

АЛГОРИТМ ОЦІНЮВАННЯ СТРУКТУРНОЇ ЖИВУЧОСТІ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКАМИ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ

У статті розроблено алгоритм оцінювання структурної живучості інформаційно-комунікаційної мережі автоматизованих систем управління (АСУ) військами тактичного рівня. Узагальнено існуючі алгоритми побудови мінімального кістякового дерева (МКД) та розрахунку кількісних мір живучості, що визначають залежність зв'язності графа від кількості видалених його вершин та радіуса дії відповідної вершини.

Постановка проблеми. Під час проведення антитерористичної операції (АТО), Збройні Сили (ЗС) України зіштовхнулися з незаконними збройними формуваннями, що швидко пристосовуються до скороминучості сучасного бою та використовують широкий спектр традиційної й асиметричної тактики. Виявилось, що керівництво АТО було недостатньо готовим до таких дій, внаслідок чого не було надійного контролю ситуації та знизилась ефективність управління військами. Саме недостатня координація дій військових підрозділів та підрозділів Національної гвардії України, Державної прикордонної служби та Служби безпеки України призвела до великих людських і територіальних втрат [1].

Однією з причин відсутності координації є різноманітність технічних засобів, які використовувались у ході організації взаємодії між підрозділами відповідних структур на одному географічному просторі. Недосконалість методів та способів комунікації між інформаційно-комунікаційними мережами (ІКМ) АСУ військами різних ланок управління призводили до того, що дані системи при впливі на них вражаючих факторів (ВФ), втрачали властивість живучості [2].

Огляд останніх досліджень та публікацій. Задача аналізу структурної живучості потребує визначення:

системної структури (архітектури), необхідної для виконання цілі функціонування системи у деякий момент або проміжок часу, коли відбувається вплив ВФ на систему;

вимог щодо окремих видів ресурсів системи та їхнього взаємозв'язку;

вимог щодо функціональних можливостей складових (ресурсів) системи;

особливостей характеру ВФ чи їхніх наслідків [5].

Розв'язання задачі оцінювання структурної живучості ІКМ виконується зазвичай при деяких припущеннях, які дозволяють спростити її та звести до задач аналізу зв'язності графів, оцінювання ймовірності існування необхідних структур та ймовірності формування працездатної мережі зв'язку при небажаних впливах тощо [8].

У ході дослідження структурної живучості за допомогою графових моделей [6] сукупність складових системи подають у вигляді вершин графа, а ребра графа відбивають

зв'язки між компонентами. Система, коли моделюється графом, вважається зруйнованою, якщо при видаленні вершини або ребра одержаний граф відповідає одній чи більше умовам:

граф складається як мінімум із двох компонентів;

не існує направлених шляхів для визначених множин вершин;

кількість вершин у найбільшій компоненті графа G менша від деякого наперед заданого числа;

найкоротший шлях довший за деяку задану величину [6].

Відповідно система вважається живучою, якщо ці умови не виконуються.

Структурну живучість комунікаційної системи зазвичай характеризують різними показниками зв'язності. Обрахування таких показників, наприклад, імовірності зв'язності за умови випадкового існування ребер графа, на практиці зіштовхується зі значними обчислювальними труднощами, оскільки розв'язання вказаної задачі зводиться фактично до прямого перебору [5].

Дослідження зв'язності більшості графів, тобто розв'язання задачі про те, чи може певний вузол-джерело здійснити зв'язок з іншим певним вузлом-стоком у багатьох випадках не дає вичерпного критерію для відповіді на запитання про якість функціонування системи з мережевою структурою. Тому проводилися дослідження щодо пошуку інших відповідних показників якості функціонування комунікаційних мереж [5, 6, 8].

Важливу групу показників структурної живучості становлять так звані міри живучості. При їх визначенні виходять із припущення, що розумний противник, знаючи структуру мережі, намагається порушити її функціонування. Мережа має високий показник живучості, якщо необхідно «зруйнувати» велику кількість вузлів і (або) ребер, щоб відчутно погіршити або зовсім перервати її функціонування [8].

Таку міру живучості іноді можна умовно назвати «детермінованою мірою надійності» і скористатися нею при початковому плануванні й розробці мереж зв'язку, коли відчувається дефіцит статистичних даних щодо якості функціонування мережі.

У математичній теорії графів міри живучості часто інтерпретуються як кількісні міри зв'язності для структури графа: вузлова зв'язність, узагальнена зв'язність графа, наявність МКД та його довжина тощо [5, 6, 7]. Проте інформації щодо алгоритмів оцінювання структурної живучості ІКМ АСУ військами тактичного рівня, що здатні будувати МКД графа та проводити розрахунок кількісних мір його зв'язності, на сьогоднішній день у відкритих джерелах не знайдено.

