

*Неклонський І.М., ст. викл., НУЦЗУ*

**МЕТОДИКА СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНОГО АНАЛІЗУ  
ОРГАНІЗАЦІЇ ВЗАЄМОДІЇ МІЖ ЧАСТИНАМИ  
ТА ПІДРОЗДІЛАМИ ВНУТРІШНІХ ВІЙСЬК МВС УКРАЇНИ  
ТА ФОРМУВАННЯМИ СИЛ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ  
ПРИ ВИНИКНЕННІ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**  
(представлено д-ром техн. наук Комяк В.М.)

Запропоновано методику структурно-функціонального аналізу організації взаємодії між частинами та підрозділами внутрішніх військ МВС України та формуваннями сил цивільного захисту, що дасть можливість удосконалити організаційне забезпечення взаємодії між підрозділами різного підпорядкування при виникненні надзвичайних ситуацій

**Ключові слова:** взаємодія, структурно-функціональний аналіз

**Постановка проблеми.** Взаємодія рятувальних сил з підрозділами інших міністерств і відомств в ході ліквідації наслідків НС полягає в узгоджених за місцем, часом, завданням і способам їх виконання спільних діях органів управління, підрозділів, служб різного призначення та підпорядкованості, що забезпечують комплексне, найбільш ефективно і повне використання їх можливостей в інтересах проведення робіт в короткі терміни, а також ліквідацію наслідків НС з найменшими затратами.

Якщо розглядати процес організації ліквідації НС як поєднання організаційно-управлінських, інженерно-технічних та оперативно-тактичних рішень, що забезпечують успіх оперативних дій по її ліквідації, то ефективність виконання задач підрозділами різного підпорядкування буде залежати, насамперед, від організації взаємодії щонайменше двох суб'єктів при відпрацюванні та реалізації цих рішень.

Організація спільних заходів складається з етапів попередньої і безпосередньої (оперативної) підготовки до їх проведення. [1] Основною проблемою в організації спільних заходів є визначення пріоритетних напрямів взаємодії та найбільш

ефективного механізму взаємодії всіх структурних елементів суб'єктів взаємодії. Визначення пріоритетних напрямів взаємодії між різними формуваннями цивільного захисту у разі виникнення НС має відбуватись в процесі розробки організаційно-управлінських рішень ще на попередньому етапі під час розроблення планів взаємодії. Це потребує науково обґрунтованих пропозицій і рекомендації щодо прийняття таких рішень.

Сучасні наукові праці присвячені, перш за все, вирішенню проблем удосконалення службової та оперативної діяльності підрозділів різних міністерств і відомств як окремих систем, і поки ще не достатньо досліджені організаційні проблеми взаємодії рятувальних сил з підрозділами інших міністерств і відомств при підготовці до НС і ліквідації їх наслідків, що стримує наукове забезпечення розробки нормативно-правових та оперативних документів у цій сфері. З огляду на це, стає необхідним розглянути результати наукових досліджень, основна задача яких - удосконалення організаційного забезпечення взаємодії шляхом розробки механізму взаємодії між підрозділами різного підпорядкування при виникненні НС.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Для реалізації цього завдання в роботах [2-6] розглянуто комплекс базисних методів, методик, способів і засобів їх реалізації в організації та побудові науково-практичної діяльності в галузі забезпечення ефективної системи взаємодії при ліквідації НС на прикладі дослідження спільної діяльності внутрішніх військ МВС України та рятувальних сил цивільного захисту (ЦЗ). Це дозволяє провести структурно-функціональний аналіз системи взаємодії та визначити пріоритетні напрямки її організації при вирішенні відповідних задач серед множини НС, визначених Класифікатором надзвичайних ситуацій ДК019:2010.

**Постановка завдання та його вирішення.** З метою організаційного забезпечення взаємодії між підрозділами різного підпорядкування при виникненні НС пропонується розглянути сформовану методіку структурно-функціонального аналізу організації взаємодії між частинами та підрозділами внутрішніх військ МВС України та формуваннями сил ЦЗ.

Методика базується на визначеннях та математичних моделях, що викладені у [2-6] та положеннях [8-11]. Аналіз

варіантів організації взаємодії передбачає визначення та підготовку вихідних даних, розрахунок показників структурно-функціональної подібності завдань суб'єктів взаємодії, визначення пріоритетних напрямків структурно-функціональної та між цільової взаємодії та розрахунок показників повноти організації взаємодії службово-бойових систем та визначення пріоритетного ряду аналізованих варіантів організації взаємодії.

Вихідні дані містять: завдання, що вирішуються суб'єктами взаємодії; перелік функціональних та структурних елементів структурно-функціонального простору взаємодії; функціональні (структурні, структурно-функціональні) базиси завдань; функціональний, структурний та структурно-функціональний базиси взаємодії.

Вихідні дані готуються користувачем методики у семантичній формі і заносяться у відповідні таблиці.

Методика підготовки вихідних даних включає 10 етапів, які проводяться у такій послідовності.

*Етап 1.1. Визначити завдання, що виконуються суб'єктами взаємодії.* Завдання, що вирішуються суб'єктами взаємодії представляються у вигляді переліків завдань  $CB_1$ ,  $CB_2$ , таблиця 1, таблиця 2.

*Етап 1.2. Визначити структурний простір взаємодії.* Структурний простір взаємодії представляється як перелік структурних елементів  $S = \{s_1, \dots, s_u, \dots, s_r\}$ , що застосовуються хоча б одним із суб'єктів взаємодії, таблиця 3.

*Етап 1.3. Визначити функціональний простір взаємодії.* Функціональний простір взаємодії надається переліком функціональних елементів  $F = \{f_1, \dots, f_u, \dots, f_r\}$ , що застосовуються хоча б одним із суб'єктів взаємодії, таблиця 4.

