

УДК 004.75:004.9  
№ держреєстрації 0113U001105  
Інв. №

Національна академія наук України  
Інститут проблем реєстрації інформації  
(ІПРІ НАН України)  
03113, м. Київ, вул. Шпака, 2  
тел. (044) 456-83-89, факс (044) 456-33-18, e-mail ipri@ipri.kiev.ua

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора інституту  
член-кореспондент НАН України  
\_\_\_\_\_ А.А. Крючин  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2015 р.

## ЗАКЛЮЧНИЙ ЗВІТ

### ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

### РОЗРОБИТИ ТА ДОСЛІДИТИ МЕТОДИ ПОБУДОВИ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ДИНАМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ З МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНОЮ АРХІТЕКТУРОЮ (ШИФР “ІНТЕГРАЦІЯ”)

Науковий керівник  
академік НАН України

В.В. Петров

Рукопис закінчено 21 грудня 2015 р.

2015

## РЕФЕРАТ

Заключний звіт по науково-дослідній роботі «Інтеграція» за темою «Розробити та дослідити методи побудови автоматизованих систем моніторингу динамічних об'єктів з мережецентричною архітектурою», викладено в одній книзі у 5 розділах.

Книга містить 238 сторінок, вміщує 82 рисунки, 8 таблиць та список використаної літератури з 121 джерела.

В розділі 1 «Аналіз питань створення та застосування систем моніторингу динамічних (рухомих) об'єктів, що засновані на мережецентричній архітектурі», проведено аналіз особливостей систем моніторингу з мережецентричною архітектурою, наведені загальні характеристики систем, розглянута функціональна структура і основні структурні елементи, описані основні інформаційні потоки між структурними елементами системи, розглянути основні положення і методи організації взаємодії, запропонований варіант архітектури системи моніторингу.

В розділі 2 «Розробка теоретичних засад об'єднання нерівноточної та різнорідної інформації і розподілу агрегованих даних між споживачами в системах з мережецентричною організацією» проведено аналіз особливостей процесів обробки інформації в розподілених системах моніторингу з мережецентричною організацією, розроблені методи об'єднання нерівноточної різнорідної інформації от мнoжини джерел на основі методів кластеризації для вирішення задач групування об'єктів спостереження за множиною якісних і кількісних ознак, удосконалених методів евристичної і ієрархічної агломеративної кластеризації, запропонована методика розпізнавання комплексних (багатоелементних) об'єктів спостереження на основі апарату нечіткого інтегрування. Наведені теоретичні та методичні засади дослідження процесів розподілу даних моніторингу між споживачами.

В розділі 3 «Розробка основних методологічних положень та технологій формування єдиного інформаційного простору для забезпечення прийняття рішень» розглянуті основні питання створення єдиного інформаційного простору системи моніторингу для забезпечення ситуаційної обізнаності всіх ланок управління, принципи об'єднання даних в інтегрованої системі збору, обробки та об'єднання інформації для створення єдиного інформаційного простору, запропоновано моделі і технології відображення результатів моніторингу для різних ланок системи управління.

В розділі 4 «Розробка методів і моделей інформаційної взаємодії структурних елементів розподіленої системи моніторингу мережецентричного типу» розглянуто основні концептуальні положення організації інформаційної взаємодії структурних елементів системи, моделі інформаційної взаємодії в системах, запропоновані методи і моделі розподілу даних моніторингу між споживачами, методи моделювання процесів

взаємодії на основі дискретно-подієвого підходу та моделювання динаміки багатоагентних систем.

В розділі 5 «Технологія побудови комунікаційної мережі систем моніторингу з мережецентричною архітектурою» розглянуто місце і значення комунікаційного середовища в системі, загальні вимоги до комунікаційної мережі. Запропонована архітектура мережі на основі використання бездротових локальних мереж структурних елементів і технології об'єднання територіально-розподілених підмереж в інтегровану мережу. Запропоновано ймовірнісна модель обслуговування трафіку в мережі та метод розрахунку ймовірності блокування пакетів та показників навантаження на вузли мережі. Наведено результати дослідження характеристик мережі на основі симулятора Dynamips.

