum_{j=1}^J Q_j^{ET} + Q_{ПМЗ}^{ET}, \text{ м}^3, \quad (7)$$

де $Q_{ПМЗ}^{ET}$ – еталонна добова потреба на господарсько-питні і медичні потреби об'єкту військового призначення матеріального забезпечення;

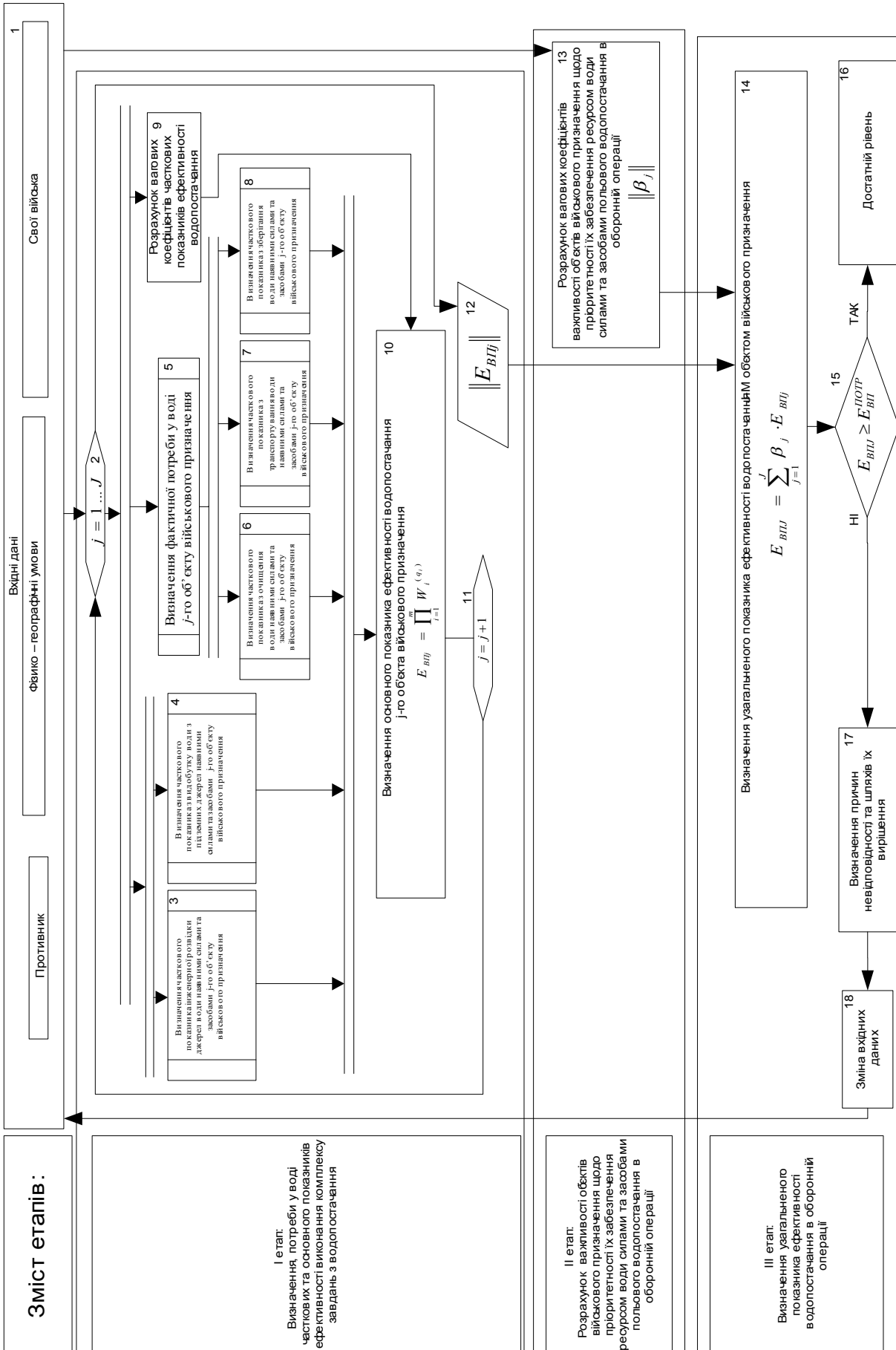


Рис. 1. Структурно-логічна схема комплексної методики оцінювання ефективності водопостачання військ (сил) в операціях