*Етап 1.4. Визначити структурні базиси завдань  $CB_1$ ,  $CB_2$ .*

Структурні базиси завдань представляються як переліки структурних елементів, які доцільно застосовувати при виконанні того чи іншого завдання суб'єктами взаємодії  $CB_1$   $S_i^{(1)} = \{s_{i1}, s_{i2}, \dots\}$  і  $CB_2$   $S_j^{(2)} = \{s_{j1}, s_{j2}, \dots\}$ , таблиця 5, 6.

*Етап 1.5. Визначити функціональні базиси завдань  $CB_1$ ,  $CB_2$ .* Функціональні базиси завдань представляються як переліки функціональних елементів, які доцільно застосову-

вати при виконанні того чи іншого завдання суб'єктами взаємодії  $CB_1 F_i^{(1)} = \{f_{i1}, f_{i2}, \dots\}$  і  $CB_2 F_j^{(2)} = \{f_{j1}, f_{j2}, \dots\}$ , таблиці 7, 8.

Таблиці вихідних даних (семантична форма):

**Таблиця 1 – Перелік завдань  $CB_1$**

№	Назва завдань $CB_1$	$Z^{(1)}$
1	Завдання 1	$z_1^{(1)}$
	.....	.....
$i$	Завдання $i$	$z_i^{(1)}$
...	.....	.....
$m$	Завдання $m$	$z_m^{(1)}$

**Таблиця 2 – Перелік завдань  $CB_2$**

№	Назва завдань $CB_2$	$Z^{(2)}$
1	Завдання 1	$z_1^{(2)}$
	.....	.....
$j$	Завдання $j$	$z_j^{(2)}$
...	.....	.....
$n$	Завдання $n$	$z_n^{(2)}$

**Таблиця 3 – Структурний простір взаємодії**

№	Назва СЕ	$S$
1	Структурн. елемент 1	$s_1$
	.....	
$u$	Структурн. елемент $u$	$s_u$
...	.....	....
$r$	Структурн. елемент $r$	$s_r$

Таблиця 4 – Функціональний простір взаємодії

№	Назва ФЕ	$F$
1	Функц. елем. 1	$f_1$
	.....	
$k$	Функц. елем. $k$	$f_k$
...	.....	....
$n$	Функц. елем. $p$	$f_p$

Таблиця 5 – Структурний базис завдань  $CB_1 S_i^{(1)}$ 

№	Завдання	СЕ
1	Завдання 1	$s_{11}, s_{12}, \dots$
...	.....	.....
$i$	Завдання $i$	$s_{i1}, s_{i2}, \dots$
...	.....	.....
$m$	Завдання $m$	$s_{m1}, s_{m2}, \dots$

Таблиця 6 – Структурний базис завдань  $CB_2 S_j^{(2)}$ 

№	Завдання	СЕ
1	Завдання 1	$s_{11}, s_{12}, \dots$
...	.....	.....
$j$	Завдання $j$	$s_{j1}, s_{j2}, \dots$
...	.....	.....
$n$	Завдання $n$	$s_{n1}, s_{n2}, \dots$

Таблиця 7 – Функціональний базис завдань  $CB_1 F_i^{(1)}$ 

№	Завдання	ФЕ
1	Завдання 1	$f_{11}, f_{12}, \dots$
	.....	.....
$i$	Завдання $i$	$f_{i1}, f_{i2}, \dots$
...	.....	.....
$m$	Завдання $m$	$f_{m1}, f_{m2}, \dots$

Таблиця 8 – Функціональний базис завдань  $CB_2 F_j^{(2)}$ 

№	Завдання	ФЕ
1	Завдання 1	$f_{11}, f_{12}, \dots$
	.....	.....
$j$	Завдання $j$	$f_{j1}, f_{j2}, \dots$
...	.....	.....
$n$	Завдання $n$	$f_{n1}, f_{n2}, \dots$

*Етап 1.6. Визначити структурний базис взаємодії.* Структурний базис взаємодії відображається у вигляді переліку функціональних підрозділів  $CB_2 B^s$ , які повинні взаємодіяти з функціональним підрозділом  $s_u$   $CB_1$ , таблиця 9.

*Етап 1.7. Визначити функціональний базис взаємодії.* Визначається перелік пар способів дій  $CB_1$  та  $CB_2 B^f$ , при застосуванні яких доцільна взаємодія  $OC_1$  та  $OC_2$ , таблиця 10.

Таблиці вихідних даних (семантична форма):

Таблиця 9 – Структурний базис взаємодії  $B^s$ 

№	СЕ $CB_1$	СЕ $CB_2$
1	СЕ 1	$s_{11}, s_{12}, \dots$
...	.....	.....
$u$	СЕ $u$	$s_{u1}, s_{u2}, \dots$
...	.....	.....
$r$	СЕ $m$	$s_{r1}, s_{r2}, \dots$

Таблиця 10 – Функціональний базис взаємодії  $B^f$ 

№	ФЕ $CB_1$	ФЕ $CB_2$
1	ФЕ 1	$f_{11}, f_{12}, \dots$
...	.....	.....
$k$	ФЕ $k$	$f_{k1}, f_{k2}, \dots$
...	.....	.....
$p$	ФЕ $p$	$f_{p1}, f_{p2}, \dots$

**Таблиця 11 – Структурно-функціональний базис взаємодії  $Bsf$**

№	СЕ $CB_1$	ФЕ $CB_2$
1	СЕ 1	$f_{11}, f_{12}, \dots$
...	.....	.....
$u$	СЕ $u$	$f_{u1}, f_{u2}, \dots$
...	.....	.....
$r$	СЕ $m$	$f_{r1}, f_{r2}, \dots$

