

ЧЕРКАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ТОМЕНКО Віталій Іванович

УДК 618.5.01:614.844

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ
СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПІДРОЗДІЛАМИ МНС ПРИ НАДЗВИЧАЙНИХ
СИТУАЦІЯХ У ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ**

05.13.06 – Інформаційні технології

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Черкаси – 2008

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Черкаському державному технологічному університеті
Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор
Мусієнко Максим Павлович,
Черкаський державний технологічний
університет, професор кафедри
комп'ютеризованих та інформаційних
технологій у приладобудуванні.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор
Первунінський Станіслав Михайлович,
Черкаський державний технологічний
університет, завідувач кафедри
програмного забезпечення
автоматизованих систем;

доктор технічних наук, професор
Становський Олександр Леонідович,
Одеський національний політехнічний
університет, завідувач кафедри
нафтогазового та хімічного
машинобудування.

Захист відбудеться “10” грудня 2008 р. о 15⁰⁰ на засіданні спеціалізованої
вченої ради К 73.052.01 в Черкаському державному технологічному університеті
за адресою: 18006, м. Черкаси, бул. Шевченка, 460.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Черкаського державного
технологічного університету за адресою: 18006, м. Черкаси, бул. Шевченка, 460.

Автореферат розісланий “08” листопада 2008 р.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради К 73.052.01

В.В. Палагін

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Ефективна робота автоматизованих систем управління підрозділами МНС України (АСУ МНС) при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій (НС) є однією з найважливіших ланок у системі діяльності МНС, оскільки, врешті, це позначається на зменшенні кількості людських жертв, шкоди народному господарству країни, втрат майна тощо. Проте на сьогодні апаратне забезпечення АСУ розвинуто більше за інформаційне, що призводить до малоефективного застосування технічних засобів.

Сьогодні в структурах МНС України для підтримки АСУ застосовують інформаційні технології, які базуються на методах розрахунку найкоротшого шляху до місця події, оптимального розташування депо, кількості підрозділів, залежно від типу події, застосуванні системи GPS та навігаційних карт тощо. Прикладом є розроблені інформаційні технології для диспетчерської служби екстреної допомоги “112”. В інформаційних моделях таких АСУ враховують параметри, що відносяться до міста: напрямки та інтенсивність рухів на вулицях, перехрестя, світлофори тощо. Тобто ці технології ефективні для створення АСУ, що експлуатуються лише у міських населених пунктах. Експлуатація таких АСУ у природних екосистемах (поза містом) неефективна, оскільки в інформаційних моделях та математичних методах при її створенні не враховані особливості території (тип, розмір охопленої місцевості, ландшафт тощо) та наявні параметри, які суттєві тільки для міських населених пунктів. Наслідком цього є неефективне застосування сил та засобів МНС при подоланні НС у природних екосистемах.

Кожна НС у природній екосистемі унікальна, отже, для її подолання необхідна й унікальна адаптивна АСУ, яка відрізняється кількістю підрозділів, типом взаємодії між ними тощо. Створювати такі системи з “нуля”, вже після виникнення НС неефективно через великі витрати часу. Тому доцільним є створення заздалегідь деякого базового стану системи (наявність укомплектованих підрозділів, набору засобів зв’язку, навігаційних карт тощо). При отриманні інформації про НС, залежно від її особливостей, відбувається добудова адаптивної АСУ, яка за найменший час починає роботу з ліквідації наслідків НС. Отже, під поняттям “створення” АСУ МНС в дисертаційній роботі мається на увазі її добудова до експлуатаційного стану при наявності базового (спільного для всіх можливих систем) стану.

Існуючі інформаційні технології розрахунку необхідної кількості підрозділів для побудови АСУ МНС та їх розташування у природних екосистемах базуються лише на розрахунках перекриття територій за відстанями. При цьому всі існуючі методи розглядаються, в основному, при ймовірному настанні пожежі і не враховують ризики виникнення інших НС.

Останнім часом зросли вимоги до об’єму оперативної інформації, яка передається між підрозділами МНС (наприклад, при передачі відеоінформації), що потребує застосування сучасного обладнання. Це вимагає розробки нових інформаційних технологій створення АСУ МНС, які враховують особливості роботи даного обладнання в природних екосистемах.

Таким чином, розробка інформаційної технології для створення АСУ МНС з урахуванням місцевих особливостей дозволяє створювати адаптивні системи, що застосовуються для ліквідації наслідків НС за менший відрізок часу є вельми актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалася відповідно до завдань таких програм: “Концепція наукового забезпечення діяльності МНС України” (2006 р.); “Програма забезпечення пожежної безпеки на період до 2010 року” (Накази МНС України № 761 від 30.07.2002 р. та № 442 від 12.07.2006 р.); “Концепція наукової діяльності Черкаського інституту пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля МНС України на 2005 – 2010 роки” (протокол Вченої ради № 1 від 24.09.2004 р.) та до завдань держбюджетної науково-дослідної роботи Черкаського державного технологічного університету “Радіоідентифікаційні системи моніторингу дорожнього руху” № 170 – 06 (номер державної реєстрації 0106U004502).

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційного дослідження є зменшення негативних наслідків надзвичайних ситуацій у природних екосистемах шляхом зменшення часу побудови системи для ліквідації цих наслідків за рахунок розробки нових інформаційних технологій створення автоматизованих систем управління підрозділами МНС.

Для досягнення цієї мети в дисертаційній роботі розв'язані такі задачі:

- проаналізовано сучасний стан створення систем автоматизованого управління підрозділами МНС України при надзвичайних ситуаціях у природних екосистемах;
- проведена оптимізація структури базового стану АСУ МНС.
- визначені граничні значення параметрів передавачів та приймачів інформації;
- розроблено метод підготовки даних для розробки адаптивних АСУ МНС;
- розроблено методи побудови топологічної структури мобільних підрозділів МНС.

Об'єкт дослідження – процес створення автоматизованих систем управління підрозділами МНС України для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Предмет дослідження – інформаційні технології для створення АСУ МНС, які експлуатуються в природних екосистемах.

Методи дослідження. Для визначення структури базового стану АСУ МНС використані методи розв'язання оптимізаційних задач; для визначення допустимих відстаней розташування підрозділів та коефіцієнтів довжини інформаційних каналів – методи теорії математичної статистики та функціонального аналізу; для визначення місць розташувань мобільних підрозділів – методи структурного проектування; для програмної реалізації та експериментальної перевірки розроблених методів – методи імітаційного моделювання з використанням об'єктно-орієнтованих мов програмування та дослідження на експериментальних установках.

Наукова новизна одержаних результатів:

– отримав подальший розвиток метод побудови автоматизованої системи управління підрозділами МНС, що полягає у поєднанні заздалегідь створеної базової частини системи та добудованої після виникнення надзвичайної ситуації, який полягає в оптимізації складу та розміщення місць базування підрозділів за часом прибуття до місця надзвичайної ситуації з врахуванням ризиків виникнення можливих подій;

– вперше визначені граничні значення частот сигналів передачі інформації – від 400 МГц до 1,3 МГц, висот розташування передавачів та приймачів інформації – від 0,9 до 3,1 м, мінімальних відстаней до перешкод – 2,4 м, які забезпечують потрапляння розрахункових відстаней між підрозділами до області допустимих значень;

– вперше запропоновано застосування коефіцієнтів зменшення довжини інформаційних каналів при побудові топологічних структур місцезнаходжень мобільних підрозділів МНС на територіях із різним типом та профілем місцевості, який дозволяє адаптувати топологічні структури розміщення підрозділів до характеристик території при максимально допустимих відстанях між підрозділами;

– вперше розроблено метод підготовки даних для створення автоматизованих систем управління, що функціонують у природних екосистемах, який полягає у визначенні області допустимих значень відстаней між підрозділами та коефіцієнтів зменшення довжини інформаційних каналів, при визначенні яких враховується тип та профіль місцевості, де розташовуються підрозділи.