У Висновках приведено основні результати досліджень за темою роботи та визначено основні напрямки подальших досліджень систем моніторингу з мережецентричною архітектурою.

Ключові слова: *автоматизована система, архітектура системи, мережецентрична архітектура, обробка інформації, комунікаційна мережа, єдиний інформаційний простір, розподіл інформації.*

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ .....	9
ВСТУП .....	11
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПИТАНЬ СТВОРЕННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ДИНАМІЧНИХ (РУХОМИХ) ОБ'ЄКТІВ, ЩО ЗАСНОВАНІ НА МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНІЙ АРХІТЕКТУРІ.....	13
1.1 Загальна характеристика систем моніторингу динамічних (рухомих) об'єктів, що засновані на мережецентричній архітектурі .....	13
1.2 Модель і основні принципи побудови системи збору і обробки інформації про об'єкти спостереження з мережецентричною архітектурою .....	20
1.3 Загальні рішення з функціональної структури систем, що засновані на мережецентричній архітектурі .....	23
1.3.1 Визначення переліку основних структурних елементів систем моніторингу мережецентричного типу.....	23
1.3.2 Визначення інформаційних ресурсів та потоків даних в системах моніторингу мережецентричного типу.....	24
1.3.3 Особливості функціонування системи моніторингу навколишнього простору.....	25
1.3.4 Структура системи моніторингу з мережецентричною архітектурою (варіант).....	29
1.4 Застосування систем збору, обробки та розповсюдження інформації, що засновані на мережецентричній архітектурі, в автоматизованих системах управління державних та бізнес-структур .....	33

1.5 Висновки.....	37
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ТЕОРЕТИЧНИХ ЗАСАД ОБ'ЄДНАННЯ НЕРІВНОТОЧНОЇ ТА РІЗНОРІДНОЇ ІНФОРМАЦІЇ І РОЗПОДІЛУ АГРЕГОВАНИХ ДАНИХ МІЖ СПОЖИВАЧАМИ В СИСТЕМАХ З МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНОЮ ОРГАНІЗАЦІЄЮ.....	40
2.1 Аналіз загальних особливостей інформаційних систем з мережецентричною архітектурою. Переваги та недоліки мережецентричної архітектури.....	40
2.2 Особливості обробки інформації в системах з мережецентричною архітектурою.....	49
2.3 Об'єднання нерівноточної різнорідної інформації, що надходить від різнотипних джерел.....	51
2.3.1 Визначення ролі ознакової інформації у забезпеченні ефективного функціонування систем із мережецентричною архітектурою.....	51
2.3.2 Об'єднання ознакової інформації про РО.....	52
2.3.3 Об'єднання координатної інформації про РО за даними декількох нерівноточних джерел.....	59
2.4 Методи групування РО та розпізнавання комплексних об'єктів спостереження в системах моніторингу реального часу.....	61
2.4.1 Використання для групування РО методів кластеризації в системах моніторингу рухомих об'єктів.....	69
2.4.2 Аналіз можливості та особливостей застосування методів теорії кластеризації та апарату нечіткого інтегрування для розпізнавання комплексних (багатоелементних) об'єктів спостереження.....	82
2.5 Теоретичні та методологічні засади дослідження процесів розподілу даних моніторингу по споживачам.....	92
2.6 Висновки.....	95
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ОСНОВНИХ МЕТОДОЛОГІЧНИХ ПОЛОЖЕНЬ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ ЄДИНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ.....	101
3.1 Дослідження питань створення єдиного інформаційного простору для забезпечення ситуаційної обізнаності всіх ланок системи управління ...	101
3.2 Технології розвитку єдиного інформаційного простору.....	105
3.3 Модель єдиного інформаційно-функціонального простору процесів управління в АС МА.....	107
3.4 Принципи об'єднання даних різних ланок АС моніторингу для створення єдиного інформаційного простору.....	115
3.5 Розробка моделей і технологій відображення результатів моніторингу навколишнього простору.....	118
3.5.1 Представлення інформації в системах з мережецентричною архітектурою.....	118
3.5.2 Визначення складу інформаційних моделей.....	119
3.5.3 Формування інформаційних моделей АРМ.....	120