Метою статті є розробка алгоритму оцінювання структурної живучості ІКМ АСУ військами тактичного рівня шляхом побудови МКД графа, яким подано досліджувану мережу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розглянемо N -вузлову ІКМ АСУ військами тактичного рівня. Структура мережі описується графом $G = (V, E)$, де $\{V_0, V_N\}$ множина вершин та множина елементарних подій $\{\varepsilon_{i,j}\}$, $i, j = 1..N$, де $\varepsilon_{i,j}$ визначає подію, яка свідчить про наявність або відсутність зв'язку між вершинами V_i та V_j через

ребро (V_i, V_j) . Ймовірність виникнення події $\varepsilon_{i,j}$ дорівнює 1 у випадку існування ребра (V_i, V_j) та 0 – в іншому випадку.

Характер дії ВФ полягає в такому: вершина та всі його зв'язки знищуються і вже не відновлюються протягом життєвого циклу мережі.

Тоді для забезпечення зберігання властивості живучості мережі необхідно знайти ту кількість видалених вузлів, при якій:

1. Довжина МКД не повинна бути меншою за L_0 умовних одиниць.
2. Степінь зв'язності графа не менший S_0 .

При розробці алгоритму оцінювання структурної живучості графа перш за все необхідно побудувати МКД графа. Під МКД зв'язного графа необхідно розуміти його зв'язний підграф, що складається з усіх вершин вихідного дерева й деяких його ребер, причому сума ваги ребер мінімально можлива [9].

МКД зв'язного графа можна знайти за допомогою «грубої сили». Оскільки множина ребер МКД є підмножиною в множині ребер вихідного графа, можна просто перебрати всі можливі підмножини й знайти серед них МКД [10].

Для пошуку МКД зв'язного графа Дейкстра та Прима запропонували застосовувати так звані «жадібні» алгоритми. «Жадібні» алгоритми діють, використовуючи в кожний момент лише частину вихідних даних і приймаючи кращий розв'язок на основі цієї частини. У випадку, що розглядається, на кожному кроці розглядатиметься множина ребер, що допускають приєднання до вже побудованої частини кістякового дерева, і вибиратиметься з них ребро з найменшою вагою. Якщо повторювати цю процедуру, отримаємо кістякове дерево з найменшою вагою [9].

На відміну від алгоритму Дейкстри-Прима, що починає побудову МКД із конкретної вершини графа, алгоритм Крускала акцентується на ребрах графа. У цьому алгоритмі початок відбувається з порожнього дерева й поступово додаються до нього ребра в порядку зростання їх ваги, поки не вийде набір ребер, що поєднує всі вершини графа [9].

Після побудови МКД графа проводиться розрахунок кількісних мір його зв'язності, а саме степеня зв'язності графа та довжини МКД. Отримані значення кількісних мір зв'язності графа для оцінювання його структурної живучості не мають жодної практичної цінності, тому що не відображають динаміку зміни властивості живучості та є точковими. Отже, для моделювання процесу зміни властивості живучості графа пропонується змінювати кількість вершин, видалених з графа. Такий процес оцінювання структурної живучості графа (системи) має назву умовного закону невразливості системи та визначає середню кількість видалених зі структури системи елементів, при якому вона втрачає властивість живучості [8].

Як умови зберігання властивості живучості графа використовуються кількісні міри зв'язності графа. Таким чином, при досягненні гранично можливого значення відповідної кількісної міри зв'язності графа, визначається кількість видалених вершин, при перевищенні якої не виконується умова зберігання властивості живучості досліджуваної системи.

З метою оцінювання структурної живучості ІКМ АСУ військами тактичного рівня пропонується алгоритм, що складається з 14 блоків (рис. 1).

