

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

На правах рукопису

Милотченко Іван Олександрович

СТРУКТУРНА ВИБІРНИСТЬ РАДІОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ
ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ РАДІАНТІВ МЕТЕОРІВ

05.12.21 - Радіотехнічні системи спеціального
призначення, включаючи техніку НВЧ, і технологія
їх виробництва

01.03.02 - Астрофізика, радіоастрономія

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків - 1996

ДВ 35.707

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському державному технічному університеті радіоелектроніки.

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор Волощук В.І.

Офіційні опоненти:

1. Доктор технічних наук, професор Лагутін М.Ф.
2. Кандидат технічних наук, Ткачук О.О.

Провідна організація: Астрономічна обсерваторія Київського державного університету, м. Київ.

Захист відбудеться " 24 " жовтня 1996 р. о 14⁰⁰ на засіданні спеціалізованої вченої ради Д. 02.25.05 у Харківському державному технічному університеті радіоелектроніки за адресою: 310726, м. Харків, пр. Леніна, 14, - факс: (0572) 40 - 91 - 13.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці університету.

Автореферат розіслано " 16 " вересня 1996 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради, кандидат технічних наук

В.М. Безрук

ЛНБ України ім.В.Стефаника



00760033 (J)

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність і ступінь дослідженості теми дисертації.

Актуальність теми визначається необхідністю адекватної інтерпретації результатів, отриманих за допомогою спеціалізованих метеорних радіосистем, для вивчення втікання метеорної речовини на Землю і оцінювання метеорної обстановки поблизу орбіти Землі і в Сонячній системі. Специфіка непрямих методів спостереження метеорних тіл потребує обов'язкового обліку вибірності радіолокаційного методу дослідження і апаратури, що використовується, при визначенні параметрів моделі розподілу метеорних часток в Сонячній системі.

В галузі фундаментальних досліджень ця модель дає уявлення про еволюцію Сонячної системи, дозволяє повніше дослідити такі питання як походження метеорних тіл, структура і еволюція метеорних потоків, механізми трансформації орбіт метеорних тіл, макроквантові явища в Сонячній системі та їх проявлення у розподілах метеорних тіл, а також вплив втікання твердої складової міжпланетного простору на розвиток іонного та хімічного складу іоносфери і літосфери Землі.

В галузі прикладних досліджень модель, що розглядається, дозволяє розв'язати проблему захисту від метеорного впливу космічних літальних апаратів і орбітальних комплексів при довготривалій експлуатації у відкритому космосі. Велике практичне значення мають радіометеорні системи зв'язку і звірення шкал рознесених еталонів часу, для яких на основі цієї моделі можна прогнозувати метеорне розповсюдження радіохвиль на заданих трасах і виробляти рекомендації щодо вибору оптимальних режимів функціонування.

ДНБ ім. В. Стефаніка
України

У цьому зв'язку актуальним є вдосконалення радіотехнічних засобів вивчення метеорних явищ, що нерозривно пов'язано з розвитком багатопозиційних радіотехнічних систем. Це відповідає загальній тенденції в техніці – об'єднанню окремих технічних засобів в системи, в яких завдяки спільному функціонуванню та взаємодії елементів покращуються основні характеристики і з'являються нові можливості.

Тема дисертаційної роботи пов'язана з виконанням нижче вказаних проектів та НДР. Так, проблема вдосконалення багатопозиційних метеорних радіосистем і адекватної інтерпретації результатів радіоспостережень була в центрі уваги при виконанні міжнародного проекту ГЛОБМЕТ, міжнародної програми ІНН, держбюджетних (ДР N 01870011689; ДР N UA 01001450P) та госпдоговірних НДР (NN 82-6, 83-20, 87-30). Створення бази даних орбіт метеороїдів за результатами радіолокаційних спостережень метеорних слідів в атмосфері Землі і проведення моделювання з використанням бази даних в конкретних прикладних задачах є змістом НДР "Метеороїд" (9.03.08/169-83), яка затверджена Національним космічним агенством України.

Мета роботи і основні задачі наукового дослідження.

Метою дисертаційної роботи є вдосконалення радіотехнічних метеорних систем як найбільш чутливих і статистично забезпечених з наземних засобів збору інформації про метеорні явища в атмосфері Землі.

Основні задачі наукового дослідження.

Теоретичне і експериментальне дослідження особливостей побудови апаратури, вибір і оптимізація параметрів багатопозиційних радіотехнічних систем визначення координат радіантів метеорів і елементів орбіт метеорних тіл. Оцінка додаткового фактора вибірності, пов'язаного з геометрією сис-

теми позицій та алгоритмом спільної обробки інформації.

Вибір структури і оцінювання параметрів моделі розподілу метеорних тіл поблизу орбіти Землі з урахуванням всіх факторів вибірності.

