

УДК 004.932.2
№ держреєстрації 0116U000506
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

**ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ**

**Розробити та дослідити методи оперативної обробки та аналізу сцен на поточних зображеннях в системах моніторингу від різнотипних датчиків зовнішньої інформації
(Шифр “Візир”)**

**Розробка основних методологічних положень створення автоматизованої системи спостереження на основі зображень і виявлення заданих об’єктів в різних ситуаціях фоново-цільової та завадової обстановки
(заключний)**

Науковий керівник:
академік НАН України

В.В. Петров

2018

Результати роботи розглянуто Вченою радою ІПРІ НАН України, протокол від ___ грудня 2018 р. № _____

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 258 сторінок, 6 таблиць, 96 рисунків, 140 джерел.

СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ, ДАТЧИКИ ЗОВНІШНЬОЇ ІНФОРМАЦІЇ, ЦИФРОВІ ЗОБРАЖЕННЯ, ПРОСТОРОВІ ТА ЯСКРАВИСНІ СПОТВОРЕННЯ, МЕТОДИ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ.

Заключний звіт по науково-дослідній роботі «Візир» за темою «Розробити та дослідити методи оперативної обробки та аналізу сцен на поточних зображеннях в системах моніторингу від різнотипних датчиків зовнішньої інформації» викладено в одній книзі у 4-х розділах.

В розділі 1 «Загальний опис автоматизованої системи моніторингу. Основні завдання, що вирішуються. Місце системи оперативної обробки та аналізу сцен на поточних зображеннях в системі моніторингу об'єктів спостереження» наведено загальний опис автоматизованої системи моніторингу рухомих об'єктів, розглянуто функціональну структуру системи, питання інтеграції різнорідних ресурсів в єдину систему розвідки і створення єдиного інформаційного простору для забезпечення ситуаційної обізнаності всіх ланок управління, розглянуто місце системи оперативної обробки та аналізу сцен на поточних зображеннях в автоматизованій системі моніторингу об'єктів спостереження.

В розділі 2 «Опис процесів обробки результатів космічної зйомки. Методи обробки космічних знімків» проведено аналіз методів дистанційної зйомки земної поверхні, здійснено класифікацію аерокосмічних знімків та визначено їх основні характеристики, запропоновано методи попередньої обробки знімків, які отримані за допомогою аерокосмічних засобів, визначено шляхи використання аерокосмічних засобів для формування еталонних зображень для КЕСН ЛА.

В розділі 3 «Опис процесів аналізу сцен та виявлення об'єктів спостереження на цифрових зображеннях. Методи обробки цифрових зображень в різних умовах фоново-цільової та заводової обстановки» проведено аналіз стійких класифікаційних ознак цифрових зображень для виявлення та ідентифікації об'єктів, впливів, що ускладнюють процес обробки зображень, розглянуто методи корекції просторових спотворень зображень, запропоновано шляхи до вирішення завдання локалізації об'єктів інтересу на цифрових зображеннях, запропоновано методи завчасного та оперативного формування еталонних зображень та оцінки їх якості.

В розділі 4 «Розробка методу підвищення точності наведення (прив'язки) комбінованих кореляційно-екстремальних систем навігації» розглянуто і проаналізовано узагальнену модель процесу функціонування комбінованої КЕСН, проведено аналіз існуючих методів вирішення задачі підвищення точності, запропоновано метод підвищення точності на базі методу деформованого багатогранника, наведено результати оцінки точності прив'язки на основі моделювання процесу суміщення зображень у комбінованих КЕСН.

У Висновках приведено основні результати досліджень за темою роботи та визначено напрямки подальших досліджень з розробки комбінованих КЕСН із різними датчиками зовнішньої інформації (радіолокаційними, оптичними видимого діапазону, інфрачервоними).

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ	9
ВСТУП	12
Розділ 1. ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ. ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ, ЩО ВИРІШУЮТЬСЯ. МІСЦЕ СИСТЕМИ ОПЕРАТИВНОЇ ОБРОБКИ ТА АНАЛІЗУ СЦЕН НА ПОТОЧНИХ ЗОБРАЖЕННЯХ В СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ ОБ'ЄКТІВ СПОСТЕРЕЖЕННЯ	15
1.1 Загальна характеристика систем моніторингу рухомих об'єктів	16
1.2 Загальні рішення з функціональної структури систем моніторингу рухомих об'єктів	21
1.3 Визначення інформаційних ресурсів та потоків даних в системах моніторингу	22
1.3.1 Інтеграція інформаційних ресурсів в єдину систему	22
1.3.2 Особливості процесів збору і обробки інформації про об'єкти спостереження	23
1.4 Створення єдиного інформаційного простору для забезпечення ситуаційної обізнаності всіх ланок системи управління	25
1.5 Місце системи оперативної обробки та аналізу сцен на поточних зображеннях в автоматизованій системі моніторингу об'єктів спостереження	30
1.6 Висновки до розділу 1	32
РОЗДІЛ 2. ОПИС ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ КОСМІЧНОЇ ЗЙОМКИ. МЕТОДИ ОБРОБКИ КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ	36
2.1 Аналіз методів дистанційної зйомки земної поверхні	36
2.2 Основні типи знімків, що отримуються за допомогою аерокосмічних засобів та основні їх характеристики	38
2.2.1 Класифікація аерокосмічних знімків	38
2.2.2 Основні характеристики аерокосмічних знімків	41
2.3 Методи попередньої обробки знімків, що отримані за допомогою аерокосмічних засобів	44
2.4 Особливості прояву розпізнавальних ознак об'єктів спостереження на зображеннях, що отримані у різних діапазонах спектру	47
2.4.1 Особливості прояву розпізнавальних ознак на зображеннях, отриманих оптико-електронними засобами у видимому діапазоні спектра	48
2.4.2 Особливості прояву розпізнавальних ознак на інфрачервоних зображеннях	50
2.4.3 Особливості прояву розпізнавальних ознак на радіолокаційних зображеннях	54
2.5 Використання знімків, що отримані за допомогою аерокосмічних засобів для формування еталонів об'єктів в КЕСН ЛА	