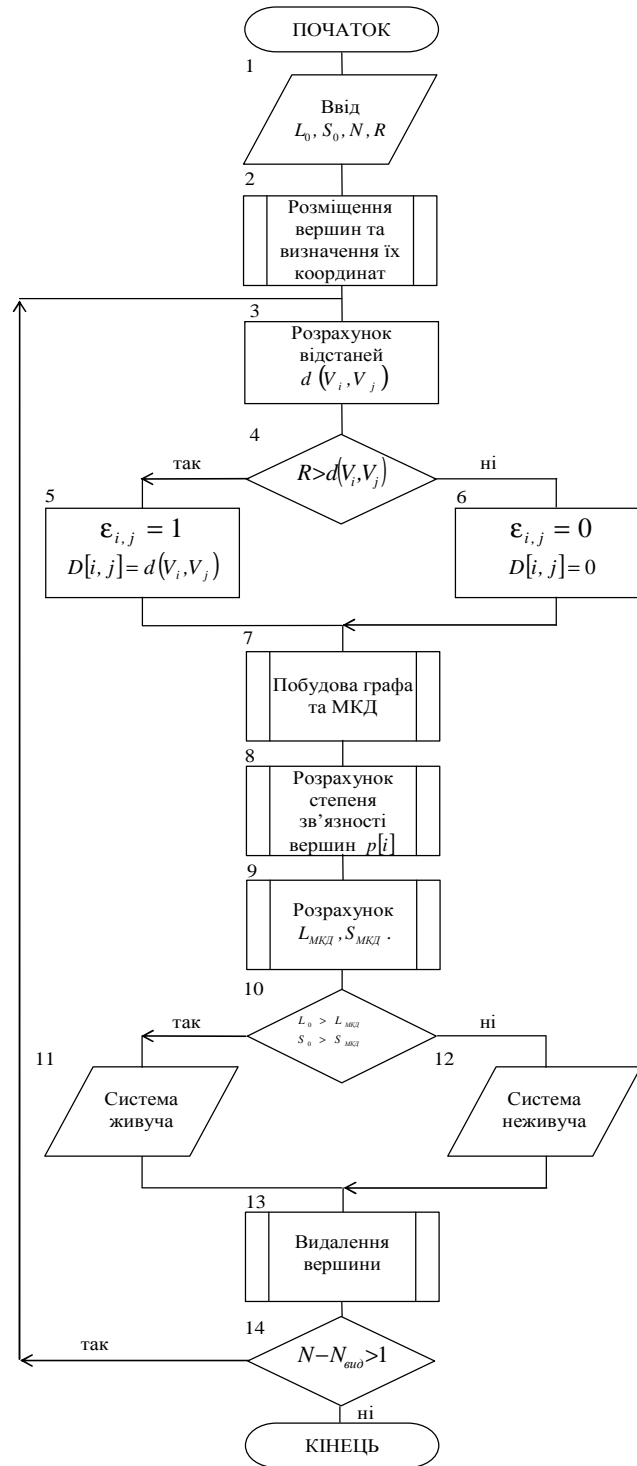


Рис. 1. Схема алгоритму

1. Введення початкових даних. На даному етапі вводяться: кількість вузлів мережі, радіус дії вузлів, мінімальне значення довжини МКД графа та мінімальне значення степеня зв'язності графа.

2. Розміщення вершин на площині та визначення їх координат.

3. Розрахунок відстаней між відповідним вершинами за виразом

$$d(V_i, V_j) = \sqrt{(|x_i - x_j|)^2 + (|y_i - y_j|)^2}, \quad (1)$$

де (x_i, y_i) – координати вершини.

4. Підготовка до знаходження ймовірності виникнення події $\epsilon_{i,j}$ та формування матриці відстаней $D[i, j]$. На даному етапі перевіряється умова: якщо відстань $d(V_i, V_j)$ між вершинами V_i та V_j менша, ніж обраний радіус, то далі необхідно виконувати блок 5, в іншому випадку – блок 6.

У блоках 5 та 6 реалізовано знаходження ймовірності виникнення події $\epsilon_{i,j}$ за допомогою виразу

$$\epsilon_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{якщо} \\ 0 & \text{– в іншому випадку} \end{cases} \quad (2)$$

та формування матриці відстаней $D[i, j]$:

$$D[i, j] = \begin{cases} d(V_i, V_j), & \text{якщо } R > d(V_i, V_j) \\ 0 & \text{– в іншому випадку.} \end{cases} \quad (3)$$

7. Побудова графа та знаходження МКД графа.

8. Розрахунок степеня зв'язності вершин реалізовано за допомогою такого виразу:

$$p[i] = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \epsilon_{i,j}}{2}. \quad (4)$$

9. Розрахунок довжини МКД реалізовано за таким виразом:

$$L_{МКД} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N D[i, j]. \quad (5)$$

Степінь зв'язності графа розраховується за такою формулою:

$$S_{МКД} = \sum_{i=1}^N \frac{p[i]}{N}. \quad (6)$$

10. Перевірка умови збереження системою властивості живучості шляхом порівняння отриманих на 9-му етапі значень параметрів з мінімально допустимими значеннями, введеними в першому блоці. Якщо значення параметрів, отримані на 9-му кроці алгоритму, перевищують мінімально допустимі, то виконується етап 11, в іншому випадку – етап 12.

Етапи 11 та 12 реалізують процес прийняття рішення щодо збереження системою властивості живучості.

13. Видалення вершини графа.

14. Перевірка умови чи є різниця між загальною кількістю вузлів та кількістю видалених вузлів, більшою за 1. Якщо умова виконується, то відбувається повторне виконання етапів 3–13.

Перевірку працездатності розробленого алгоритму проведемо для ІКМ АСУ військами тактичного рівня, яка має в своєму складі 26 вузлів.

На першому етапі алгоритму вводяться такі параметри:

кількість вузлів мережі – 26;

радіус дії вузлів – 1000 умовних одиниць, 400 та 275 умовних одиниць;

мінімальне значення довжини МКД графа – 1500 умовних одиниць;

мінімальне значення степеня зв'язності графа – 10.

На другому етапі алгоритму розміщуються вузли на площині та знаходяться їх координати.