Практичне значення одержаних результатів полягає у вдосконаленні інформаційної технології створення автоматизованих систем управління підрозділами МНС України при надзвичайних ситуаціях у природних екосистемах.

На основі визначення граничних значень частот, висот передавачів та приймачів інформації, а також мінімальних відстаней до перешкод виявлено типи технологій WPAN (wireless personal area network – бездротові технології передачі інформації) та умови їх застосування в підрозділах МНС, що дозволяє організувати передачу збільшеного об'єму інформації, наприклад, відеоінформації.

Практичне використання інформаційної технології створення АСУ МНС показало, що оптимальне розташування підрозділів МНС на території Канівського району Черкаської області дозволило в 1,34 рази скоротити час прибуття підрозділів до найвіддаленішого місця можливої НС. Застосування методів побудови топології мобільних підрозділів на території Мошенських лісових масивів Черкаської області дозволило в 2,3 рази скоротити час на її побудову.

Розроблено програмні продукти (з використанням об'єктно-орієнтованих мов програмування), що дозволяють моделювати топологічні структури розміщення мобільних підрозділів МНС.

Результати дисертаційного дослідження впроваджені у підрозділах цивільного захисту МНС України в Черкаській області, на підприємствах та

організації м. Черкаси: ПП “Бастіон” та SMS-сервісі “4840” спільно з транспортним підприємством ПП “Еліт-Транс”. У навчальному процесі результати роботи впроваджені в Академії пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля МНС України, в Черкаському державному технологічному університеті та в Черкаському національному університеті імені Богдана Хмельницького.

Особистий внесок здобувача. За результатами наукових досліджень опубліковано 5 особистих праць [13 – 17]. У роботах, опублікованих у співавторстві, здобувачеві належить: аналіз існуючих інформаційних технологій створення АСУ МНС України при НС [3, 8 – 10], обґрунтування необхідності розробки інформаційних технологій створення АСУ МНС [2, 4, 6, 7, 12]; запропонований метод підготовки даних для створення АСУ МНС, що функціонують у природних екосистемах [5, 10]; запропоновано застосування коефіцієнтів зменшення довжини інформаційних каналів при структурному проектуванні [11, 18]; проведені експериментальні дослідження АСУ МНС [1, 19, 20].

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційного дослідження доповідалися і обговорювалися на міжнародних науково-технічних і науково-практичних конференціях: II міжнародній НПК “Emergency Situations: Prevention and Elimination” (Мінськ, 2003); міжнародній НПК “Пожежна та техногенна безпека” (Черкаси, 2005); II міжнародній НПК “Perspektywiczne opracowania nauki i techniki – 2007” (Пшемисль, Польща, 2007); IV міжнародній НПК “Klíčové aspekty vědecké činnosti – 2008” (Прага, Чехія, 2008); III міжнародній НПК “Наука и образование без границ – 2007” (Софія, Болгарія, 2007); міжнародній НПК “Пожежна безпека – 2007” (Черкаси, 2007); міжнародній НПК “Наука в інформаційному просторі” (Дніпропетровськ, 2007); XIII міжнародній НПК “Інформаційні технології в економіці, менеджменті і бізнесі. Проблеми науки, практики і освіти” (Київ, 2007); III міжнародній НПК “Інформатика та комп’ютерні технології” (Донецьк, 2007); IV міжнародній НПК “Наука и образование – 2008” (Софія, Болгарія, 2008); IV міжнародній НПК “Veda a technologie: krok do budoucnosti – 2008” (Прага, Чехія, 2008); IV міжнародній НПК “Nowoczesnych naukowych osiagniec – 2008” (Пшемисль, Польща, 2008).

Публікації. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 20 наукових праць, в тому числі 5 статей у виданнях, що входять до переліку ВАК України, 13 матеріалів міжнародних конференцій та 2 патенти України.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, додатків та списку використаних джерел. Загальний обсяг дисертації – 169 сторінок. Дисертація містить 73 рисунки, 4 таблиці та посилання до 151 джерела.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність наряду досліджень, приведено зв'язок роботи з науковими програмами, сформульовано мету і задачі дослідження, відображено наукову новизну, практичну цінність роботи і

особистий внесок здобувача, наведені відомості про апробацію, публікації та використання результатів дослідження.

У першому розділі наведено аналіз НС техногенного та природного характеру. Визначено динаміку та причини збільшення кількості НС у природних екосистемах. Важливим недоліком є те, що в інформаційних технологіях створення АСУ МНС застосовують параметри, які описують характеристики міських населених пунктів. Експлуатація таких АСУ у природних екосистемах (поза містом) малоефективна, оскільки в інформаційних моделях та математичних методах при її створенні не враховані особливості території (тип, розмір охопленої місцевості, ландшафт тощо). Для ліквідації наслідків НС у природних екосистемах необхідно застосовувати АСУ МНС, при створенні яких використовуються інформаційні технології, що враховують особливості території, на яких ліквідовуються наслідки НС.

У роботі показано, що для ліквідації наслідків НС у природних екосистемах доцільним є створення АСУ не з “нуля” після виникнення НС, а побудова системи до експлуатаційного стану при наявності деякого (спільного для всіх можливих систем) базового стану АСУ МНС. Циклограма життєвого циклу АСУ МНС показана на рис. 1.

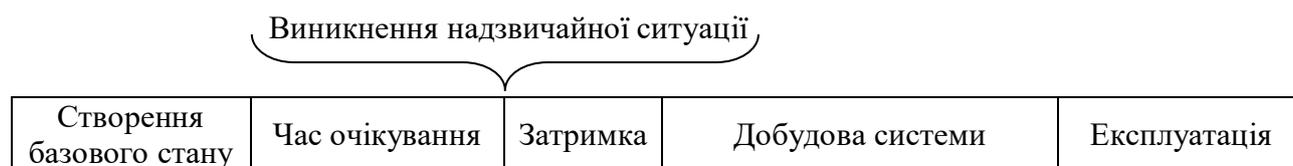


Рис. 1. Циклограма життєвого циклу АСУ МНС для ліквідації наслідків НС у природних екосистемах

Аналіз існуючих інформаційних технологій створення АСУ МНС для ліквідації наслідків НС показав малоефективність їх застосування, оскільки створені на їх основі системи ліквідації НС ситуацій не враховують особливості місцевості (розмір, тип тощо), що призводить до збільшення кількості підрозділів та витрат часу для створення АСУ МНС. Проаналізовано наявне апаратне забезпечення, що застосовується при створенні існуючих АСУ МНС, показано його невідповідність сучасним вимогам. Насамперед, в інформаційному забезпеченні: не враховують підвищені останнім часом вимоги до мобільності та збільшення обсягу інформаційного потоку в діяльності підрозділів МНС (невелика пропускна здатність інформаційних каналів, що не дозволяє своєчасно передавати необхідні дані, наприклад, відеоінформацію).

У другому розділі наведені результати розв’язання оптимізаційної задачі розміщення кожного типу підрозділу для певних типів НС, визначення граничних значень параметрів передавачів та приймачів інформації, а також методу підготовки даних для розробки адаптивних АСУ МНС.