3.5.4	Технологія використання адаптивних інформаційних моделей в АС з мережецентричною архітектурою.....	124
3.5.5	Визначення технології відображення статичної та динамічної інформації в системах моніторингу з мережецентричною архітектурою.....	128
3.6	Формування єдиної геопросторової обстановки різних рівнів ланок АС моніторингу.....	130
3.7	Висновки.....	137
<b>РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА МЕТОДІВ І МОДЕЛЕЙ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ РОЗПОДІЛЕНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНОГО ТИПУ.....</b>		
<b>139</b>		
4.1	Основні концептуальні положення організації інформаційної взаємодії структурних елементів системи моніторингу рухомих об'єктів мережецентричного типу.....	139
4.2	Розробка моделей інформаційної взаємодії структурних елементів системи моніторингу мережецентричного типу.....	141
4.2.1	Основні типи структур системи і моделей взаємодії.....	141
4.2.2	Схеми інформаційної взаємодії в системі моніторингу з мережецентричною архітектурою.....	146
4.3	Розробка моделей і методів розподілу даних моніторингу по споживачам в системі моніторингу мережецентричного типу.....	149
4.4	Методи і технології організації інформаційної взаємодії у системі моніторингу з мережецентричною архітектурою.....	151
4.4.1	Іменування об'єктів мережецентричної системи та організація глобального каталогу даних.....	151
4.4.2	Технологія розподілених баз даних.....	153
4.4.3	Методи синхронізації процесів та даних у РБД. Управління розподіленими транзакціями.....	154
4.4.4	Реплікація даних та об'єктів і забезпечення несуперечливості в розподілених системах мережецентричного типу.....	156
4.4.5	Використання агентних технологій та сервіс-орієнтованої архітектури.....	161
4.4.6	Схема функціонування засобів безпеки в мережецентричній системі.....	162
4.5	Методи моделювання процесів взаємодії в розподілених мережецентричних системах.....	165
4.5.1	Дискретно-подієве моделювання.....	166
4.5.2	Моделювання динаміки багатоагентних систем.....	171
4.6	Висновки.....	180
<b>РОЗДІЛ 5. ТЕХНОЛОГІЯ ПОБУДОВИ КОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ З МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНОЮ АРХІТЕКТУРОЮ.....</b>		
<b>184</b>		
5.1	Місце та значення комунікаційного середовища в мережецентричній системі.....	184

5.2 Загальні вимоги до комунікаційної мережі в мережецентричних системах.....	185
5.3 Загальна архітектура комунікаційного середовища для мережецентричних систем.....	188
5.3.1 Бездротові локальні мережі на основі стільникової топології ...	189
5.3.2 Дослідження надійності бездротових стільникових мереж.....	192
5.4 Магістрально-опорний рівень комунікаційної мережі системи моніторингу з мережецентричною архітектурою.....	202
5.4.1 Технологія об'єднання територіально-розподілених підмереж..	205
5.4.2 Вибір протоколів маршрутизації на ділянці мережі SE-PE .....	210
5.5 Обґрунтування вибору характеристик якості функціонування комунікаційної мережі системи моніторингу.....	212
5.5.1 Імовірнісна модель обслуговування трафіку в мережі .....	214
5.5.2 Метод розрахунку ймовірностей блокування і величини навантаження .....	215
5.6 Дослідження комунікаційної мережі з використанням симулятора Dynamips.....	218
5.7 Висновки.....	221
ВИСНОВКИ .....	226
ЛІТЕРАТУРА.....	228