На третьому етапі розраховується відстань між вершинами за виразом (1). Результати даного етапу для радіуса дії вузла $R=1000$ умовних одиниць подано на рис. 2. Аналогічним чином розраховуються відстані й для радіусів дії вузлів $R=400$ та $R=275$ умовних одиниць.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	0	418	426	103	186	527	58	350	156	115	179	156	175	162	205	279	304	346	291	245	217	220	185	241	298	235
2	418	0	838	322	603	935	476	75	329	465	579	563	532	492	497	587	599	597	445	488	455	424	375	326	328	282
3	426	838	0	530	266	103	371	766	522	379	260	276	323	368	390	340	351	413	517	433	446	478	499	571	613	595
4	103	322	530	0	282	630	159	259	146	195	281	259	264	238	271	356	379	409	316	296	262	251	200	227	280	202
5	186	603	266	282	0	369	129	536	325	205	126	106	199	228	275	296	321	384	403	328	318	339	330	399	453	406
6	527	935	103	630	369	0	472	862	614	472	356	374	411	455	470	408	414	468	591	508	526	559	586	656	695	684
7	58	476	371	159	129	472	0	408	201	113	133	107	153	155	204	263	288	339	311	252	230	241	218	281	338	282
8	350	75	766	259	536	862	408	0	254	391	507	491	458	417	422	512	525	523	374	414	380	350	301	253	260	209
9	156	329	522	146	325	614	201	254	0	143	263	253	205	163	170	261	278	290	173	174	138	116	61	86	143	81
10	115	465	379	195	205	472	113	391	143	0	121	114	71	47	92	165	189	232	202	138	118	135	129	201	252	218
11	179	579	260	281	126	356	133	507	263	121	0	28	82	121	161	170	195	259	295	214	212	239	246	319	368	338
12	156	563	276	259	106	374	107	491	253	114	28	0	93	126	170	192	217	279	302	224	217	242	243	315	366	331
13	175	532	323	264	199	411	153	458	205	71	82	93	0	45	79	110	136	191	213	132	130	159	176	248	292	273
14	162	492	368	238	228	455	155	417	163	47	121	126	45	0	50	119	143	186	176	101	91	117	131	203	248	228
15	205	497	390	271	275	470	204	422	170	92	161	170	79	50	0	91	110	141	135	54	56	89	123	188	225	222
16	279	587	340	356	296	408	263	512	261	165	170	192	110	119	91	0	26	89	184	106	134	167	211	270	297	308
17	304	599	351	379	321	414	288	525	278	189	195	217	136	143	110	26	0	67	183	113	145	176	225	279	301	319
18	346	597	413	409	384	468	339	523	290	232	259	279	191	186	141	89	67	0	157	116	152	177	231	271	281	315
19	291	445	517	316	403	591	311	374	173	202	295	302	213	176	135	184	183	157	0	85	85	71	115	122	124	168
20	245	488	433	296	328	508	252	414	174	138	214	224	132	101	54	106	113	116	85	0	36	64	116	166	191	206
21	217	455	446	262	318	526	230	380	138	118	212	217	130	91	56	134	145	152	85	36	0	34	81	136	169	174
22	220	424	478	251	339	559	241	350	116	135	239	242	139	117	89	167	176	177	71	64	34	0	56	103	136	142
23	185	375	499	200	330	586	218	301	61	129	246	243	176	131	123	211	225	231	115	116	81	56	0	73	124	99
24	241	326	571	227	399	656	281	253	86	201	319	315	248	203	188	270	279	271	122	166	136	103	73	0	57	46
25	298	328	613	280	453	695	338	260	143	252	368	366	292	248	225	297	301	281	124	191	169	136	124	57	0	81
26	235	282	595	202	406	684	282	209	81	218	338	331	273	228	222	308	319	315	168	206	174	142	99	46	81	0

Рис. 2. Відстані між вершинами графа

На четвертому, п'ятому та шостому етапі алгоритму визначається ймовірність появи події $\epsilon_{i,j}$ за виразом (2) та формується матриця відстаней $D[i, j]$ за виразом (3).

На сьомому етапі алгоритму будується граф зі з'єднанням вершин (рис. 3).