2.6 Висновки до розділу 2	58
РОЗДІЛ 3. ОПИС ПРОЦЕСІВ АНАЛІЗУ СЦЕН ТА ВИЯВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ СПОСТЕРЕЖЕННЯ НА ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕННЯХ. МЕТОДИ ОБРОБКИ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ В РІЗНИХ УМОВАХ ФОНОВО-ЦІЛЬОВОЇ ТА ЗАВАДОВОЇ ОБСТАНОВКИ	
3.1 Аналіз і визначення стійких класифікаційних ознак зображень для аналізу сцен, виявлення і ідентифікації об'єктів	61
3.1.1 Використання поля рельєфу Землі як джерела вихідних даних	61
3.1.2 Використання як джерела вихідних даних оптичного поля Землі	62
3.1.3 Використання інфрачервоного поля Землі як джерела вихідних даних	63
3.1.4 Використання радіотеплового поля Землі як джерела вихідних даних	64
3.1.5 Використання як джерела вихідних даних поля радіолокаційного контрасту Землі	66
3.1.6 Аналіз інформативності вихідних зображень	68
3.1.7 Оцінка інформативності класифікаційних ознак на зображеннях з урахуванням реальних умов зйомки	70
3.2 Аналіз впливів, що ускладнюють процес обробки зображень і виявлення об'єктів спостереження	79
3.2.1 Фактори, що ускладнюють процес обробки зображень	79
3.2.2 Аналіз впливу просторових і яскравісних спотворень зображень	81
3.2.3 Методи корекції просторових спотворень зображень	83
3.2.3.1 Методи корекції просторових спотворень зображень, що описуються груповими перетвореннями	85
3.2.3.2 Методи корекції геометричних спотворень	92
3.2.4 Методи корекції спотворень яскравості	95
3.2.5 Оцінка статистичних характеристик шуму зображення	100
3.2.5.1 Моделі шуму	104
3.2.5.2 Віконна фільтрація зображень в просторовій області	106
3.3 Розробка методів групової обробки цифрових зображень для підвищення якості вхідних матеріалів	108
3.4 Локалізація та виявлення об'єктів інтересу на цифрових зображеннях	116
3.4.1 Загальний підхід до локалізації об'єктів інтересу на цифрових зображеннях	116
3.4.2 Формування двовимірних ЕЗ об'єктів зацікавленості	118
3.5 Розробка методів формування еталонних зображень для ідентифікації сцен та виявлення об'єктів у радіолокаційному, оптичному (видимому) і	

інфрачервоному діапазонах хвиль	120
3.5.1 Методи завчасного формування еталонних зображень	123
3.5.1.1 Метод формування еталонних зображень з використанням кореляційного аналізу зображень за яскравістю	123
3.5.1.2 Метод формування еталонних зображень для КЕСН з використанням кореляційного аналізу зображень за контрастністю	131
3.5.2 Методи оперативного формування еталонних зображень	135
3.5.2.1 Метод формування еталонних зображень для КЕСН з використанням фрактального аналізу зображень	135
3.5.2.2 Метод формування еталонних зображень для КЕСН з використанням просторових масок малої розмірності	139
3.5.2.3 Формування бінарних еталонних зображень	142
3.5.3 Оцінка якості сформованих ЕЗ. Методи підвищення продуктивності обчислень при формуванні еталонних зображень та оцінці їх якості	148
3.5.3.1 Застосування швидких алгоритмів перетворення Фур'є для обчислення функцій згортки та кореляції при визначенні якості еталонних зображень	148
3.5.3.2 Застосування швидких алгоритмів перетворення Хартлі для обчислення функцій згортки та кореляції при визначенні якості еталонних зображень	151
3.5.4 Визначення показника міри кореляції еталонного та поточного зображень	155
3.6 Висновки до розділу 3	157
4. РОЗРОБКА МЕТОДУ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ НАВЕДЕННЯ (ПРИВ'ЯЗКИ) КОМБІНОВАНИХ КОРЕЛЯЦІЙНО-ЕКСТРЕМАЛЬНИХ СИСТЕМ НАВІГАЦІЇ	165
4.1 Узагальнена модель процесу функціонування комбінованої КЕСН	165
4.2 Перспективні способи комплексування зображень різного спектрального діапазону. Синтез еталонних зображень комплексованих головок самонаведення для комбінованих КЕСН	172
4.3 Аналіз існуючих методів вирішення задачі підвищення точності прив'язки (суміщення зображень) комбінованих КЕСН	193
4.4 Моделювання процесу суміщення зображень в комбінованих КЕСН	197
4.5 Розробка методу підвищення точності процесу суміщення зображень в комбінованих кореляційно-екстремальних системах навігації для оцінки точності визначення координат кореляційним алгоритмом	200
4.6 Модифікація методу деформованого багатогранника	207
4.7 Метод глобального пошуку при одновимірній оптимізації	212

4.8 Види критеріальних функцій. Методика оцінки якості критеріальних функцій	217
4.9 Результати оцінки точності прив'язки на основі моделювання процесу суміщення зображень в комбінованих КЕСН. Похибка визначення екстремуму вирішальної функції кореляційного алгоритму	235
4.10 Висновки до розділу 4.	235
ВИСНОВКИ	238
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	249