$Q_{ГП}^{ET}$ – еталонна загальна добова потреба на господарсько-питні і медичні потреби J -го об'єкту військового призначення (оперативного командування), яка розраховується підсумуванням потреб j -х об'єктів військового призначення.

Еталонна добова потреба об'єкту військового призначення на технічні потреби дорівнює

$$Q_{ГП}^{ET} = \frac{[N_2 \cdot A_5 \cdot N_3 \cdot A_6 + N_2 \cdot A_7 \cdot N_3 \cdot A_8]}{1000}, \text{ м}^3, \quad (8)$$

де N_2, N_3 – кількість колісних і гусеничних машин об'єкту військового призначення, од; A_5, A_6 – одиничні норми на дозаправку колісної і гусеничної машини л/добу; A_7, A_8 – одиничні норми на заправку колісної і гусеничної машини, л/добу.

Потреба води для проведення спеціальності обробки (за необхідності) дорівнює:

$$Q_{COJ}^{ET} = \sum_{i=1}^n N_i \cdot A / 1000, \text{ м}^3, \quad (9)$$

де N_i – кількість озброєння (техніки) i -го типу од.; A – одиничні норми потреби на спецобробку, л.

Загальна еталонна потреба у воді об'єкту військового призначення дорівнює

$$Q_{ПОТР}^{ET} = Q_{ГП}^{ET} + Q_{ГП}^{ET} + Q_{COJ}^{ET}, \text{ м}^3 \quad (10)$$

де $Q_{ГП}^{ET}$ – загальна добова еталонна потреба у воді на господарсько-питні і медичні потреби, м^3 ; $Q_{ГП}^{ET}$ – загальна добова потреба об'єкту військового призначення на технічні потреби м^3 ; Q_{COJ}^{ET} – еталонна потреба у воді для проведення спецобробки, м^3 .

Розрахунок фактичної добової потреби об'єкту військового призначення у воді визначають через еталонні значення, які залежно від конкретних умов коригують підвищувальними (знижувальними) коефіцієнтами

$$Q_{ФП}^{ET} = Q_{ПОТР}^{ET} \cdot K_{УМ}^П \cdot K_{УК}, \text{ м}^3 / \text{добу}, \quad (11)$$

де $Q_{ПОТР}^{ET}$ – еталонне значення добової потреби у воді об'єкту військового призначення $\text{м}^3 / \text{добу}$; $K_{УМ}^П$ – коефіцієнт, який враховує вплив конкретної обстановки на потреби у воді; $K_{УК}$ – коефіцієнт, який враховує укомплектованість військ.

у блоці 6 проводиться розрахунок часткового показника з очищення води наявними силами та засобами за виразом:

$$W_{Oчj} = \begin{cases} 1, & \text{при } Q_{Oчj} \geq Q_{ФПj}; \\ Q_{Oчj} / Q_{ФПj}, & \text{при } Q_{Oчj} \leq Q_{ФПj}, \end{cases} \quad (12)$$

де $W_{Oчj}$ – можливість очищення води силами та засобами j -го об'єкту військового призначення; $Q_{ФПj}$ – фактична потреба у воді j -го об'єкту військового призначення, м^3 ; $Q_{Oчj}$ – кількість води яка може бути видана з пункту водопостачання j -го об'єкту військового призначення, м^3 .