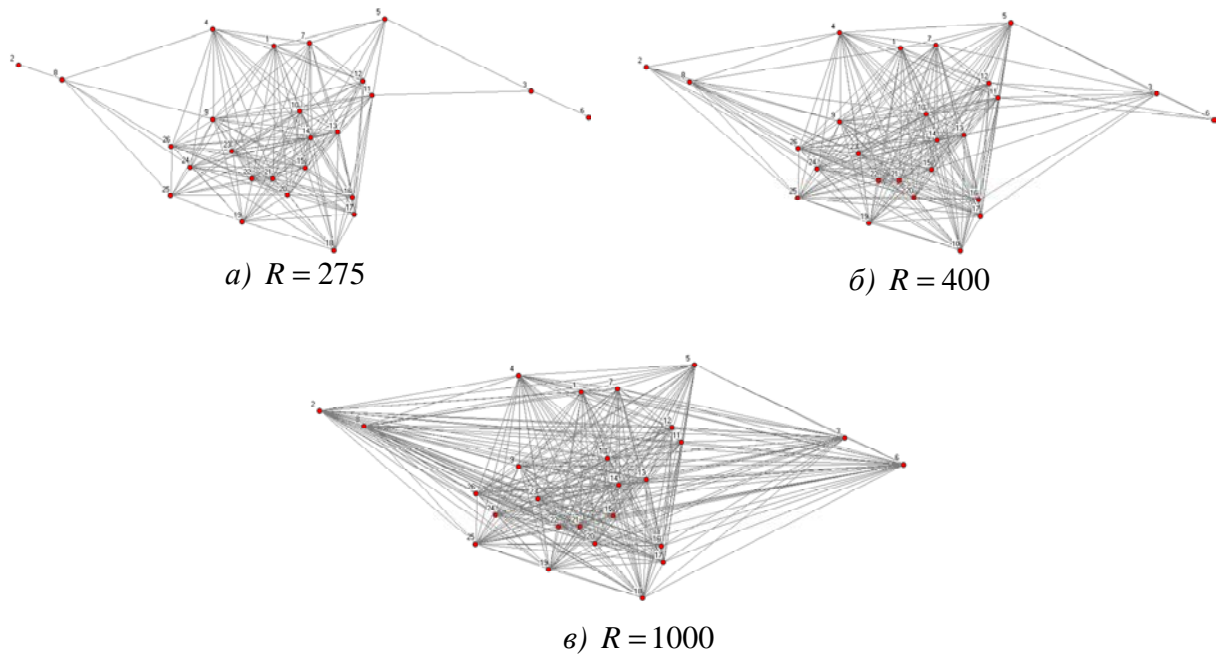


Рис. 3. Відображення структури мережі

Після побудови графа мережі будується МКД графа за допомогою модифікованого алгоритму Прима (рис. 4).

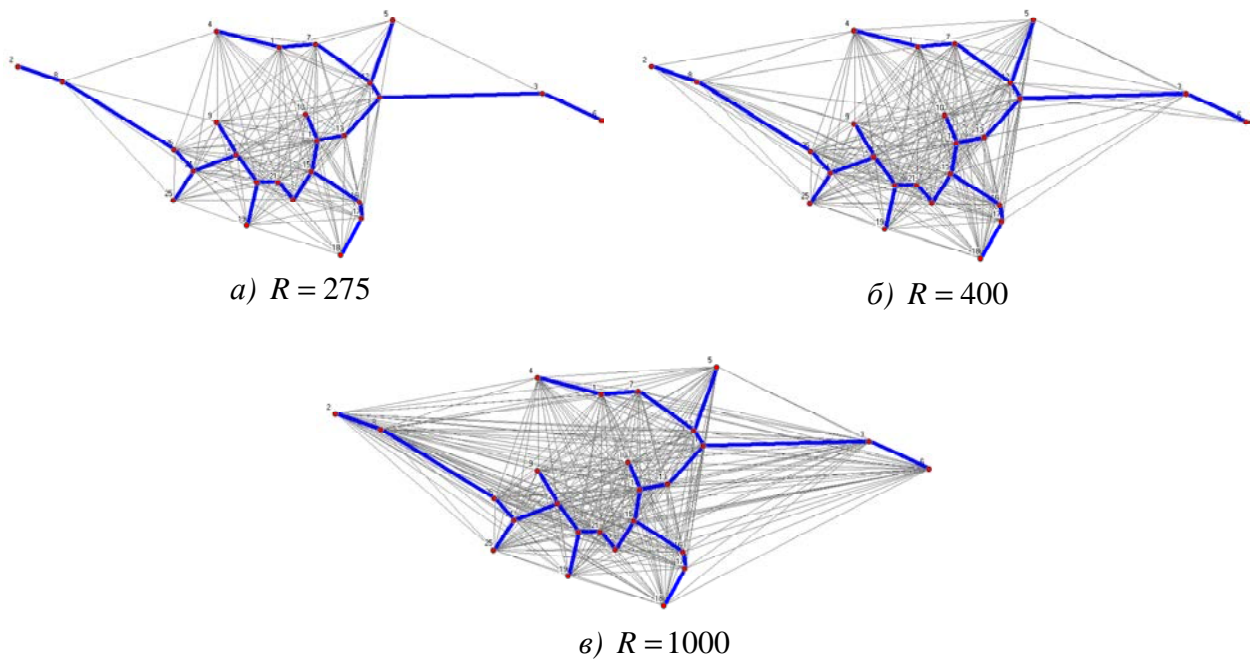


Рис. 4. Відображення МКД для $N_{вид} = 0$

У випадку, коли $N_{вид} = 0$, усі МКД однакові. Практичний інтерес становлять МКД графа, в якого видалено 25% від загальної кількості вузлів графа, що приблизно становить $N_{вид} = 7$ вузлів (рис. 5).