Для кожного типу НС визначається ризик виникнення ситуації на території, що розглядається. Далі, з застосуванням методу експертних оцінок при використанні коефіцієнтів несприятливих умов, що розраховуються окремо

для кожної НС, приймаються рішення щодо застосування типів та кількості підрозділів. Розв'язанням оптимізаційної задачі визначаються параметри оптимального розміщення підрозділів АСУ МНС, при яких час прибуття підрозділів до місця НС для кожного з типів НС буде найменшим, тобто знаходиться

$$\min_{(x_b, y_b) \in B} \left\{ \max_{(x_s, y_s) \in S} \left(\frac{\min\{L_{bs}\} K_{bs}}{v_j} \right) \right\},$$

де v_j – швидкість, з якою рухаються $n_j^{(k)}$ підрозділи МНС типу $t_j \in T$ з множини типів підрозділів T на множині напрямів руху L_{bs} з коефіцієнтом звивистості доріг K_{bs} від місць розташування (x_b, y_b) з області припустимих розв'язків місць знаходження баз підрозділів B до можливого місця виникнення надзвичайної ситуації (x_s, y_s) з множини можливих значень S .

Однією з головних вимог при створенні АСУ МНС є неперервність передачі інформації між підрозділами. В роботі вперше визначені граничні значення частот сигналів передачі інформації – від 400 МГц до 1,3 МГц, висот розташування передатчиків та приймачів інформації – від 0,9 до 3,1 м, мінімальних відстаней до перешкод – 2,4 м, які забезпечують потрапляння розрахункових відстаней між підрозділами до області допустимих значень, в яких найменша ймовірність припинення в передачі інформації.

За результатами систематизації параметрів бездротових технологій передачі інформації технологій GSM, WLAN та WPAN стандартів, визначених граничних значень частот, висот та відстаней і відповідно до вимог закону України про радіочастотні ресурси визначено три частоти (434 МГц, 868 МГц та 2,4 ГГц), що відповідають сучасним вимогам щодо об'єму інформації (пропускної спроможності), що передається, та входять до визначених областей граничних значень.

При передачі інформації на визначених трьох частотах існують відстані між підрозділами з низькою ймовірністю безперервної передачі інформації, що обумовлена інтерференцією хвиль. У дисертаційній роботі запропоновано метод підготовки даних для створення АСУ МНС, що полягає у визначенні відстаней із високою ймовірністю безперервної передачі інформації та коефіцієнтів зменшення довжини каналу передачі інформації, що заносяться в оперативну базу даних та використовуються надалі при розрахунках координат розміщення підрозділів на місцевості.

При розміщенні абонентів (підрозділів) у природних екосистемах розрізняють два випадки: на відкритій та на невідкритій місцевостях (тобто при наявності перешкод між підрозділами: лісові масиви, сільськогосподарські угіддя тощо).

У першому випадку для отримання значень відстаней безперервної роботи інформаційних каналів застосовується модель передачі інформації по двом каналам. Особливістю передачі інформації в АСУ МНС у природних

екосистемах, де застосовуються технології WPAN стандартів, є мала потужність (кілька десятків мВт) передавальних станцій та однакова кількаметрова висота антен (на відміну від стільникових мереж GSM стандарту, що застосовувалися раніше, з потужністю передавальних станцій у кілька десятків Вт та висотою базових антен 30 – 50 м). Визначено потужність сигналу передачі інформації між передавачами підрозділів залежно від відстані між ними:

$$P(d) = P(d_0) d_0^2 \left| \frac{e^{-j \frac{2\pi f d}{c}} + \frac{2h}{\sqrt{4h^2 + d^2}} \frac{\sqrt{\varepsilon - \frac{d}{\sqrt{4h^2 + d^2}}}}{\varepsilon_p} e^{-j \frac{2\pi f \sqrt{4h^2 + d^2}}{c}}}{\frac{2h}{\sqrt{4h^2 + d^2}} + \frac{\sqrt{\varepsilon - \frac{d}{\sqrt{4h^2 + d^2}}}}{\varepsilon_p} \sqrt{4h^2 + d^2}} \right|^2,$$

де h – висота передавальної (приймальної) антени; d – відстань між підрозділами; c – швидкість світла; f – частота сигналу передачі інформації; $P(d_0)$ – потужність, яка виміряна на стандартній відстані d_0 ; ε – діелектрична проникність поверхні віддзеркалення (грунту, асфальту тощо); ε_p – параметр, що визначає напрямок поляризації ($\varepsilon_p = \varepsilon$ для вертикальної поляризації, $\varepsilon_p = 1$ – для горизонтальної).

При знаходженні абонентів на невідкритій місцевості застосовуються моделі з більшою кількістю каналів. У роботі показано, що при знаходженні підрозділів на відстані кількох десятків метрів від вертикальної перешкоди необхідно застосовувати модель із трьома каналами передачі інформації, при знаходженні між двома такими перешкодами – з чотирма тощо. Максимальна кількість каналів, що прийнята в дослідженнях – 10. Запропонована формула для визначення потужності сигналу передачі інформації між підрозділами має вигляд:

$$P(d) = P(d_0) d_0^2 \left| \sum_{i=1}^{10} \frac{\frac{\sin(\theta_j) - \sqrt{\varepsilon_j - \cos^2(\theta_j)}}{\varepsilon_p}}{\frac{\sin(\theta_j) + \sqrt{\varepsilon_j - \cos^2(\theta_j)}}{\varepsilon_p} d_i} \times e^{-j \frac{2\pi f d_i}{c}} \right|^2,$$

де $\sin(\theta_j) = \frac{l_{j1} + l_{j2}}{\sqrt{(l_{j1} + l_{j2})^2 + d_i^2}}$; l_{j1}, l_{j2} – відстані до перешкод; i – номер каналу.

Алгоритм реалізації розробленого методу пошуку можливих відстаней між підрозділами (на прикладі знаходження підрозділів на невідкритій місцевості) наступний.

1. Обирається модель із трьома каналами p_i ($i = 3, \dots, 10$) передачі інформації. Для неї визначається залежність потужності передачі сигналу від відстані між підрозділами на відрізку $[d_{min}, D]$, де d_{min} – мінімальна відстань між підрозділами, D – максимально можлива відстань, яка визначається можливостями технології, що використовується для передачі даних.

2. Розв'язанням рівняння $P'(d)=0$ визначаються точки d екстремуму функції на відрізку $[d_{\min}, D]$. В результаті отримуються значення:

$$d_1, d_2, \dots, d_i, \dots, d_n, \quad d_i \in [d_{\min}, D], \quad i = 1, \dots, n.$$

3. Розв'язанням нерівності $P''(d_i) < 0$ визначаються точки максимуму функції. Отримуються значення: $l_1, l_2, \dots, l_i, \dots, l_z, l_i \in [d_{\min}, D], i = 1, \dots, z, z \leq n$.

4. Відбираються значення l_i , для яких можлива передача інформації, тобто, виконання умови:

$$P(l_i) \leq P_{zp},$$

де P_{zp} – чутливість пристроїв приймання інформації, яка визначається їх технічними параметрами.

Отримуються значення: $f_1, f_2, \dots, f_i, \dots, f_m, f_i \in [d_{\min}, D], i = 1, \dots, m, m \leq z$.

5. Визначаються околиці максимумів. Для кожного значення f_i знаходяться розв'язки рівняння: $P(r) = P(f_i) - 3$ дБ. Отримується множина значень: $r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{ij}, r_{ij+1}, \dots, r_{is}, d_{ij} \in [d_{\min}, D], i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, s$.