Під час проведення розрахунку враховують кількість і тип засобів польового водопостачання; їх продуктивність; фактичний час роботи засобу на пунктах водопостачання; імовірність застосування засобів у даній ланці в умовах конкретної місцевості; коефіцієнт, який враховує умови виконання завдання за формулою:

$$Q_{Oч} = \sum_{m=1}^n N_m \cdot q_m \cdot t_{УТР} \cdot P_m \cdot K_{УМ}, \text{ м}^3, \quad (13)$$

де $Q_{Oчj}$ – кількість води яка може бути видана з пункту водопостачання, м^3 ; N_m – кількість засобів видобутку (очищення) води; q_m – продуктивність засобів, $\text{м}^3 / \text{год}$; P_m – імовірність використання m -го засобу в даному районі; $t_{УТР}$ – час безпосередньої роботи засобу видобутку (очищення) води на пункті водопостачання год.; $K_{УМ}$ – коефіцієнт, який враховує умови виконання завдань.

Кількість засобів (N_m) визначають за штатами і таблицями; продуктивність за тактико-технічними даними.

Розрахунок часу роботи засобів ($t_{УТР}$) залежить від загального часу (T), який буде мати підрозділ (обслуга) на виконання завдань в даній обстановці, а також від часу на непродуктивні операції та виконують за формулою:

$$t_{УТР} = T - \sum_{s=1}^s t_s \text{ год}, \quad (14)$$

де T – час, який має підрозділ (рахунок) на виконання завдань у даній обстановці; $\sum_{s=1}^s t_s$ – сумарний час, який витрачається на непродуктивні операції, у тому числі: t_1 – час на організацію виконання завдань зазвичай приймають у взводі – 0,3–0,5 год.; у роті – 1,5–2,0 год.; t_2 – час на висування до району обладнання пункту водопостачання (залежить від відстані (L) і швидкості руху (V)); t_3 – час на розвідку джерела води. Під час виконання силами штатних розрахунків цей час приймається 0,5–1,0 година; t_4, t_5 – час на розгортання (згортання) засобів.

у блоці 7 проводиться розрахунок часткового показника з транспортування води наявними силами та засобами за виразом:

$$W_{ТРj} = \begin{cases} 1, & \text{при } T \geq T_{ТРj}; \\ T / T_{ТРj}, & \text{при } T \leq T_{ТРj}, \end{cases} \quad (15)$$

де $W_{ТРj}$ – можливість транспортування води силами та засобами j -го об'єкту військового призначення; $T_{ТРj}$ – час на транспортування потрібної кількості води силами та засобами j -го об'єкту військового призначення.

Час на транспортування потрібної кількості води силами та засобами j -го об'єкту військового призначення визначається за виразом:

$$T_{ЗВ} + 2 \cdot \sqrt{(x_j - x_{ПЗ})^2 + (y_j - y_{ПЗ})^2} \times \\ \times \prod_{l=1}^3 K_{li} \cdot \left(\sum_{k=1}^n Q_{ТРkj}^M \cdot N_{kj} / Q_{ФПj} \right) \\ T_{ТРj} = \frac{}{V_H \cdot \prod_{s=1}^4 K_s} \quad (16)$$

де $T_{ЗВ}$ – час на завантаження (заливання) розвантаження (злив) води приймається із розрахунку 1 м^3 за 0,25 год;

$x_j; y_j$ – координати розташування j -го об'єкту військового призначення;

$x_{ПЗ}; y_{ПЗ}$ – координати розташування пункту польового водопостачання з якого здійснюється забезпечення водою j -го об'єкту військового призначення;

$\prod_{l=1}^3 K_{li}$ – добуток коригувальних коефіцієнтів,

які враховують вплив зовнішніх факторів на транспортування води ($K_{ПР}$ – вплив противника; $K_{КД}$ – пора доби; $K_{ЩД}$ – щільність дорожньої мережі).

