

004.032.2

0-21

І.І. ОБОД  
Г.Е. ЗАВОЛОДЬКО

# ОБРОБКА ДАНИХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

**І. І. Обод, Г. Е. Заволодько**

**ОБРОБКА ДАНИХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ  
ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ**

**Харків  
2016**

УДК 629.7.058.54:004.5

ББК 39.57

О-21

*Рецензенти:*

*В. М. Карташов* (завідувач кафедри радіоелектронних систем Харківського національного університету радіоелектроніки, доктор технічних наук, професор)

*Г. А. Кучук* (провідний науковий співробітник Харківського університету Повітряних Сил, доктор технічних наук, професор)

*Рекомендовано до друку вченою радою НТУ «ХПИ»,  
протокол № 2 від 11.03.2016 р.*

**Обод І. І., Заволодько Г. Е.**

**О-21** Обробка даних систем спостереження повітряного простору: монографія.

За заг. ред. І. І. Обод. - Харків: НТУ «ХПИ», 2016 - 281 с.

ISBN 978-617-7387-02-1

У роботі з єдиних позицій етапності обробки інформації систем спостереження повітряного простору розглянуті питання сумісної оптимізації виявлення та оцінки параметрів повітряних об'єктів. Приводиться комплексна оцінка якості інформаційного забезпечення користувачів на базі існуючих та перспективних систем спостереження повітряного простору.

Для наукових і науково-технічних працівників, які займаються розробкою, проектуванням, експлуатацією та інформаційним забезпеченням системи контролю повітряного простору.

Може бути корисною викладачам та студентам вищих навчальних закладів.

Ілюстрацій - 104, таблиць - 5, бібліографія - 74 найменування

**УДК 629.7.058.54:004.5**

**ББК 39.57**

**ISBN 978-617-7387-02-1**

© Обод І. І., Заволодько Г. Е. 2016

	с.
<b>СПИСОК СКОРОЧЕНЬ</b> .....	7
<b>ПЕРЕДМОВА</b> .....	10
<b>ГЛАВА 1. ПРИНЦИПИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ ДАНИХ В СИСТЕМІ КОНТРОЛЮ ПОВІТРЯНОГО ПРОС- ТОРУ</b> .....	13
1.1 Загальні відомості про автоматизовані системи обробки інформа- ції .....	13
1.2 Цілі і завдання, які вирішуються при автоматизації процесів обро- бки інформації .....	17
1.3 Інформаційні технології розробки і проектування інформаційних систем.....	19
1.3.1 Загальна характеристика підходу.....	19
1.3.2 Методологія проектування автоматизованих систем обробки ін- формації .....	26
1.3.3 Побудова інформаційної моделі системи.....	28
1.4 Вимоги до автоматизованих систем контролю повітряного прос- тору.....	29
1.4.1 Функції автоматизованих систем контролю повітряного простору	29
1.4.2 Ефективність інформаційних процесів в системі контролю повіт- ряного простору.....	32
1.4.3 Загальні вимоги до технічної реалізації.....	34
1.4.4 Архітектура інформаційно-обчисленої системи.....	35
1.4.5 Апаратні і програмні засоби.....	37
<b>ГЛАВА 2. СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ</b> .....	40
2.1 Особливості процесів спостереження.....	40
2.2 Характеристика завдань спостереження.....	41
2.3 Аналіз функціональної архітектури спостереження .....	42
2.4 Формалізація і структуризація процесу спостереження.....	46
2.4.1 Схема спостереження.....	46
2.4.2 Відомості з статистичної фільтрації.....	48
2.4.3 Формалізація процесу спостереження.....	52
2.4.4 Отримання виміральної інформації.....	54
2.4.5 Декомпозиція загального процесу вимірювання-спостереження ..	54
2.5 Методи спостережень.....	56
2.5.1 Імовірнісні методи обробки спостережень.....	56