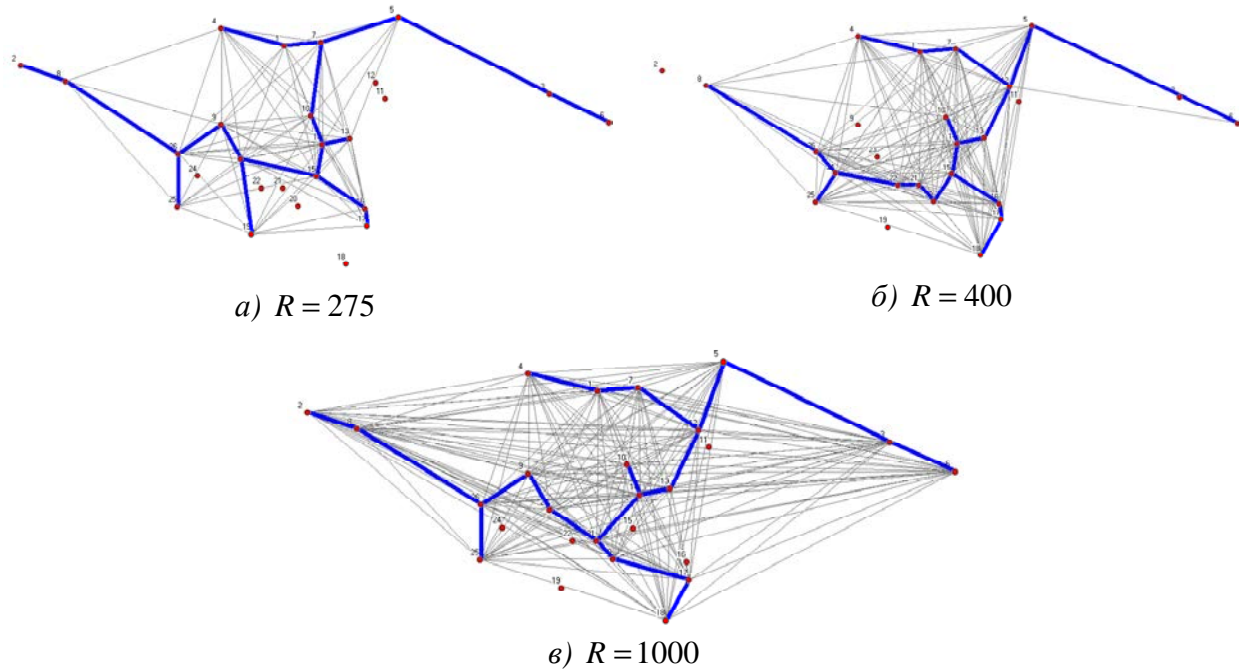


Рис. 5. Відображення МКД для $N_{\text{вуд}} = 7$

З рис. 5 випливає, що після видалення певної кількості вузлів відбувається автоматична реконфігурація мережі та пошук МКД початкового графа, що залежно від радіуса дії вершин матиме різну довжину.

Восьмий етап реалізує розрахунок степеня зв'язності для кожної вершини графа. Результати розрахунків зведено в табл. 1.

Таблиця 1

Результати розрахунку степеня зв'язності вузлів графа

Степень зв'язності вузлів для $R = 275$																										
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
$p[i]$	16	1	3	14	8	1	15	6	19	21	17	16	20	21	20	16	13	13	15	19	20	20	20	17	12	15
Степень зв'язності вузлів для $R = 400$																										
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
$p[i]$	22	7	11	22	20	4	22	12	23	23	23	23	22	22	22	22	22	20	21	21	22	22	23	23	22	22
Степень зв'язності вузлів для $R = 1000$																										
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
$p[i]$	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25

На дев'ятому кроці алгоритму для МКД реалізовано знаходження їх характеристик: довжини МКД та степеня зв'язності графа, які зведені до табл. 2.

Таблиця 2

Результати розрахунку довжини МКД та степеня зв'язності графа для різних значень радіуса дії вершини

	$R = 275$	$R = 400$	$R = 1000$
$L_{\text{МКД}}$	1945	1945	1945
$S_{\text{МКД}}$	14,54	19,92	25

Десятий крок алгоритму перевіряє чи не перевищують числові значення, отримані на дев'ятому етапі, відповідних числових значень, що були введені на першому кроці. Якщо відбувається перевищення, то виконується етап 11, в іншому випадку – етап 12.

Далі випадковим чином видаляється вершина графа та повторюються кроки 3–13 до тих пір, поки не залишиться одна вершина.

Під час проведення досліджень була отримана залежність довжини МКД графа від кількості видалених вершин для різних значень радіуса дії вершин (рис. 6).