$Q_{ТРkj}^M$ – об'єм води який може транспортувати k -ий тип засобу транспортування j -го об'єкту військового призначення;

N_{kj} – кількість засобів транспортування k -го типу j -го об'єкту військового призначення;

V_H – нормативна швидкість руху, км/год (для колон з колісної техніки дорівнює 20-25 км/год.; для змішаних колон або колон з гусеничної техніки – 10-15 км/год.);

$\prod_{s=1}^4 K_s$ – добуток коригувальних коефіцієнтів,

які враховують характеристики місцевості ($K_{П}$ – пересіченість рельєфу місцевості; $K_{ДП}$ – якість дорожнього покриття; $K_{ПРЧ}$ – ширина проїжджої частини; $K_{ТК}$ – коефіцієнт, який враховує зміну швидкості руху військ від глибини колони).

у блоці 8 проводиться розрахунок часткового показника з транспортування води та зберігання води наявними силами та засобами за виразом:

$$W_{ЗБj} = \begin{cases} 1, & \text{при } \sum_{\eta=1}^n \beta_{\eta j} \cdot N_{\eta j} \geq Q_{ФПj}; \\ \sum_{\eta=1}^n \beta_{\eta j} \cdot N_{\eta j} / Q_{ФПj}, & \text{у іншому випадку,} \end{cases} \quad (17)$$

де $W_{ЗБj}$ – можливість зберігання води силами та засобами j -го об'єкту військового призначення;

$\beta_{\eta j}$ – можливість засобів зберігання η -го типу j -го об'єкту військового призначення;

$N_{\eta j}$ – кількість засобів зберігання η -го типу j -го об'єкту військового призначення;

$Q_{ФПj}$ – фактична по треба у воді яка підлягає зберіганню j -го об'єкту військового призначення;

у блоці 9 проводиться розрахунок вагових коефіцієнтів часткових показників;

у блоці 10 на основі вихідних даних блоків 3,4,6,7,8,9 проводиться розрахунок основного показника ефективності водопостачання об'єктом військового призначення.

Основні показники ефективності виконання завдань з водопостачання j -м об'єктами військового призначення ($E_{ВПj}$). Вони характеризують ступінь досягнення мети водопостачання за рахунок ефективності у виконанні завдань під час водопостачання j -ми об'єктами військового призначення та кількісно визначаються за виразом:

$$E_{ВПj} = \prod_{i=1}^m W_i^{(q_i)} \quad (18)$$

де $W_{ІРj}$ – частковий показник відносних можливостей з розвідки джерел води j -ми об'єктами військового призначення;

$W_{ВДj}$ – частковий показник відносних можливостей з видобутку води з підземних джерел j -ми об'єктами військового призначення;

$W_{ОЧj}$ – частковий показник відносних можливостей з очищення води j -ми об'єктами військового призначення;

$W_{ТРj}$ – частковий показник відносних можливостей з транспортування води j -ми об'єктами військового призначення;

$W_{ЗБj}$ – частковий показник відносних можливостей з зберігання води j -ми об'єктами військового призначення;

q_i – ваговий коефіцієнт важливості часткового показника.

у блоці 11 здійснюється цикл для перевірки умови перебору усіх об'єктів військового призначення;

у блоці 12 здійснюється виведення результатів основних показників ефективності виконання комплексу завдань з водопостачання за всіма об'єктами військового призначення у масив.

На другому етапі здійснюється оцінювання важливості об'єктів військового призначення щодо пріоритетності їх забезпечення водою їх в операції, для цього виконуються такі конкретні дії:

у блоці 13 виконується розрахунок вагових коефіцієнтів ($\beta_j^{БП}$) бойових потенціалів об'єктів військового призначення на основі яких формується матриця вагових коефіцієнтів цих об'єктів.

На третьому етапі (блок 14) проводиться визначення узагальненого показника ефективності водопостачання із врахування вагових коефіцієнтів об'єктів військового призначення;

Для комплексного оцінювання ефективності системи водопостачання військ (сил) в операції, як узагальнений показник у роботі обрано показник ($E_{ВП}$). Він характеризує ступінь досягнення мети водопостачання за рахунок ефективності у виконанні комплексу завдання з водопостачання всіх об'єктів військового призначення та кількісно визначається за формулою:

$$E_{ВП} = \sum_{j=1}^J (\beta_j \cdot E_{ВПj}), \quad (19)$$

де $E_{ВП}$ – основні показники ефективності виконання завдань з водопостачання j -ми об'єктами військового призначення; j – об'єкт військового призначення, $j=1 \dots J$.