2.5.2	Стійкість спостереження.....	57
2.6	Математичні моделі датчика та траєкторії ПО.....	59
2.6.1	Радіолокаційні вимірювання.....	60
2.6.2	Модель повітряного об'єкта.....	61
<b>ГЛАВА 3. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ</b>		<b>64</b>
3.1	Визначення та загальна структура системи спостереження повітряного простору.....	64
3.2	Вимоги до технічних характеристик систем спостереження.....	65
3.2.1	Визначення параметрів, що впливають на якість інформаційного обслуговування.....	66
3.3	Класифікація систем спостереження повітряного простору.....	67
3.4	Загальна характеристика та відомості незалежних некооперативних систем.....	70
3.5	Тенденції розвитку незалежних некооперативних систем.....	77
3.6	Загальна характеристика кооперативних систем спостереження.....	81
3.7	Загальна характеристика та відомості незалежних кооперативних систем.....	82
3.7.1	Загальна характеристика вторинних систем спостереження.....	88
3.7.2	Принцип функціонування вторинних систем спостереження з режимом S.....	89
3.7.3	Коротка характеристика параметрів вторинних систем спостереження.....	93
3.8	Системи мультілатерації.....	96
3.9	Загальна характеристика та відомості залежних кооперативних систем.....	103
3.10	Склад та інформаційна ємність повідомлень при залежному спостереженні.....	112
3.11	Аспекти внутрішньосистемних завад у вторинних системах спостереження.....	114
<b>ГЛАВА 4. ОБРОБКА СИГНАЛІВ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ</b>		<b>121</b>
4.1	Загальні відомості про обробку даних систем спостереження повітряного простору.....	121
4.2	Обробка сигналів систем спостереження.....	122
4.3	Виявлення сигналів систем спостереження.....	123
4.3.1	Оптимізація виявлення сигналів вторинних систем спостереження.....	125
4.3.2	Виявлення сигналів вторинних систем спостереження.....	128

4.4	Завадостійкість сигналів вторинних систем спостереження.....	131
4.5	Вплив маскуючої флуктуаційної завади на відповідачі вторинних систем спостереження.....	142
4.6	Оптимізація вимірів параметрів сигналів вторинних систем спостереження.....	147
<b>ГЛАВА 5. ПЕРВИННА ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ.....</b>		<b>152</b>
5.1	Коротка характеристика задач первинної обробки інформації.....	152
5.2	Загальні відомості з виявлення та вимірювання координат повітряних об'єктів.....	153
5.3	Оптимальне виявлення повітряних об'єктів оглядовими системами спостереження повітряного простору.....	157
5.4	Оптимізація цифрового порогу виявлення повітряних об'єктів вторинними системами спостереження.....	165
5.5	Вимір дальності у вторинних системах спостереження.....	170
5.6	Вимірювання азимуту повітряних об'єктів оглядовими системами спостереження повітряного простору.....	171
5.7	Виявлення та декодування польотної інформації.....	178
5.8	Структура та показники якості інформаційного забезпечення споживачів системами спостереження повітряного простору.....	193
5.9	Перерахунок координат спостережуваних об'єктів в прямокутну систему координат.....	198
5.10	Формування стандартного повідомлення для передачі його споживачам .....	199
<b>ГЛАВА 6. ВТОРИННА ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ В СИСТЕМІ КОНТРОЛЮ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ.....</b>		<b>201</b>
6.1	Коротка характеристика задач вторинної обробки інформації систем спостереження повітряного простору.....	201
6.2	Об'єднання інформації про параметри руху повітряних об'єктів і побудова трас.....	203
6.3	Вторинна обробка інформації систем спостереження повітряного простору.....	215
6.4	Фільтрація дискретних оцінок вектору стану повітряних об'єктів в мережі систем спостереження.....	232
<b>ГЛАВА 7. ТРЕТИННА ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ В СИСТЕМІ КОНТРОЛЮ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ.....</b>		<b>236</b>
7.1.	Коротка характеристика задач третинної обробки інформації систем спостереження повітряного простору.....	236

7.2.	Мережевий принцип побудови систем спостереження повітряного простору.....	238
7.3.	Поєднання інформації однойменних повітряних об'єктів на рівні сигналів та об'єктів.....	239
7.4	Поєднання інформації однойменних повітряних об'єктів на рівні трас.....	242
<b>ГЛАВА 8. РОЗПОДІЛЕНА ОБРОБКА ДАНИХ У МЕРЕЖАХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ.....</b>		<b>245</b>
8.1.	Оптимізація обробки даних в мережах систем спостереження повітряного простору.....	245
8.2	Структура інформаційного забезпечення споживачів при централізованій обробці інформації у сумісних системах спостереження.....	246
8.3	Синтез структури інформаційного забезпечення споживачів при розподіленій обробці інформації на рівні сигналів.....	256
8.4	Синтез структури інформаційного забезпечення споживачів при розподіленій обробці інформації на рівні траєкторій.....	263
<b>ПІСЛЯМОВА.....</b>		<b>274</b>
<b>ЛІТЕРАТУРА.....</b>		<b>275</b>