**Таблиця 12 – Функціонально-структурний базис взаємодії  $Bfs$**

№	ФЕ $CB_1$	СЕ $CB_2$
1	ФЕ 1	$s_{11}, s_{12}, \dots$
...	.....	.....
$k$	ФЕ $k$	$s_{k1}, s_{k2}, \dots$
...	.....	.....
$p$	ФЕ $p$	$s_{p1}, s_{p2}, \dots$

Таблиці вихідних даних (алгебраїчна форма):

**Таблиця 13 – Матриці структурних базисів завдань  $CB_1, CB_2$   
 $Y^{(1)}, Y^{(2)}$**

№	Структурні базиси завдань $CB_1$						№	Структурні базиси завдань $CB_2$					
	1	2	...	$i$	...	$m$		1	2	...	$j$	...	$n$
1	$y_{11}^{(1)}$	$y_{12}^{(1)}$	...	$y_{1i}^{(1)}$	...	$y_{1m}^{(1)}$	1	$y_{11}^{(2)}$	$y_{12}^{(2)}$	...	$y_{1j}^{(2)}$	...	$y_{1n}^{(2)}$
2	$y_{21}^{(1)}$	$y_{22}^{(1)}$	...	$y_{2i}^{(1)}$	...	$y_{2m}^{(1)}$	2	$y_{21}^{(2)}$	$y_{22}^{(2)}$	...	$y_{2j}^{(2)}$	...	$y_{2n}^{(2)}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
$u$	$y_{u1}^{(1)}$	$y_{u2}^{(1)}$	...	$y_{ui}^{(1)}$	...	$y_{um}^{(1)}$	$u$	$y_{u1}^{(2)}$	$y_{u2}^{(2)}$	...	$y_{uj}^{(2)}$	...	$y_{un}^{(2)}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
$r$	$y_{r1}^{(1)}$	$y_{r2}^{(1)}$	...	$y_{ri}^{(1)}$	...	$y_{rm}^{(1)}$	$r$	$y_{r1}^{(2)}$	$y_{r2}^{(2)}$	...	$y_{rj}^{(2)}$	...	$y_{rn}^{(2)}$

Таблиця 14 – Матриці функціональних базисів завдань  $CB$   
 $X^{(1)}, X^{(2)}$ 

№	Функц. базиси завдань $OC_1$						№	Функц. базиси завдань $OC_2$					
	1	2	...	$i$	...	$m$		1	2	...	$j$	...	$n$
1	$x_{11}^{(1)}$	$x_{12}^{(1)}$	...	$x_{1i}^{(1)}$	...	$x_{1m}^{(1)}$	1	$x_{11}^{(2)}$	$x_{12}^{(2)}$	...	$x_{1j}^{(2)}$	...	$x_{1n}^{(2)}$
2	$x_{21}^{(1)}$	$x_{22}^{(1)}$	...	$x_{2i}^{(1)}$	...	$x_{2m}^{(1)}$	2	$x_{21}^{(2)}$	$x_{22}^{(2)}$	...	$x_{2j}^{(2)}$	...	$x_{2n}^{(2)}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
$k$	$x_{k1}^{(1)}$	$x_{k2}^{(1)}$	...	$x_{ki}^{(1)}$	...	$x_{km}^{(1)}$	$k$	$x_{k1}^{(2)}$	$x_{k2}^{(2)}$	...	$x_{kj}^{(2)}$	...	$x_{kn}^{(2)}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
$p$	$x_{p1}^{(1)}$	$x_{p2}^{(1)}$	...	$x_{pi}^{(1)}$	...	$x_{pm}^{(1)}$	$p$	$x_{p1}^{(2)}$	$x_{p2}^{(2)}$	...	$x_{pj}^{(2)}$	...	$x_{pn}^{(2)}$

Таблиця 15 – Матриця структурного базису взаємодії  
 $W^s = (w_{u_1 u_2}^s)$ 

	1	2	...	$u_2$	...	$r$
1	$w_{11}^s$	$w_{12}^s$	...	$w_{1u_2}^s$	...	$w_{1r}^s$
2	$w_{21}^s$	$w_{22}^s$	...	$w_{2u_2}^s$	...	$w_{2r}^s$
...	...	...	...		...	...
$u_1$	$w_{u_1 1}^s$	$w_{u_1 2}^s$	...	$w_{u_1 u_2}^s$	...	$w_{u_1 r}^s$
...	...	...	...	...	...	...
$r$	$w_{r1}^s$	$w_{r2}^s$	...	$w_{ru_2}^s$	...	$w_{rr}^s$

Таблиця 16 – Матриця функціонального базису взаємодії  
 $W^f = (w_{k_1 k_2}^f)$ 

	1	2	...	$k_2$	...	$p$
1	$w_{11}^f$	$w_{12}^f$	...	$w_{1k_2}^f$	...	$w_{1p}^f$
2	$w_{21}^f$	$w_{22}^f$	...	$w_{2k_2}^f$	...	$w_{2p}^f$
...	...	...	...		...	...
$k_1$	$w_{k_1 1}^f$	$w_{k_1 2}^f$	...	$w_{k_1 k_2}^f$	...	$w_{k_1 p}^f$
...	...	...	...	...	...	...
$p$	$w_{p1}^f$	$w_{p2}^f$	...	$w_{pk_2}^f$	...	$w_{pp}^f$

Таблиця 17 – Матриця структурно-функціонального базису взаємодії  $Z = (z_{uk})$ 

CE\ФЕ	1	2	...	$p$
1	$z_{11}$	$z_{12}$	...	$z_{1p}$
2	$z_{21}$	$z_{22}$	...	$z_{2p}$
...	...	...	...	...
$r$	$z_{r1}$	$z_{r2}$	...	$z_{rp}$

*Етап 1.8. Визначити структурно-функціональний базис взаємодії.* Визначається перелік способів які може застосувати кожен функціональний підрозділ  $B^{sf}$ , таблиця 11.