Знаходиться проміжок $[a_i, b_i]$: $a_i = r_{ij}$, при якому виконується умова:

$$\begin{cases} \min \{f_i - r_{ij}\} \\ r_{ij} \leq f_i. \end{cases}$$

та $b_i = r_{ij+1}$.

6. Рішенням для моделі, що розглядається, є множина:

$$\Omega_k = [a_1, b_1] \cup [a_1, b_1] \cup \dots \cup [a_i, b_i] \cup \dots \cup [a_m, b_m], \quad i = 1, \dots, m,$$

де k – кількість інформаційних каналів у моделі.

Пункти 1 – 6 виконуються для всіх моделей із кількістю каналів від 3 до 10.

7. Загальне рішення має вигляд:

$$\Omega_{\Sigma} = \Omega_3 \cap \Omega_4 \cap \dots \cap \Omega_{10}.$$

Із збільшенням кількості каналів зростає складність опису функцій, а отже, й знаходження відстаней. При цьому встановлено, що при збільшенні кількості каналів у моделі відбувається зменшення різниці між видом функцій (інтерференційними залежностями), що досліджуються. Для оцінки таких змін в роботі застосовувалась міра середньоквадратичних відстаней між функціями:

$$\rho(p_i, p_{i+1}) = \sqrt{\frac{\int_{d_{\min}}^D (p_i(x) - p_{i+1}(x))^2 dx}{\int_{d_{\min}}^D p_3^2(x) dx}} \cdot 100 \%, \quad i = 4 \dots 9. \quad (1)$$

Дослідження функції (1) показали, що використовувати моделі з кількістю інформаційних каналів більше чотирьох недоречно, оскільки це призводить до незначних змін інтерференційних картин (зміни функції $\rho(p_i, p_{i+1})$ менш, ніж на 3 %). Тому при дослідженнях у роботі запропоновано використовувати моделі з кількістю каналів не більше чотирьох. Запропонована формула для

визначення потужності сигналу передачі інформації між підрозділами для такої моделі має вигляд:

$$P(d) = P(d_0)d_0^2 + \left[\frac{e^{-j\frac{2\pi fd_1}{c}}}{d} + \prod_{j=1}^R \frac{\sin(\theta_1) - \sqrt{\varepsilon_j - \cos(\theta_1)^2 / \varepsilon_p}}{d_2 \left(\sin(\theta_1) + \sqrt{\varepsilon_j - \cos(\theta_1)^2 / \varepsilon_p} \right)} e^{-j\frac{2\pi fd_2}{c}} + \frac{R \left(\sin(\theta_2) - \sqrt{\varepsilon_j - \cos(\theta_2)^2 / \varepsilon_p} \right) e^{-j\frac{2\pi fd_3}{c}}}{\prod_{j=1}^R d_3 \left(\sin(\theta_2) + \sqrt{\varepsilon_j - \cos(\theta_2)^2 / \varepsilon_p} \right)} + \frac{R \left(\sin(\theta_3) - \sqrt{\varepsilon_j - \cos(\theta_3)^2 / \varepsilon_p} \right) e^{-j\frac{2\pi fd_4}{c}}}{\prod_{j=1}^R d_4 \left(\sin(\theta_3) + \sqrt{\varepsilon_j - \cos(\theta_3)^2 / \varepsilon_p} \right)} \right]^2, \quad (2)$$

$$\text{де } \sin(\theta_1) = \frac{2h}{\sqrt{4h^2 + d^2}}; \sin(\theta_2) = \frac{a_1 + a_2}{\sqrt{(a_1 + a_2)^2 + d^2}}; \sin(\theta_3) = \frac{b_1 + b_2}{\sqrt{(b_1 + b_2)^2 + d^2}};$$

$$d_2 = \sqrt{4h^2 + d^2}; d_3 = \sqrt{(a_1 + a_2)^2 + d^2}; d_4 = \sqrt{(b_1 + b_2)^2 + d^2};$$

$a_1, a_2; b_1, b_2$ – відстані до перешкод від передавальної та приймальної антен.

Дослідження виявили суттєві залежності вигляду інтерференційної картини та отриманих множин Ω_Σ від кожного з параметрів a_1, a_2, b_1, b_2 на всіх трьох частотах (434 МГц, 868 МГц та 2,4 ГГц). Для прикладу на рис. 2 наведено залежності функцій потужності сигналу (за формулою (2)), що використовуються для отримання значень Ω_Σ , при зміні величини a_1 під час передачі інформації на частоті 434 МГц (а) та 868 МГц (б).

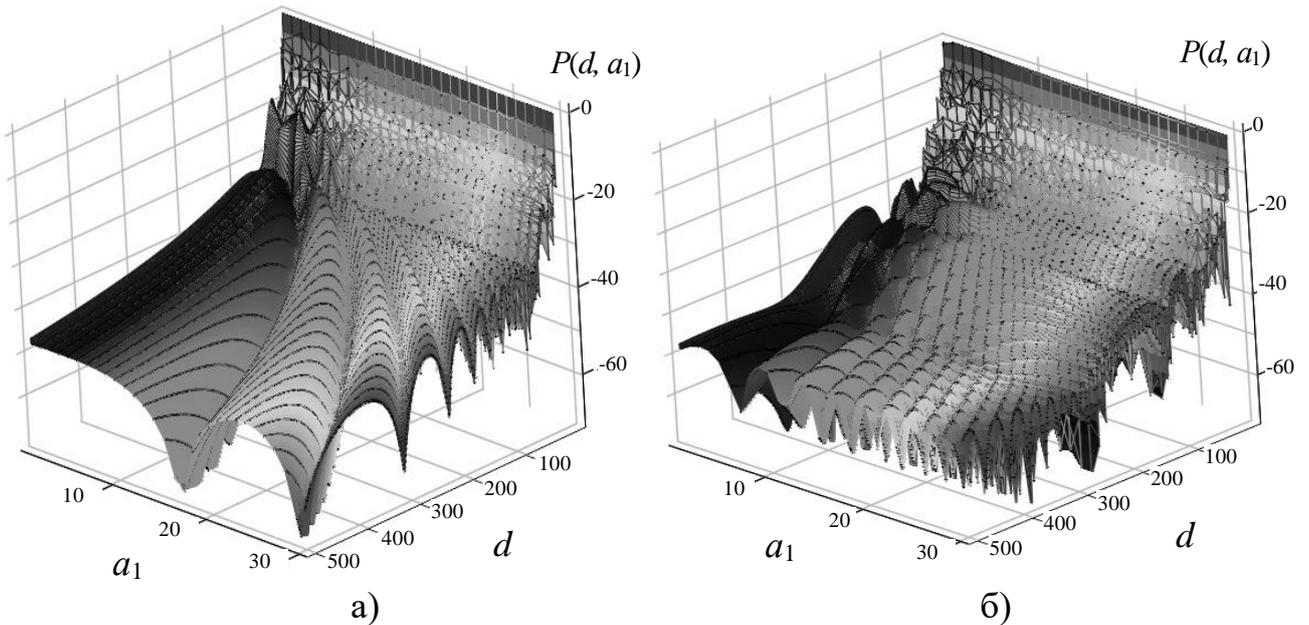


Рис. 2. Залежність потужності інформаційного сигналу ($P(d, a_1)$, dB) від значень відстані (d , м) між підрозділами та відстані (a_1 , м) до однієї з перешкод при передачі інформації на частоті 434 МГц (а) та 868 МГц (б)

Для знаходжень значення коефіцієнтів довжин інформаційних каналів запропонована формула:

$$k = \frac{\max\{l_i\}}{D},$$

де l_i – рішення рівняння $P(l) = P_{zp}$, $i = 1, \dots, t$.