У блоці 15 проводиться визначення ступеню досягнення значення ефективності водопостачання військ (сил) в операції за обраним критерієм потрібного рівня.

Критерієм оцінювання ефективності водопостачання в роботі запропоновано умову $E_{ВП} \geq 0,8$.

У блоці 16 у разі виконання умови блоку 15 проводиться прийняття рішення про достатній рівень ефективності водопостачання.

У блоці 17 у разі невиконання умови блоку 15 проводиться аналіз та визначення причин виникнення невідповідності та можливих шляхів їх усунення.

У блоці 18 проводиться зміна вхідних даних.

Висновки

Таким чином, запропонована комплексна методика оцінювання ефективності водопостачання військ (сил) в операції у відповідності до показників і критерію оцінювання, дозволяє проводити оцінювання ефективності водопостачання об'єктами військового призначення наявними силами та засобами польового

водопостачання, а також виробляти відповідні рекомендації щодо її (ефективності) підвищення. При цьому запропоновані показники та критерії відповідають таким основним вимогам, як: критичність (чутливість до змін параметрів, які досліджуються); простота (зрозумілий фізичний зміст, зручність проведення розрахунків, та проведення налізу); можливість врахування випадкових процесів.

В залежності від умов обстановки, матеріально-технічного забезпечення та наявного часу на проведення розрахунків методика передбачає проведення розрахунків як на паперових носіях за допомогою калькулятора, так і розрахунків на одній ПЕОМ або в локальній обчислювальній мережі з використанням спеціального програмного забезпечення (СПЗ) системи оперативного-тактичних розрахунків та імітаційного моделювання.

Як правило, для збільшення точності і ретельності розрахунків слід використовувати СПР ОТР, більш грубі, так звані експрес оцінювання, доцільно використовувати тільки при відсутності ПЕОМ.

Список літератури

1. Стратегія національної безпеки України [Текст]: затв. Указом Президента України [від 26.05.2015 № 287/2015]. – К., 2015. – 17 с.
2. Юрков Б.Н. Исследование операций [Текст] / Б.Н. Юрков. – М.: ВИА. 1990. – 205 с.
3. Мальшиев В.А. Полевое водоснабжение войск / В.А. Мальшиев. – М.: ВИА, 1990. – Ч. 2: Оборудование и содержание пунктов водоснабжения в бою и операции. – 142 с.
4. Мельницький В.І. Фактори, які впливають на інженерне забезпечення військ / В.І. Мельницький // Збірник праць. – К.: АЗСУ, 1998. – № 4. – С. 18-21.
5. Руководство по полевому водоснабжению войск. М.: Воениздат, 1985. – 175 с.
6. Полевое водоснабжение войск. – М. Воениздат, 1985. – 197 с.

Надійшла до редколегії 16.05.2016

Рецензент: д-р техн. наук, доц. Т.Л. Куртсеїтов, Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, Київ.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ВОЙСК (СИЛ) В ОПЕРАЦИЯХ

Н.Н. Пидгородецкий

В статье предложена комплексная методика оценки эффективности водоснабжения войск (сил) в операциях. Приведен порядок проведения расчетов и предложен вид представления результатов в соответствии с определенными показателями и критерия оценки.

Ключевые слова: эффективность водоснабжения войск (сил), показатели и критерий эффективности, порядок расчета показателей.

COMPREHENSIVE ASSESSMENT METHODS OF WATER EFFICIENCY TROOPS (FORCES) IN OPERATIONS

М.М. Pidhorodetskiy

The paper proposes a complex method of evaluating the effectiveness of water supply of troops (forces) in operations. The order of settlement and proposed form of presentation of the results according to specific indicators and assessment criteria.

Keywords: efficiency of the water supply of troops (forces), run and stabilize performance criterion, procedure for calculating the indices.