*Етап 1.9. Визначити функціонально-структурний базис взаємодії.* Визначається перелік функціональних підрозділів  $B^s$ , які застосовуються при реалізації кожного способу дій, таблиця 12.

*Етап 1.10. Перевести вихідні дані із семантичної в алгебраїчну форму.* Таблиці 5-11 приводяться до 0 матриць, що мають вид таблиця 13-17.

Таким чином, при підготовці вихідних даних здійснюється визначення завдань, структури та функцій аналізованих службово-бойових систем і побудова структурно-функціональної моделі організації взаємодії у вигляді 12 таблиць у семантичній формі (таблиці 1-12) та 5 таблиць у алгебраїчній формі (матриць) (таблиці 13-17):

Для коректного формування цих таблиць потрібно мати знання і практичні навички організації взаємодії конкретних службово-бойових систем у цілком визначених умовах їх діяльності.

Розрахунок показників структурно-функціональної подібності завдань суб'єктів взаємодії складається з 6 етапів, які проводяться у такій послідовності.

*Етап 2.1.* Розрахувати значення елементів структурно-функціональних базисів завдань  $CB_1$   $z_{iuk}^{(1)} = x_{ik}^{(1)} z_{uk}^{(1)} y_{iu}^{(1)}$  та  $CB_2$ :  $z_{juk}^{(2)} = x_{jk}^{(2)} z_{uk}^{(2)} y_{ju}^{(2)}$ . Результати розрахунків зводяться у таблицях 18, 19.

Таблиця 18 – Матриця структурно-функціонального базису завдання  $OC_1 Z(1)$ 

СЕ	ФЕ (способи)					$b$
	1	..	$k$	..	$P$	
1	$z_{i11}^{(1)}$	..	$z_{i1k}^{(1)}$	..	$z_{i1p}^{(1)}$	$b_1$
..	..	..	..	..	..	..
$u$	$z_{iu1}^{(1)}$	..	$z_{iuk}^{(1)}$	..	$z_{iup}^{(1)}$	$b_j$
...	...	..	...	..	...	...
$r$	$z_{ir1}^{(1)}$	..	$z_{irk}^{(1)}$	..	$z_{irp}^{(1)}$	$b_n$
$a$	$a_1$	..	$a_i$	..	$a_m$	$\Sigma$

Таблиця 19 – Матриця структурно-функціонального базису завдання  $OC_2 Z(2)$ 

СЕ	ФЕ (способи)					$b$
	1	..	$k$	..	$P$	
1	$z_{j11}^{(2)}$	..	$z_{j1k}^{(2)}$	..	$z_{j1p}^{(2)}$	$b_1$
..	..	..	..	..	..	..
$u$	$z_{ju1}^{(2)}$	..	$z_{iuk}^{(2)}$	..	$z_{jup}^{(2)}$	$b_j$
...	...	..	...	..	...	...
$r$	$z_{jr1}^{(2)}$	..	$z_{jrk}^{(2)}$	..	$z_{jrp}^{(2)}$	$b_n$
$a$	$a_1$	..	$a_i$	..	$a_m$	$\Sigma$

Таблиця 20 – Структурно-функціональний базис завдань  $OC_1 SF_i^{(1)}$ 

№	Структурні елементи	Функціональні елементи
1	$CE_1$	$FE_{i11}, FE_{i12}, \dots$
...	.....	.....
$k$	$CE_u$	$FE_{i21}, FE_{i22}, \dots$
...	.....	.....
$p$	$CE_r$	$FE_{ir1}, FE_{ir2}, \dots$

Таблиця 21 – Структурно-функціональний базис завдань ОС<sub>2</sub> SF<sub>j</sub><sup>(2)</sup>

№	Структурні елементи	Функціональні елементи
1	СЕ <sub>1</sub>	ФЕ <sub>j11</sub> , ФЕ <sub>j12</sub> ,...
...	.....	.....
k	СЕ <sub>u</sub>	ФЕ <sub>j21</sub> , ФЕ <sub>j22</sub> ,...
...	.....	.....
p	СЕ <sub>r</sub>	ФЕ <sub>jr1</sub> , ФЕ <sub>jr2</sub> ,...

Надалі ці таблиці переводяться у семантичну форму (таблиця 20, 21), що значно полегшує їх аналіз.

Ручний розрахунок СФБЗ досить трудомісткий. Тому цю операцію доцільно виконувати на ПЕОМ, наприклад, у середовищі Mathcad-11.

*Етап 2.2.* Сформувати матрицю перетинів функціональних базисів завдань суб'єктів взаємодії  $F_i^{(1)} \cap F_j^{(2)}$ ,  $i \in I$ ,  $j \in J$  (таблиця 22).

*Етап 2.3.* Розрахувати компоненти матриці коефіцієнтів функціональної подібності завдань за такою методикою:

1) сформувати матрицю  $G = (g_{ij})$ , яка відображає кількість співпадаючих елементів функціональних базисів різних завдань (таблиця 23);

2) розрахувати суми елементів кожного рядка і кожного стовпця матриці  $b_j = \sum_{i=1}^m g_{ij}$ ,  $a_i = \sum_{j=1}^n g_{ij}$  і записати їх у крайній нижній рядок та крайній правий стовпець таблиці 23.

3) розрахувати матрицю коефіцієнтів функціональної подібності завдань (таблиця 2.24) за формулою

$$k_{ij}^f = \frac{g_{ij}}{a_i + b_j - g_{ij}}, \quad i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n. \quad (1)$$

*Етап 2.4.* Сформувати матрицю перетинів структурних базисів завдань суб'єктів взаємодії  $S_i^{(1)} \cap S_j^{(2)}$ ,  $i \in I$ ,  $j \in J$  (таблиця 25).