Одержані множина значень Ω_Σ та значення коефіцієнтів зменшення довжини інформаційного каналу для кожного типу місцевості, що розглядається, для всіх трьох частот заносяться до оперативної бази даних, що формується заздалегідь для кожної з територій, на яких може відбуватися та ліквідуватися наслідки НС.

У **третьому розділі** розглянуто методи побудови топологічної структури розміщення мобільних підрозділів, що враховують профіль та тип місцевості, із використанням коефіцієнтів зменшення довжини інформаційних каналів.

Розглянуто завдання побудови топологічної структури для двох можливих випадків: передача інформації між двома віддаленими на значну відстань підрозділами, між якими знаходяться зони з різними типами місцевості (ліси, сільськогосподарські угіддя тощо) та організація перекриття площини.

Для розв'язання першого завдання запропоновано метод, який полягає в розміщенні підрозділів не вздовж прямої лінії, а по ломаній лінії на територіях, що мають найменший коефіцієнт зменшення довжини інформаційного каналу. Схема алгоритму реалізації методу наведена на рис. 3.

При цьому використовуються параметри з оперативної бази даних (їх отримання описано в другому розділі) та алгоритми Беллмана-Форда, Дійкстра або Флойда-Уоршела.

Для розв'язання другого завдання (перекриття площини) в роботі запропоновано використовувати два методи: при розташуванні підрозділів у вузлах деформованої трикутної решітки та з послідовною будовою від периферії до центру за умовою найдальшого розташування підрозділу від центру.

У першому методі координати підрозділів вираховуються за такими рівняннями:

$$x = \frac{k_i \cdot i \cdot 3 \cdot R}{2}, \quad y = k_i R \left(j\sqrt{3} + \frac{i \bmod(2)}{2} \right),$$

i, j – координати решітки;

R – довжина інформаційного каналу;

k_i – коефіцієнт зменшення довжини інформаційного каналу i ділянки (береться з оперативної бази даних).

Перевагою цього методу є зручність і простота, але за умови знаходження усіх підрозділів на території з однаковим типом місцевості.

Для розв'язання задачі побудови топології мобільних підрозділів МНС на територіях із різним типом місцевості в роботі розроблено метод побудови із напрямом від периферії до центру за умовою найдальшого розташування підрозділу від центру.

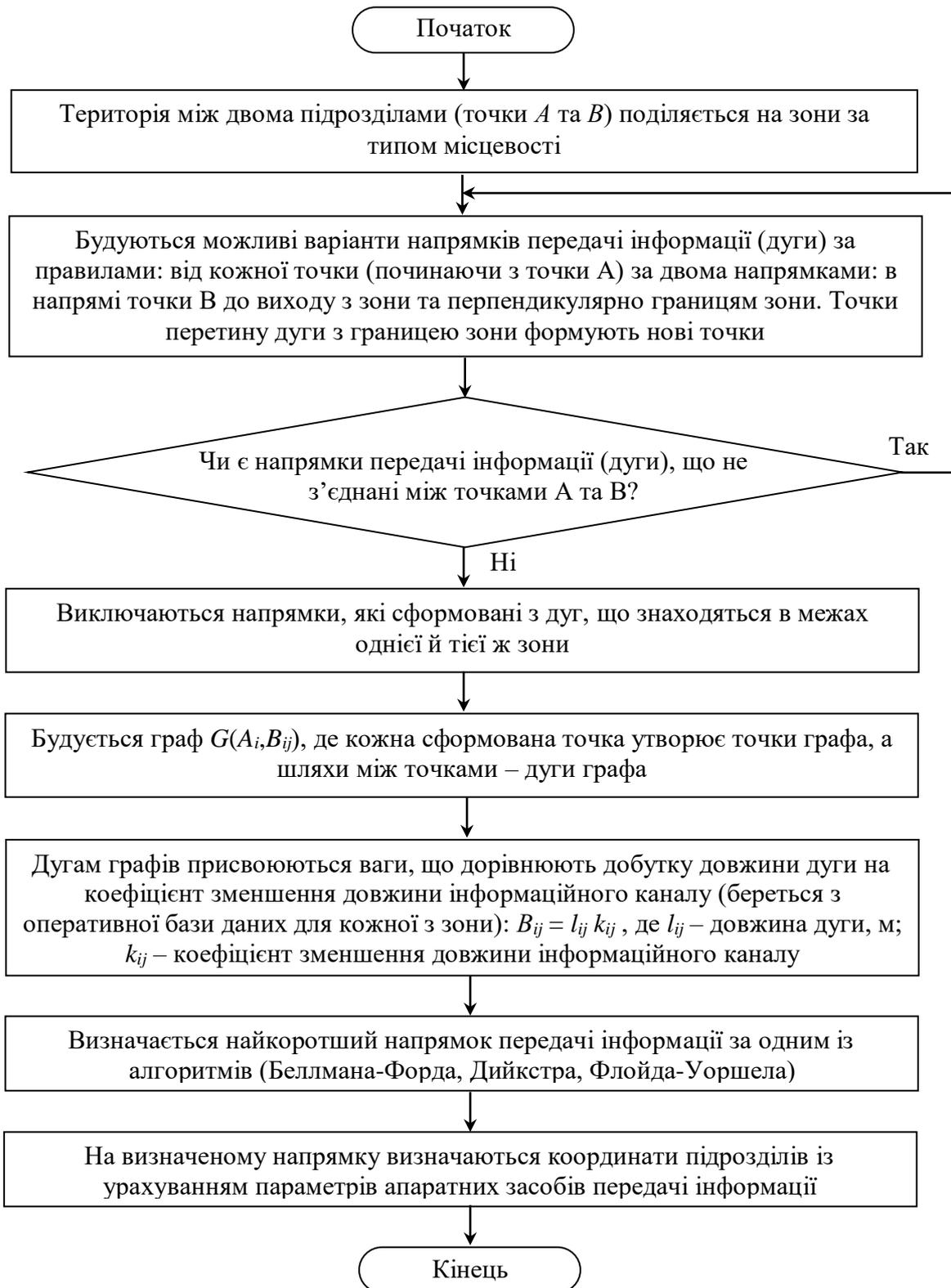


Рис. 3. Схема алгоритму реалізації методу побудови топологічної структури для організації передачі інформації між двома віддаленими на значну відстань підрозділами, між якими знаходяться зони з різними типами місцевості

Схема алгоритму реалізації другого методу наведена на рис. 4.

Для практичного застосування розроблених методів у роботі створені програми (з використанням об'єктно-орієнтованої мови програмування Delphi), в яких реалізуються наведені методи.