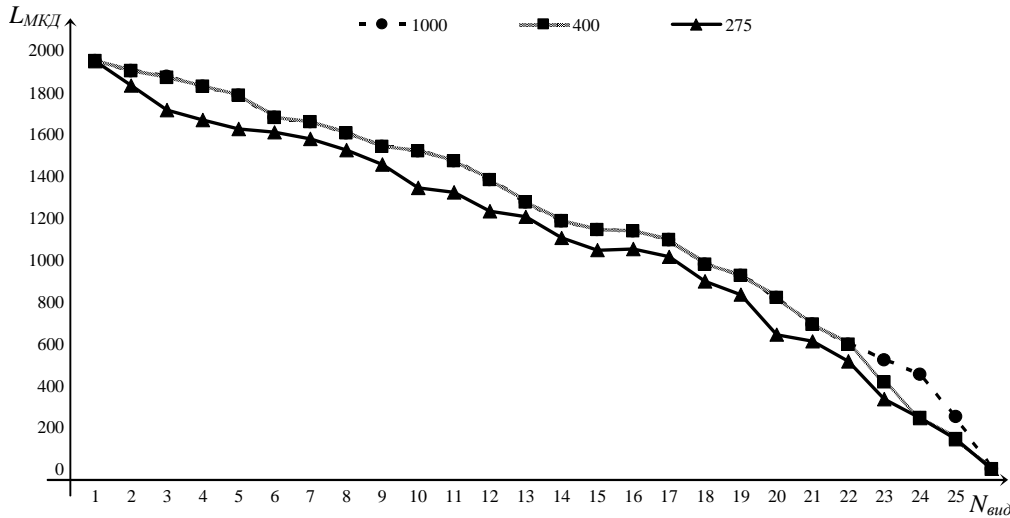


Рис. 6. Графік залежності довжини МКД графа від кількості видалених вершин для різних значень радіуса дії вершин

Як видно з рис. 6 довжина МКД графа зменшується зі зменшенням радіуса дії вершини, що свідчить про зменшення простору дії мережі зв'язку.

Залежність степеня зв'язності графа від кількості видалених вершин для різних значень радіуса дії вершин відображено на рис. 7.

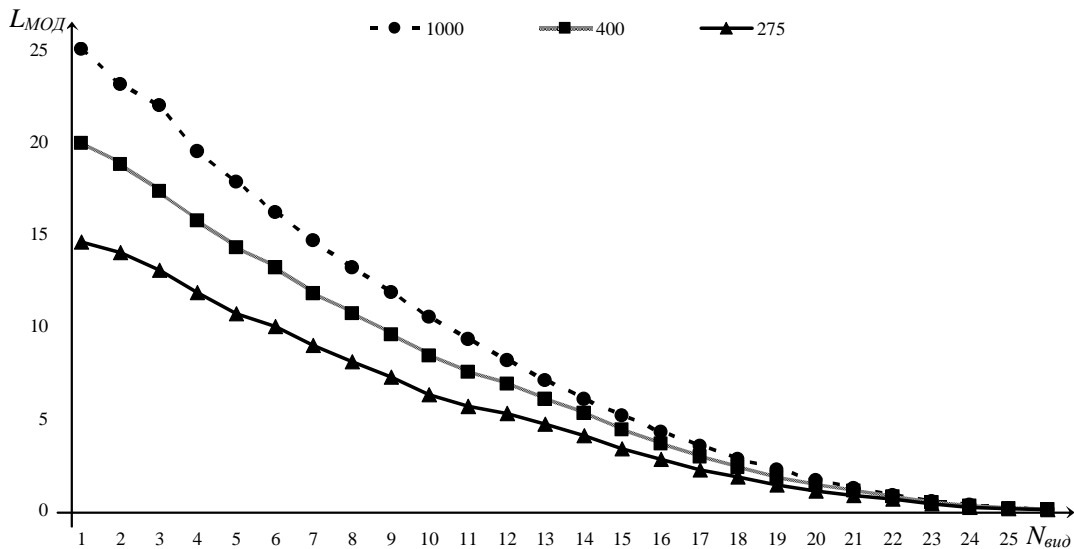


Рис. 7. Графік залежності степеня зв'язності графа від кількості видалених вершин для різних значень радіуса дії вершин

Як видно з рис. 7, степінь зв'язності графа зменшується зі зменшенням радіуса дії вершини, що свідчить про зменшення структурної надмірності, тобто зменшення кількості вузлів, що можуть бути з'єднані між собою.

Проведені дослідження свідчать про те, що для збереження ІКМ АСУ військами тактичного рівня властивості живучості необхідне виконання таких умов:

1. Для забезпечення довжини МКД, більшої, ніж 1500 умовних одиниць, кількість видалених вузлів не повинна перевищувати 13 вузлів для мережі з радіусом дії $R = 1000$ умовних одиниць, 12 вузлів для мереж з радіусом дії $R = 400$ та $R = 275$ умовних одиниць відповідно. Тобто ІКМ АСУ військами тактичного рівня зберігає властивість живучості при видаленні 50% вузлів.