*Етап 2.5.* Розрахувати компоненти матриці коефіцієнтів структурної подібності завдань за такою методикою:

1) сформуувати матрицю  $D = (d_{ij})$ , яка відображає кількість співпадаючих елементів структурних базисів різних завдань (таблиця 26);

2) розрахувати суми елементів кожного рядка і кожного стовпця матриці

$$b_j = \sum_{i=1}^m d_{ij}, \quad a_i = \sum_{j=1}^n d_{ij}; \quad (2)$$

Проміжні та кінцеві результати розрахунку показників структурної та функціональної подібності завдань суб'єктів взаємодії  $CB_1$  і  $CB_2$ :

**Таблиця 22 – Матриця перетинів функціональних базисів завдань  $CB_1$  і  $CB_2$**

ФБЗ $CB_2$	ФБЗ $CB_1$				
	1	..	$i$	..	$m$
$F_1^{(1)}$	..	..	$F_i^{(1)}$	..	$F_m^{(1)}$
$F_1^{(2)}$	$F_1^{(2)} \cap F_1^{(1)}$	..	$F_1^{(2)} \cap F_i^{(1)}$	..	$F_1^{(2)} \cap F_m^{(1)}$
...	...	..	...	..	...
$F_j^{(2)}$	$F_j^{(2)} \cap F_1^{(1)}$	..	$F_j^{(2)} \cap F_i^{(1)}$	..	$F_j^{(2)} \cap F_m^{(1)}$
...	...	..	...	..	...
$F_n^{(2)}$	$F_n^{(2)} \cap F_1^{(1)}$	..	$F_n^{(2)} \cap F_i^{(1)}$	..	$F_n^{(2)} \cap F_m^{(1)}$

**Таблиця 23 – Кількість співпадаючих елементів функціональних базисів завдань**

Завд $CB_2$	Завдання $CB_1$					$b$
	1	..	$i$	..	$m$	
1	$g_{11}$	..	$g_{1i}$	..	$g_{1m}$	$b_1$
..	..	..	..	..	..	..
$j$	$g_{j1}$	..	$g_{ji}$	..	$g_{jm}$	$b_j$
...	...	..	...	..	...	...
$n$	$g_{n1}$	..	$g_{ni}$	..	$g_{nm}$	$b_n$

**Таблиця 24 – Матриця коефіцієнтів функціональної подібності завдань  $k_{ji}^f$  (%)**

Завд $CB_2$	Завдання $CB_1$				
	1	..	$i$	..	$m$
1	$k_{11}^f$	..	$k_{1i}^f$	..	$k_{1m}^f$
..	..	..	..	..	..
$j$	$k_{j1}^f$	..	$k_{ji}^f$	..	$k_{jm}^f$
..	..	..	..	..	..
$n$	$k_{n1}^f$	..	$k_{ni}^f$	..	$k_{nm}^f$

**Таблиця 25 – Матриця перетинів структурних базисів завдань  $CB_1$  і  $CB_2$**

СБЗ $OC_2$	СБЗ $OC_1$				
	1	...	$i$	...	$m$
$S_1^{(1)}$	$S_1^{(1)}$	...	$S_1^{(1)}$	...	$S_1^{(1)}$
$S_1^{(2)}$	$S_1^{(2)} \cap S_1^{(1)}$	$S_1^{(2)}$	$S_1^{(2)} \cap S_1^{(1)}$	$S_1^{(2)}$	$S_1^{(2)} \cap S_1^{(1)}$
...	...	...	...	...	...
$S_j^{(2)}$	$S_j^{(2)} \cap S_1^{(1)}$	$S_j^{(2)}$	$S_j^{(2)} \cap S_1^{(1)}$	$S_j^{(2)}$	$S_j^{(2)} \cap S_1^{(1)}$
...	...	...	...	...	...
$S_n^{(2)}$	$S_n^{(2)} \cap S_1^{(1)}$	$S_n^{(2)}$	$S_n^{(2)} \cap S_1^{(1)}$	$S_n^{(2)}$	$S_n^{(2)} \cap S_1^{(1)}$

**Таблиця 26 – Кількість співпадаючих елементів функціональних базисів завдань**

Завд $CB_2$	Завдання $CB_1$					$b$
	1	..	$i$	..	$m$	
1	$d_{11}$	..	$d_{1i}$	..	$d_{1m}$	$b_1$
..	..	..	..	..	..	..
$j$	$d_{j1}$	..	$d_{ji}$	..	$d_{jm}$	$b_j$
...	...	..	...	..	...	...
$n$	$d_{n1}$	..	$d_{ni}$	..	$d_{nm}$	$b_n$
$a$	$a_1$	..	$a_i$	..	$a_m$	

Таблиця 27 – Матриця коефіцієнтів функціональної подібності завдань  $k_{ji}^s$  (%)

Завд $OC_2$	Завдання $OC_1$				
	1	..	$i$	..	$m$
1	$k_{11}^s$	..	$k_{1i}^s$	..	$k_{1m}^s$
..	...	..	...	..	...
$j$	$k_{j1}^s$	..	$k_{ji}^s$	..	$k_{jm}^s$
..	...	..	...	..	...
$n$	$k_{n1}^s$	..	$k_{ni}^s$	..	$k_{nm}^s$

3) розрахувати коефіцієнти структурної подібності завдань (таблиця 2.27) за формулою

$$k_{ij}^s = \frac{d_{ij}}{a_i + b_j - d_{ij}}, \quad i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n. \quad (3)$$