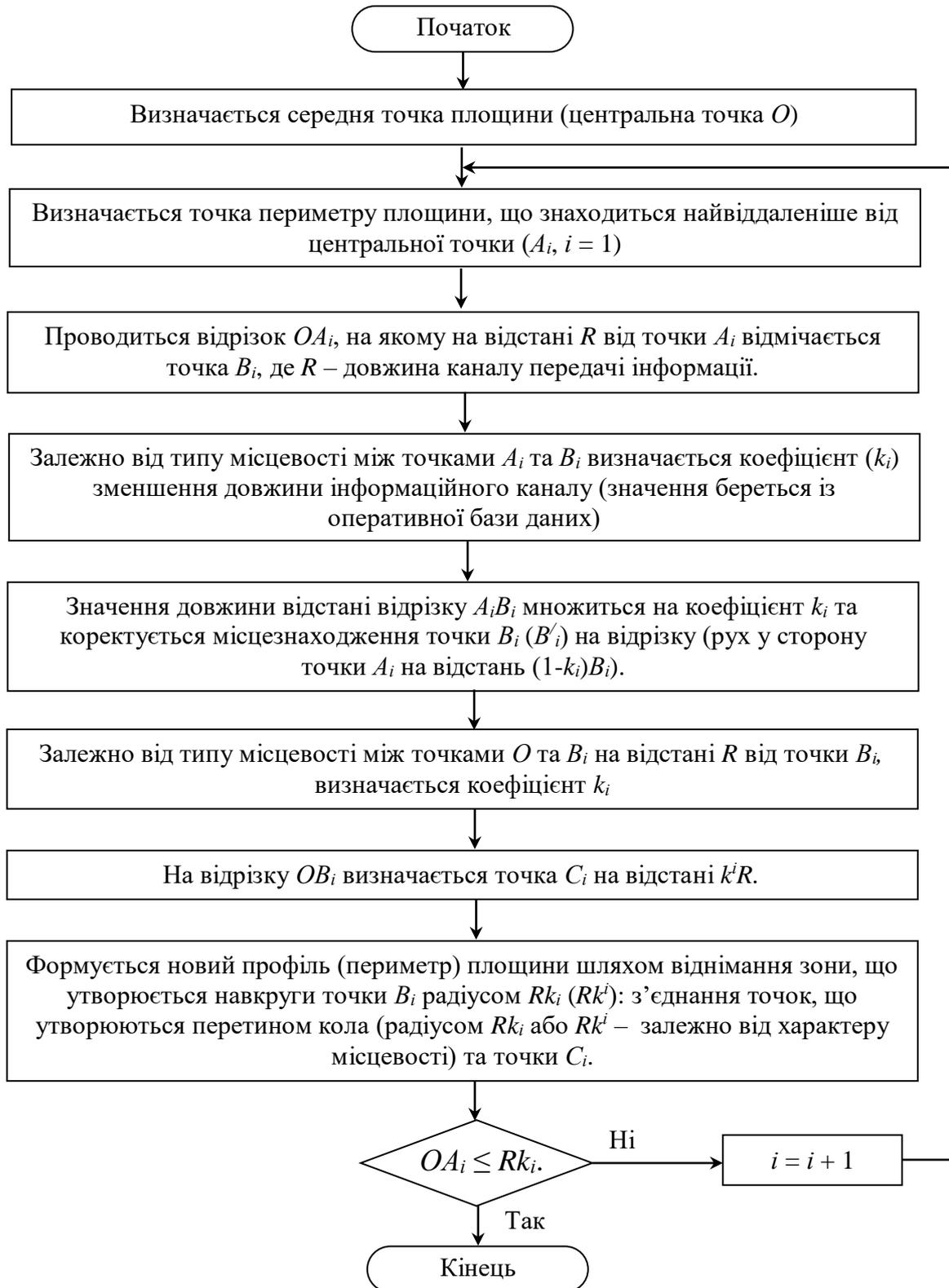


Рис. 4. Схема алгоритму реалізації методу побудови топологічної структури із напрямом побудови від периферії до центру

У четвертому розділі показана реалізація розробленої інформаційної технології створення АСУ МНС для ліквідації наслідків НС у природних екосистемах. Структурна схема розробленої інформаційної технології наведена

на рис. 5. У зони, що виділені пунктиром, увійшли розроблені елементи інформаційної технології, які використовувались при створенні системи.

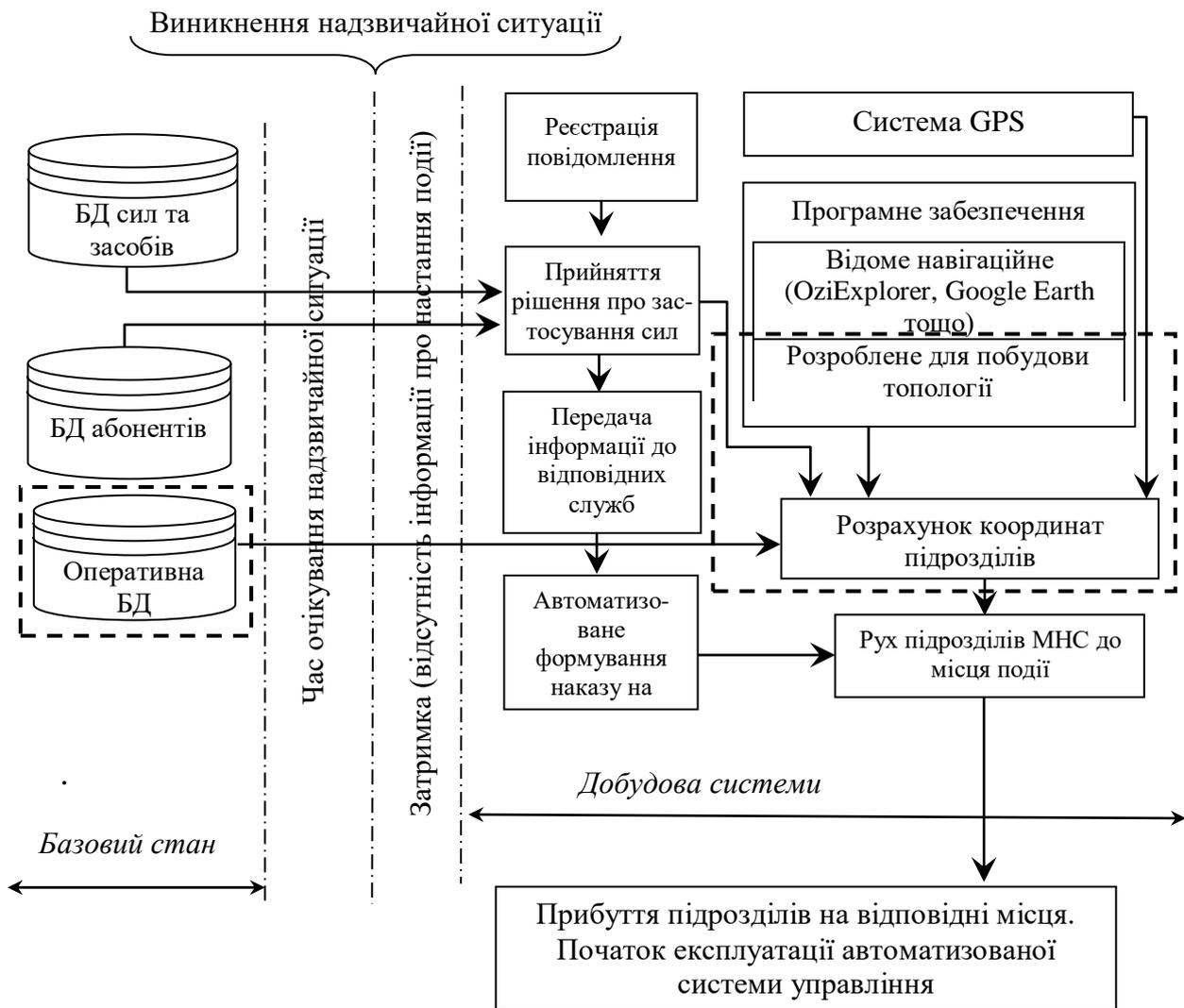


Рис. 5. Структура інформаційної технології створення автоматизованих систем управління підрозділами МНС України при надзвичайних ситуаціях у природних екосистемах

У роботі розглянуто кадрове та організаційне забезпечення, що задіяно для забезпечення процесів створення та експлуатації АСУ МНС у НС. На прикладі Черкаської області в складі головного управління МНС України задіяно 22 особи, в підрозділах забезпечення – 29 осіб.