2. Для забезпечення степеня зв'язності графа, більшого за 10, кількість видалених вузлів не повинна перевищувати 10 вузлів для мережі з радіусом дії $R = 1000$ умовних одиниць, 9 вузлів для мережі з радіусом дії $R = 400$ умовних одиниць та 6 вузлів для мережі з радіусом дії $R = 275$ умовних одиниць. Отже, ІКМ АСУ військами тактичного рівня зберігає властивість живучості при видаленні 38% вузлів мережі з радіусом дії $R = 1000$ умовних одиниць, 35% мережі з радіусом дії $R = 400$ умовних одиниць та 23% мережі з радіусом дії $R = 275$ умовних одиниць.

Висновки. Алгоритм оцінювання структурної живучості ІКМ АСУ військами тактичного рівня узагальнює існуючі підходи до побудови МКД графа, розрахунку кількісних мір живучості. Використання розробленого алгоритму надає можливості проводити дослідження динаміки зміни властивості живучості: умовного закону невразливості системи – та визначати надмірність вузлів мережі для збереження властивості живучості.

Таким чином, для забезпечення властивості живучості ІКМ АСУ військами тактичного рівня необхідно передбачити надмірність вузлів та можливість збільшення радіуса дії вузла мережі. Збільшення радіуса дії вузла вимагає певних енерговитрат і не завжди доцільне. Саме аналізу впливу енерговитрат на живучість ІКМ АСУ військами тактичного рівня й будуть присвячені майбутні дослідження.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Полторац С. Т. Головне завдання – підвищення обороноздатності держави / С. Т. Полторац // Наука і оборона. – 2015. – № 2. – С. 3–8.
2. Руснак І. С. Воєнна безпека України у світлі реформування сектора безпеки і оборони / І. С. Руснак // Наука і оборона. – 2015. – № 2. – С. 9–14.
3. Фролов В. С. Структурно-логічна схема Єдиної автоматизованої системи управління Збройних Сил України / В. С. Фролов // Наука і оборона. – 2012. – № 1. – С. 15–23.
4. Марущенко М. П. Перспективи впровадження бездротової локально-обчислювальної мережі в структурі управління окремої механізованої бригади / М. П. Марущенко, В. Л. Живчук, Г. Я. Криховецький // Збірник наукових праць. – К. : ВІПІ НТУУ „КПІ”. – 2008. – № 3. – С. 100–106.
5. Додонов А. Г. Живучість информационных систем / А. Г. Додонов, Д. В. Ландэ. – К. : Наук. думка, 2011. – 256 с.
6. Додонов О. Г. Живучість складних систем: аналіз та моделювання : навч. посіб. у 2-х ч. / О. Г. Додонов, М. Г. Кузнецова, О. С. Горбачик. – К. : НТУУ «КПІ», 2009. – 264 с.
7. Синтез и анализ живучести сетевых систем : монография / Ю. Ю. Громов, В. О. Драчев, К. А. Набатов, О. Г. Иванова. – М. : Издательство «Машиностроение-1», 2007. – 152 с.

8. Стекольников Ю. И. Живучесть систем. Теоретические основы / Ю. И. Стекольников. – С-Пб. : Политехника, 2002. – 168 с.
9. Канкін І. О. Теорія алгоритмів : навч. посіб. / І. О. Канкін, С. С. Бучик, О. С. Бойченко. – Житомир : ЖВІ ДУТ, 2014. – 208 с. : іл.
10. Пермякова Н. В. Спецглавы математики. Часть 2. Теория графов : учеб. пособ. / Н. В. Пермякова. – Томск : Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2002. – 122 с.

Подано 29.09.2015

О. С. Бойченко

**АЛГОРИТМ ОЦЕНИВАНИЯ СТРУКТУРНОЙ ЖИВУЧЕСТИ
ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОЙСКАМИ
ТАКТИЧЕСКОГО УРОВНЯ**

В статье разработан алгоритм оценивания структурной живучести информационно-коммуникационной сети автоматизированной системы управления войсками тактического уровня. Обобщено существующие алгоритмы построения минимального остовного дерева и расчетов количественных мер живучести, которые определяют зависимость связности графа от количества удаленных его вершин и радиуса действия соответствующей вершины.

O. S. Boychenko

**ALGORITHM OF EVALUATION OF STRUCTURAL SURVIVABILITY OF
INFORMATIVELY-COMMUNICATION NETWORKS OF AUTOMATIC CONTROL
SYSTEM OF TACTICAL LEVEL TROOPS**

In the article the algorithm of evaluation of structural survivability of informatively-communication network of ACS is worked out by the troops of tactical level. Generalization of existent algorithms of construction of minimum spanning tree and calculation of quantitative measures of survivability, which determine dependence of connectedness to the graph from the amount of remote tops to the graph and cruising of corresponding top radius, is conducted.