*Етап 2.6.* Розрахувати значення показників структурно-функціональної подібності завдань суб'єктів взаємодії  $k_{ij}^{sf}, k_{ij}^{sf1}, k_{ij}^{sf2}$  за формулами (4-6)

$$k1_{i1,i2}^f = \frac{|F_{i1}^{(1)} \cap F_{i2}^{(1)}|}{|(F_{i1}^{(1)} \cup F_{i2}^{(1)})|} = \frac{\sum_{k=1}^p x_{i1,k}^{(1)} x_{i2,k}^{(1)}}{\sum_{k=1}^p (x_{i1,k}^{(1)} + x_{i2,k}^{(1)}) - \sum_{k=1}^p x_{i1,k}^{(1)} x_{i2,k}^{(1)}} \quad (4)$$

$$k2_{i1,i2}^{sf} = \frac{|SF_{i1}^{(2)} \cap SF_{i2}^{(2)}|}{|(SF_{i1}^{(2)} \cup SF_{i2}^{(2)})|} = \frac{\sum_{u=1}^r \sum_{k=1}^p z_{i1uk}^{(2)} z_{i2uk}^{(2)}}{\sum_{u=1}^r \sum_{k=1}^p (z_{i1uk}^{(2)} + z_{i2uk}^{(2)} - z_{i1uk}^{(2)} z_{i2uk}^{(2)})} \quad (5)$$

$$h_{ij;u_1k_1u_2k_2} = w_{u_1u_2}^s y_{i,u_1}^{(1)} z_{u_1,k_1}^{(1)} x_{i,k_1}^{(1)} w_{k_1k_2}^f y_{j,u_2}^{(2)} z_{u_2,k_2}^{(2)} x_{j,k_2}^{(2)} = w_{u_1u_2}^s z_{iu_1,k_1}^{(1)} w_{k_1k_2}^f z_{ju_2,k_2}^{(2)} \quad (6)$$

де  $u_1$  – номер структурного елемента  $CB_1$ ;  $u_2$  – номер структурного елемента  $CB_2$ ;  $k_1$  – номер функціонального елемента  $CB_1$ ;  $k_2$  – номер функціонального елемента  $CB_2$ ;  $i$  – номер завдання  $CB_1$ ;  $j$  – номер завдання  $CB_2$ ;  $z_{iu_1,k_1}^{(1)} = y_{i,u_1}^{(1)} z_{u_1,k_1}^{(1)} x_{i,k_1}^{(1)}$ ,

$z_{ju2,k2}^{(2)} = y_{j,u2}^{(2)} z_{u2,k2}^{(2)} x_{j,k2}^{(2)}$  – структурно-функціональні базиси завдань  $i, j$ .

Показники структурно-функціональної подібності завдань суб'єктів взаємодії у загальному вигляді представлені у таблицях 28, 29, 30.

Проміжні та кінцеві результати розрахунку показників структурно-функціональної подібності завдань суб'єктів взаємодії:

**Таблиця 28 – Матриця коефіцієнтів структурно-функціональної подібності завдань  $CB_1$  і  $CB_2$ ,  $K^{sf} = \{k_{ji}^{sf}\}$ , (%)**

Завд $OC_1$	Завдання $OC_2$				
	1	..	$j$	..	$n$
1	$k_{11}^{sf}$	..	$k_{1j}^{sf}$	..	$k_{1n}^{sf}$
..	...	..	...	..	...
$i$	$k_{i1}^{sf}$	..	$k_{ij}^{sf}$	..	$k_{in}^{sf}$
..	...	..	...	..	...
$m$	$k_{m1}^{sf}$	..	$k_{mj}^{sf}$	..	$k_{mn}^{sf}$

**Таблиця 29 – Матриця коефіцієнтів структурно-функціональної подібності різних завдань  $CB_1$ ,  $K^{sf1} = \{k_{i_1i_2}^{sf1}\}$ , (%)**

Завд $OC_1$	Завдання $OC_1$				
	1	..	$i_2$	..	$m$
1	$k_{11}^{sf}$	..	$k_{1i_2}^{sf}$	..	$k_{1m}^{sf}$
..	...	..	...	..	...
$i_1$	$k_{i_11}^{sf}$	..	$k_{i_1i_2}^{sf}$	..	$k_{i_1m}^{sf}$
..	...	..	...	..	...
$m$	$k_{m1}^{sf}$	..	$k_{mi}^{sf}$	..	$k_{mm}^{sf}$

Таким чином, розрахунок значень показників структурно-функціональної подібності завдань суб'єктів взаємодії передбачає формування таблиць структурно-функціональних базисів завдань, проміжних та кінцевих результатів розрахунку показників структурної та функціональної подібності завдань суб'єктів взаємодії та проміжних та кінцевих результа-

Методика структурно-функціонального аналізу організації взаємодії між частинами та підрозділами внутрішніх військ МВС України та формуваннями сил цивільного захисту при виникненні надзвичайних ситуацій

тів розрахунку показників структурно-функціональної подібності завдань суб'єктів взаємодії.

**Таблиця 30 – Матриця коефіцієнтів структурно-функціональної подібності різних завдань  $CB_2$ ,  $K^{sf2} = \{k_{j_1 j_2}^{sf2}\}$ , (%)**

Завд $OC_2$	Завдання $OC_2$				
	1	..	$j_2$	..	$n$
1	$k_{21}^{sf}$	..	$k_{2j_2}^{sf}$	..	$k_{2n}^{sf}$
..	...	..	...	..	...
$j_1$	$k_{j_1 1}^{sf}$	..	$k_{j_1 j_2}^{sf}$	..	$k_{j_1 n}^{sf}$
..	...	..	...	..	...
$n$	$k_{n1}^{sf}$	..	$k_{ni}^{sf}$	..	$k_{nn}^{sf}$

Розрахунок значень показників повноти організації взаємодії службово-бойових систем складається з 7 етапів, які проводяться у такій послідовності.

*Етап 3.1.* Визначити пріоритетні напрямки структурно-функціональної взаємодії.