Застосування розробленої інформаційної технології створення АСУ МНС показало: оптимальне розташування підрозділів МНС на території Канівського району Черкаської області дозволило в 1,34 рази скоротити час прибуття підрозділів до найвіддаленішого місця можливих надзвичайних ситуацій; застосування методів побудови топології мобільних підрозділів на території Мошенських лісових масивів Черкаської області дозволило в 2,3 рази скоротити час на її побудову.

Система автоматизованої передачі інформації пройшла експериментальну перевірку в маршрутному транспорті міста Черкаси в системі автоматизованого отримання та представлення аудіо- та відеоінформації. Були використані

транспортні засоби БОГДАН А092 приватного підприємства “Еліт-транс” та інформаційний центр SMS-сервісу “4840”. Для передачі та отримання інформації використано GSM-канал. В якості навігаційної системи використано систему GPS. В апаратній частині застосовано GPS/GSM/GPRS модуль SIM508 фірми Simcom. Для розробки програмних продуктів використано об’єктно-орієнтовану мову програмування Java. Експерименти показали можливість передачі та отримання аудіо- та відеоінформації в автоматизованому режимі при досягненні транспортом заданих точок на місцевості, передачі до інформаційного центру від транспорту та в зворотному напрямку інформаційних повідомлень у заданий час.

ВИСНОВКИ

1. За результатами аналізу існуючих інформаційних технологій для створення АСУ МНС встановлено, що в даних технологіях не враховані особливості території (тип, розмір охопленої місцевості, ландшафт тощо). Параметри, що використовуються в таких технологіях, описують характеристики міських населених пунктів. Наслідком цього є неефективне застосування АСУ МНС, створених на основі існуючих інформаційних технологій.

2. Оптимізація структури базового стану автоматизованої системи управління підрозділами МНС на території Канівського району Черкаської області дозволило в 1,34 рази скоротити час прибуття підрозділів до найвіддаленішого місця можливих надзвичайних ситуацій.

3. Статистична обробка результатів дослідження моделей із багатоканальною передачею інформації дозволила визначити значення частот передачі інформації – від 400 МГц до 1,3 МГц, висот розташування передавачів та приймачів інформації – від 0,9 до 3,1 м, мінімальних відстаней до перешкод – 2,4 м, які забезпечують потрапляння розрахункових відстаней між підрозділами до області допустимих значень. Визначені обмеження дозволили виявити частоти технологій WPAN стандарту: 433 МГц, 868 МГц та 1,2 ГГц та умови їх застосування в підрозділах МНС, що дозволяє організувати передачу збільшеного об’єму інформації, наприклад, відеоінформації.

4. На основі порівняння результатів, отриманих під час дослідження моделей із кількістю інформативних каналів від двох до десяти (із застосуванням в якості міри середньоквадратичні відстані між функціями) визначено, що для моделювання систем із підрозділами, що знаходяться на невідкритій місцевості, доцільно використовувати моделі з кількістю інформаційних каналів не більше чотирьох.

5. Застосування методів теорії математичної статистики та функціонального аналізу при дослідженні моделей із багатоканальною передачею інформації дозволило розрахувати області допустимих значень відстаней між підрозділами та коефіцієнти зменшення довжин інформаційних каналів залежно від типу та профілю місцевості для різних частот передачі інформації, використання яких дозволяє побудувати топологічні структури підрозділів МНС із гарантованою передачею інформації.

6. Застосування коефіцієнтів зменшення довжини інформаційних каналів при побудові топологічних структур місцезнаходжень мобільних підрозділів МНС дозволило адаптувати топологію розміщення підрозділів на територіях із

різним типом та профілем місцевості для забезпечення гарантованої передачі інформації.

7. Застосування нових методів побудови топології мобільних підрозділів на території Мошенських лісових масивів Черкаської області дозволило в 2,3 рази скоротити час побудови та кількість задіяних мобільних підрозділів (на три підрозділи при застосуванні пристроїв із дальністю передачі даних 100 – 300 метрів; на два – з дальністю передачі даних 300 – 700 метрів; на один – із дальністю передачі даних 700 – 1000 метрів).

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Мусиенко М. П. Разработка навигационных программно-аппаратных GPS/GPRS комплексов на движущихся объектах / М. П. Мусиенко, **В. И. Томенко**, О. Л. Савчук, М. П. Рудь // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2007. – № 1. – С. 119 – 122.
2. Мусиенко М. П. Беспроводные информационно-коммуникационные и навигационные технологии на транспортных средствах / М. П. Мусиенко, **В. И. Томенко** // Радиоэлектроника. Информатика. Управление. – Запорожье : ЗНТУ, 2007. – № 2(18). – С. 127 – 131.
3. Томенко В. И. Построение информационно-коммуникационных систем оперативного пожаротушения на базе беспроводных технологий / **В. И. Томенко**, М. П. Мусиенко // Науковий вісник УкрНДЦПБ. – Київ. – № 2(16). – 2007. – С. 135 – 139.
4. Мусиенко М. П. Выбор беспроводной технологии в автоматизированных системах передачи данных / М. П. Мусиенко, **В. И. Томенко** // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2007. – № 3-4. – С. 164 – 169.
5. Мусієнко М. П. Розрахунок втрат розповсюдження радіохвиль в комунікаційних системах на транспортних засобах / М. П. Мусієнко, **В. І. Томенко** // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2008. – № 1. – С. 122 – 126.
6. Заика П. И. Критерии комплексной оценки физико-химических свойств пластмасс, предъявляемые к утеплителям для жилых и общественных зданий / П. И. Заика, В. Г. Мусин, **В. И. Томенко** // Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції “Emergency Situations: Prevention and Elimination”. – Мінськ, 2003. – С. 189 – 190.
7. Воевода О. П. Вибухові способи подавлення та розпилення вогнегасної порошкової суміші / О. П. Воевода, **В. І. Томенко** // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції “Пожежна та техногенна безпека”. – Черкаси, 2005. – С. 226 – 232.
8. **Томенко В. И.** Использование каналов GSM/GPRS связи в GPS навигационных комплексах оперативного пожаротушения / **В. И. Томенко**, М. П. Мусиенко // Матеріали міжнародної НПК “Пожежна безпека-2007”. – Черкаси, 2007. – С. 412 – 413.
9. **Томенко В. И.** Использование каналов мобильной связи в навигационных GPS системах на транспорте / **В. И. Томенко**, М. П. Мусиенко // Матеріали XIII міжнародної науково-практичної конференції “Наука в інформаційному просторі”. – Том. 1. – Дніпропетровськ, 2007. – С. 79 – 80.