Розглядається пара структурно-функціональних елементів (СФЕ) структурно-функціональних базисів завдань  $OC_1$  та  $OC_2$ . Рішення про доцільність відпрацювання взаємодії між цими двома структурно-функціональними елементами приймається, якщо взаємодія доцільна як при застосуванні двома відповідних способів дій так і між двома функціональними підрозділами, що складають цей напрямок. У протилежному випадку, тобто коли, згідно із таблиць 19 або 20, визначена недоцільність взаємодії між функціональними підрозділами чи способами, структурно-функціональна взаємодія по даному напрямку вважається не доцільною.

Для виконання даної операції у якості вихідних даних необхідно мати структурний базис взаємодії  $W^s = (w_{u_1 u_2}^s)$ ,  $u_1 \in R$ ,  $u_2 \in R$ , функціональний базис взаємодії  $W^f = (w_{k_1 k_2}^f)$ ,  $k_1 \in P$ ,  $k_2 \in P$ , структурно-функціональні базиси завдань  $OC_1$  і  $OC_2$ :  $Z_i^{(1)} = (z_{iuk}^{(1)})$ ,  $Z_j^{(2)} = (z_{juk}^{(2)})$ .

Пріоритетні напрямки структурно-функціональної взаємодії визначаються шести індексною матрицею  $w_{ij}^{sf}(u_1 k_1 u_2 k_2) = z_{i u_1 k_1}^{(1)} w_{u_1 u_2}^s w_{k_1 k_2}^f z_{j u_2 k_2}^{(2)}$ , елементи якої мають значення

1, якщо організація взаємодії на напрямку  $(iu_1k_1) \Leftrightarrow (ju_2k_2)$  доцільна, і 0, якщо недоцільна.

Вони визначаються для кожної пари завдань суб'єктів взаємодії, тобто для кожного напрямку між цільової взаємодії.

*Етап 3.2.* Обчислити кількість пріоритетних напрямків структурно-функціональної взаємодії, реалізація яких потрібна при виконанні  $i$ -го завдання  $OC_1$  та  $j$ -го завдання  $OC_2$

$$C_{ij} = \sum_{u_1=1}^r \sum_{k_1=1}^p \sum_{u_2=1}^r \sum_{k_2=1}^p w_{ij}^{sf}(u_1k_1u_2k_2) = \sum_{u_1=1}^r \sum_{k_1=1}^p z_{iu_1k_1}^{(1)} \sum_{u_2=1}^r w_{u_1u_2}^s \sum_{k_2=1}^p w_{k_1k_2}^f z_{ju_2k_2}^{(2)} \quad (7)$$

Матриця пріоритетних напрямів між цільової взаємодії приведена у таблиці 31.

*Етап 3.3.* Розрахувати загальну кількість напрямків взаємодії, які потрібно налагодити (реалізувати) при її організації

$$N = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} \quad (8)$$

*Етап 3.4.* Визначити напрямки взаємодії, що дійсно відпрацьовані для виконання  $i$ -го завдання  $OC_1$  та  $j$ -го завдання  $OC_2$  та обчислити їх загальну кількість  $C_{ij}^{(0)}$ .

*Етап 3.5.* Розрахувати загальну кількість відпрацьованих напрямків взаємодії.

$$N^{(0)} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij}^{(0)} \quad (9)$$

*Етап 3.6.* Розрахувати значення показника повноти організації взаємодії

$$E = \frac{N^{(0)}}{N} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij}^{(0)}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij}} \quad (10)$$

**Таблиця 31 – Матриця пріоритетних напрямів між цільової взаємодії**

Завдання $OC_1$	Завдання $OC_2$						
	1	2	3	...	$j$	...	$n$
1	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	...	$C_{1j}$	...	$C_{1n}$
2	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$	...	$C_{2j}$	...	$C_{2n}$
...	...	...	...	...	...	...	...
$i$	$C_{j1}$	$C_{j2}$	$C_{j3}$	...	$C_{ij}$	...	$C_{jn}$
...	...	...	...	...	...	...	...
$m$	$C_{m1}$	$C_{m2}$	$C_{m3}$	...	$C_{mj}$	...	$C_{mn}$

*Етап 3.7.* Одержати матрицю часткових показників повноти організації взаємодії при виконанні різних завдань  $OC_1$  та  $OC_2$  (таблиця 32)

$$p_{ij} = \frac{C_{ij}^{(0)}}{C_{ij}}, \quad i \in I, \quad j \in J \quad (11)$$

**Таблиця 32 – Матриця часткових показників повноти організації взаємодії**

Завдання $OC_1$	Завдання $OC_2$						
	1	2	3	...	$j$	...	$n$
1	$p_{11}$	$p_{12}$	$p_{13}$	...	$p_{1j}$	...	$p_{1n}$
2	$p_{21}$	$p_{22}$	$p_{23}$	...	$p_{2j}$	...	$p_{2n}$
...	...	...	...	...	...	...	...
$i$	$p_{j1}$	$p_{j2}$	$p_{j3}$	...	$p_{ij}$	...	$p_{jn}$
...	...	...	...	...	...	...	...
$m$	$p_{m1}$	$p_{m2}$	$p_{m3}$	...	$p_{mj}$	...	$p_{mn}$

Таким чином, проведені дослідження дозволяють сформулювати методика структурно-функціонального аналізу взаємодії з визначенням показників структурно-функціональної подібності завдань суб'єктів взаємодії та показників повноти організації взаємодії службово-бойових систем.

Застосування методики математичного моделювання для структурно-функціонального аналізу системи взаємодії при ліквідації НС дає можливість за допомогою відповідного програмного забезпечення [11] визначити найбільш важливі

напрямки взаємодії між частинами та підрозділами внутрішніх військ МВС України та формуваннями сил цивільного захисту.