10. **Томенко В. И.** Применение беспроводных технологий в коммуникационных полиабонентных системах / **В. И. Томенко**, М. П. Мусиенко // Матеріали III міжнародної НТК “Інформатика та комп’ютерні технології – 2007”. – Донецьк, 2007. – С. 90 – 93.
11. **Томенко В. И.** Применение информационных технологий передачи данных в системе передвижной мобильной связи / **В. И. Томенко**, М. П. Мусиенко // Матеріали XIII міжнародної науково-практичної конференції “Інформаційні технології в економіці, менеджменті і бізнесі. Проблеми науки, практики і освіти”. – Київ, 2007. – С. 43 – 45.
12. Мусиенко М. П. Использование беспроводных технологий в ЖКХ / М. П. Мусиенко, В. А. Дидук, **В. И. Томенко**, С. В. Куценко // Материалы III международной научно-практической конференции “Наука и образование без границ – 2007”. – Том 17. – София, Болгария, 2007. – С. 47 – 49.
13. **Томенко В. И.** Применение беспроводных технологий в системах подвижной радиосвязи / **В. И. Томенко** // Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції “Perspektywiczne opracowania nauki i techniki – 2007”. – Том 10. – Techniczne nauki: Пшемисль, Польша, 2007. – С. 85 – 87.
14. **Томенко В. И.** Проблемы выбора топологии сети и типа технологии беспроводной передачи данных / **В. И. Томенко** // Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції “Klíčové aspekty vědecké činnosti – 2008”, Прага, Чехія, 2008. – С. 55 – 57.
15. **Томенко В. И.** Алгоритм работы программы с привязкой к заданному местоположению навигационно-коммуникационных систем на транспортных средствах / **В. И. Томенко** // Материалы IV международной научно-практической конференции “Наука и образование – 2008”. – Том 11. – София, Болгария, 2008. – С. 59 – 61.
16. **Томенко В. И.** Метод побудови топологічної структури комунікаційної мережі на основі технологій WPAN стандартів / **В. И. Томенко** // Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції “Veda a technologie: krok do budoucnosti – 2008”. – Том 12. – Moderní informacní technologie: Прага, Чехія, 2008. – С. 63 – 65.
17. **Томенко В. И.** Математичне моделювання трактів розповсюдження радіохвиль технологій WPAN стандартів / **В. И. Томенко** // Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції “Veda a technologie: krok do budoucnosti – 2008”. – Том 12. – Moderní informacní technologie: Прага, Чехія, 2008. – С. 23 – 27.
18. Мусиенко М. П. Топологическая модель построения беспроводной сети / М. П. Мусиенко, **В. И. Томенко**, В. А. Дидук // Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції “Nowoczesnych naukowych osiagniec – 2008”. – Том 13. – Nowoczesne informacyjne technologie: Пшемисль, Польша, 2008. – С. 75 – 78.
19. Патент України № 30216. Система представлення інформації на рухомих об’єктах / Мусиенко М. П., **Томенко В. И.** (Україна). – № u200800381; заявл. 11.01.08; опубл. 19.02.08, Бюл. № 2.
20. Патент України № 30217. Система відображення інформації / Мусиенко М. П., **Томенко В. И.** (Україна). – № u200800382; заявл. 11.01.08; опубл. 19.02.08, Бюл. № 2.

Томенко В.І. Інформаційні технології створення автоматизованих систем управління підрозділами МНС при надзвичайних ситуаціях у природних екосистемах. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – Інформаційні технології. – Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, 2008.

Дисертаційне дослідження присвячене актуальним питанням розроблення й дослідження інформаційних технологій для створення автоматизованих систем управління критичного застосування, зокрема, розробці інформаційних технологій для створення автоматизованих систем управління підрозділами МНС України при надзвичайних ситуаціях у природних екосистемах.

В роботі запропонована оптимізація структури базового стану автоматизованої системи управління підрозділами МНС із врахуванням ризиків виникнення кожної з НС для побудови АСУ, в яких поєднують заздалегідь створені базові частини системи та добудовані після виникнення НС, визначені граничні значення параметрів передавачів та приймачів інформації, які забезпечують потрапляння розрахункових відстаней між підрозділами до області допустимих значень, запропоновано застосування коефіцієнтів зменшення довжини інформаційних каналів при побудові топологічних структур місцезнаходжень мобільних підрозділів МНС на територіях із різним типом та профілем місцевості, розроблено метод підготовки даних для створення АСУ, що функціонують у природних екосистемах.

Ключові слова: інформаційні технології, АСУ, структурне проектування, підрозділи МНС, природні екосистеми.

Tomenko V.I. Information technologies of creation of automated system of management by Ministry of Emergency of Ukraine subsections at the accidents in ecosystems. – Manuscript.

The dissertation for the obtaining of the degree of Candidate of Technical Science by the specialty 05.13.06 – The information technologies. – Cherkasy State Technological University, Cherkasy, 2008.

The dissertation research is devoted to the actual questions of development and research of information technologies for creation of automated system of management of critical application, in particular, to development of information technologies for creation of automated system of management by Ministry of Emergency of Ukraine subsection at the accidents in natural ecosystems.

The optimization of structure of the base state of automated system of management by Ministry of Emergency of Ukraine subsection of emergency measures, taking into account the risks of accidents for a construction of automatical systems of management (ASM), in which the preliminary created base parts of the system and finished building after the origin of accidents are combined. The maximum values of parameters of transmitters and receivers of information, which provide the way of calculation distances between subsections to the region of acceptability are defined. Application of coefficients of length decline of the informative ductings at the construction of topology structures of locations of mobile subsections of Ministry of Emergency measures on territories with a different type and type of locality is offered. A method of preparations given for the creation ASM, that function in natural ecosystems is developed.

Keywords: the information technologies, automatic system of management, structured design, subsections of ministry of emergency, ecosystems.

Томенко В.И. Информационные технологии создания автоматизированных систем управления подразделениями МЧС при чрезвычайных ситуациях в природных экосистемах. – Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук за специальностью 05.13.06 – Информационные технологии. – Черкасский государственный технологический университет, Черкассы, 2008.

Диссертационное исследование посвящено актуальным вопросам разработки и исследования информационных технологий для создания автоматизированных систем управления при чрезвычайных ситуациях, в частности, разработке информационных технологий для создания автоматизированных систем управления подразделениями МЧС Украины при чрезвычайных ситуациях в природных экосистемах.

Во введении обоснована актуальность направления исследований, приведена связь работы с научными программами, сформулирована цель и задачи исследований, отражена научная новизна и практическая ценность работы, личный вклад соискателя, приведены сведения об апробации, публикациях, сведения об использовании результатов исследований.

Проведен анализ существующих автоматизированных систем управления подразделениями МЧС Украины для ликвидации чрезвычайных ситуаций в природных экосистемах, а также существующих информационных технологий для их создания. Определены основные проблемы и пути их устранения, а также основные задачи диссертационного исследования.

Приведены результаты решения оптимизационной задачи определения состава и размещения различных типов подразделений МЧС.

Определены предельные значения частот передачи информации, высот расположения передатчиков и приемников информации, минимальных расстояний до препятствий, которые обеспечивают попадание расчетных расстояний между подразделами в области допустимых значений.

Предложено применение коэффициентов уменьшения длины информационных каналов при построении топологических структур местонахождений мобильных подразделов МЧС на территориях с разным типом и профилем местности, при котором топологические структуры размещения подразделов адаптируются к характеристикам территории при максимально допустимых расстояниях между подразделениями. Описаны разработанные методы построения топологической структуры размещения мобильных подразделов МЧС, которые учитывают профиль и тип местности.

Разработан метод подготовки данных для создания автоматизированных систем управления, которые функционируют в природных экосистемах, который заключается в определении области допустимых значений расстояний между подразделами и коэффициентов снижения длины информационных каналов, при определении которых учитывается тип и профиль местности, где располагаются подразделения. Описан алгоритм и основные расчетные соотношения. Рассмотрены модели с несколькими информационными каналами. Определены рекомендации по использованию количества каналов для решения конкретных задач.

Описана структура информационной технологии создания автоматизированных систем управления подразделениями МЧС при чрезвычайных ситуациях в природных экосистемах, с описанием известных и разработанных в работе элементов. Приведены результаты экспериментальных исследований элементов автоматизированных систем управления подразделениями МЧС.

Ключевые слова: информационные технологии, АСУ, структурное проектирование, подразделения МЧС, природные экосистемы.