Аналіз проведений за визначеною методикою дозволить удосконалити організаційне забезпечення розробки оперативних документів у сфері взаємодії, а також може бути використаний під час розробки відповідних систем підтримки прийняття рішень.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Про затвердження Інструкції про порядок взаємодії МНС і МВС щодо запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру: спільний наказ МВС України та МНС України від 03.04.2007 р. № 205/105.
2. Побережний А.А. Методика визначення пріоритетних напрямів взаємодії між частинами (підрозділами) внутрішніх військ МВС України та формуваннями сил цивільного захисту МНС України у разі виникнення надзвичайних ситуацій. / Побережний А.А., Неклонський І.М. // Честь і закон. – Х.: Академія ВВ МВС України, 2009. – № 4. – С. 61-67.
3. Кириченко І.О. Підбір вихідних даних для визначення пріоритетних напрямів взаємодії між формуваннями сил цивільного захисту МНС України та підрозділами внутрішніх військ МВС України у разі виникнення надзвичайних ситуацій / Кириченко І.О., Неклонський І.М. // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. УЦЗ України. – Харків: НУЦЗУ, 2011. – Вип. 13. – С. 77 - 84.
4. Кириченко І.О. Методологічні засади розробки механізму взаємодії між рятувальними формуваннями сил цивільного захисту МНС України та підрозділами внутрішніх військ МВС України при виникненні надзвичайних ситуацій. / Кириченко І.О., Неклонський І.М. // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. УЦЗ України, 2011. – Вип. 14. – С. 84 - 97.
5. Єлізаров О.В. Визначення критерію оцінки ефективності організації взаємодії підрозділів МНС України та МВС України при ліквідації надзвичайних ситуацій. / Єлізаров

---

Методика структурно-функціонального аналізу організації взаємодії між частинами та підрозділами внутрішніх військ МВС України та формуваннями сил цивільного захисту при виникненні надзвичайних ситуацій

- О.В., Неклонський І.М. // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр.– Харків: НУЦЗУ, 2012. – Вип. 15. – С.89-98.
6. Неклонський І.М. Структурно-функціональна модель організації взаємодії організаційних систем при ліквідації надзвичайних ситуацій. / Неклонський І.М., Єлізаров О.В. // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. УЦЗ України, 2012. – Вип. 16.– С. 69 - 81.
  7. Загорка О.М. Елементи дослідження складних систем військового призначення./ Загорка О.М., Мосов С.П., Сбитнев А.І., Стужук П.І. – К.: НАОУ, 2005. – 124 с.
  8. Плюта В. Сравнительный многомерный анализ в эконометрическом моделировании: пер. с польск. / В. Плюта – М.: Финансы и статистика, 1989. – 176 с.
  9. В.П. Городнов. Высшая математика (в популярном изложении): Учеб. пособие для студентов экон. специальностей / В.П. Городнов. // Нар. укр. акад. [Каф. математики и мат. моделирования]. – Х.: НУА, 2004. – 384 с.
  10. Городнов В.П. Методи кількісної оцінки рішень та моделювання службово-бойових дій частин та підрозділів внутрішніх військ: навч. посібн. / В. П. Городнов – Х. : Акад. внутрішніх військ МВС України, 2006. – 266 с.
  11. Кириченко І.О. Програмне забезпечення для визначення пріоритетних напрямів взаємодії між формуваннями сил цивільного захисту МНС України та підрозділами внутрішніх військ МВС України при виникненні надзвичайних ситуацій. / Кириченко І.О., Неклонський І.М., Побережний А.А. // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. УЦЗ України. Вип. 10. – Харків: УЦЗУ, 2009. – С. 84- 90.

Неклонский И.М.

**Методика структурно-функціонального аналізу організації взаємодії між частинами та підрозділами внутрішніх військ МВС України та формуваннями сил громадянської захисту при виникненні надзвичайних ситуацій**

Предложена методика структурно-функціонального аналізу організації взаємодії між частинами та підрозділами внутрішніх військ МВС України та формуваннями сил громадянської захисту, що дозволить удосконалити організаційне забезпечення взаємодії між підрозділами різного підпорядкування при виникненні надзвичайних ситуацій

**Ключевые слова:** взаємодія, структурно-функціональний аналіз

Neklonsky I.M.

**Methods of structural and functional analysis of interaction between the parts and units Interior Troops formations and civil defense forces in case of emergencies**

The methods of structural-functional analysis of interaction between the parts and units Interior Troops formations and civil defense forces, which would improve the organizational support of the interaction between the various divisions of subordination in the event of an emergency

**Key words:** interaction, structural and functional analysis

**УДК 614.84**

*Олениченко Ю.А., адъютант, НУГЗУ,  
Соболь А.Н., д-р техн. наук, нач. каф., НУГЗУ,  
Коссе А.Г., канд. техн. наук, доц., НУГЗУ*

**ПОДХОД К ОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕЩЕНИЯ СРЕДСТВ  
МОНИТОРИНГА ТЕПЛОВЫХ ПОЛЕЙ ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ  
БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**

В работе предложен подход к определению оптимального количества и мест размещения средств мониторинга тепловых полей полигонов твердых бытовых отходов. Данный подход основывается на декомпозиции данной задачи на составляющие, связанные с оптимизационным покрытием заданных областей различными видами геометрических объектов.

**Ключевые слова:** полигон твердых бытовых отходов, оптимальное покрытие

**Постановка проблемы.** Обращение с твердыми бытовыми отходами (ТБО) является одной из составных частей сферы обращения с отходами, имеющей свои особенности и социально значимые проблемы. Нарастающий поток твердых бытовых отходов и дефицит мест их захоронения, которые к тому же не обеспечивают защиту окружающей среды от их влияния, вызывает необходимость упорядочения всех звеньев сферы обращения с ТБО, в том числе мониторинг мест их захоронения. Этот вопрос приобретает особое значение вследствие того, что ежегодно расширяется площадь существующих