Наукова новизна.

Сформульовано поняття структурної вибірності стосовно багатопозиційної радіометеорної системи. Розроблено методику оцінювання і урахування цієї вибірності.

Проведено оптимізацію параметрів радіотехнічної системи для визначення координат радіантів метеорів (РТС ВКРМ) за критерієм мінімуму структурної вибірності.

На основі математичного апарату сферичних вибірових функцій одержана гнучка структура моделі ймовірного простору метеорних тіл, яка дозволяє вносити зміни на етапі перевірки, а також по мірі накопичення і аналізу експериментальних даних.

Теоретично і експериментально досліджені характеристики амплітудно-часового селектора метеорних відбиттів.

Практична цінність роботи.

Розраховані оптимальні базові параметри багатопозиційної радіотехнічної системи для визначення координат радіантів метеорів. Отримані оцінки відмінності характеристик реальної радіометеорної системи від оптимальної та вибірності, яку ця відмінність вносить.

Оцінка наслідків неоптимальності дозволила уточнити параметри моделі розподілу радіантів метеорних тіл по небесній сфері.

На основі уточненої моделі розподілу метеорних тіл розроблено методику визначення і отримані оцінки оптимальних параметрів режиму калібрування радіометеорної системи зві-

рення шкал еталонів часу.

Для апаратури РТС ВКРМ ідентифіковано оператор прямої задачі радіолокації метеорів, модель якого дозволяє обминути ідеалізовані співвідношення фізичної теорії метеорів, але врахувати фізичний та апаратурний фактор вибірності.

Рівень реалізації і впровадження наукових розробок.

Результати роботи і отримані рекомендації використані в Проблемній НДЛ радіотехніки Харківського державного технічного університету радіоелектроніки при виконанні робіт за темами: "Модель распределения метеорного вещества в Солнечной системе (по результатам радионаблюдений метеоров)" (Н ДР 80073104, м. Харків, ХІРЕ, 1986); госпдоговірні НДР NN 82-6, 83-20, 87-30, м. Харків; "Модель распределения метеорного вещества вблизи орбиты Земли" (Н ДР 01870011689, м. Харків, ХІРЕ, 1991); госпдоговірна НДР N 91-48 "Канопус", інститут Астрофізики АН Таджикистану, м. Душанбе; "Модель распределения метеорного вещества в Солнечной системе с учетом гравитационных и негравитационных сил" (Н ДР UA 01001450P, м. Харків, ХІРЕ, 1993); госпдоговірна НДР "Метеороїд" (9.03.08/169-83).

Матеріали дисертації включені до спецкурсу, що читається за рішенням Ради ВУЗу, а також використані в науково-дослідній роботі, курсовому і дипломному проектуванні студентів, що навчаються в університеті.

Використання результатів дисертаційної роботи підтверджено відповідними актами.

Апробація роботи.

Основні результати та положення дисертаційної роботи доповідались на Першому Міжнародному симпозиумі ГЛОБМЕТ (м. Душанбе, СРСР, 1985 р.); на Міжнародній конференції

"Теорія і техніка передавання, прийому та обробки інформації" (м. Туапсе, 15-18 вересня 1995 р.); на Всесоюзній конференції "Фізика та динаміка метеорних тіл" (м. Кацівелі, 1986 р.); на республіканській конференції молодих вчених (м. Харків, 1983 р.); на науково-технічних конференціях Харківського технічного університету радіоелектроніки (1981 р., 1984 р., 1989р., 1993 р.); на семінарі "Теорія і техніка представлення і обробки випадкових сигналів та полів" Харківського ОП НТС РЕЗ України, 30 квітня 1996 р.

Публікації.

По темі дисертації надруковано 11 робіт, з них 6 статей, 2 тезиса доповідей, 3 звіта по НДР.

Структура та обсяг дисертаційної роботи.

Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, містить 55 малюнків, 11 таблиць, перелік посилань з 154 найменувань і двох додатків.

Загальний обсяг дисертації становить 220 сторінок.

На захист виносяться такі основні положення:

методика оцінювання та урахування структурної вибірності радіотехнічної системи визначення координат радіантів метеорів та елементів орбіт метеорних тіл;

результати оптимізації параметрів РТС ВКРМ за критерієм мінімуму структурної вибірності;

модель змінювання щільності радіантів по небесній сфері.

Усі наукові результати, що виносяться на захист, отримані дисертантом особисто.

Методологія і метод дослідження предмету.

До основи теоретичних досліджень покладено методи статистичного синтезу оптимальних радіотехнічних систем.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтовано актуальність дослідження вибірності радіотехнічних засобів вивчення метеорних явищ, сформульовано мету роботи, наведено перелік результатів, що виносяться на захист.

Перший розділ присвячений аналізу теоретичних та експериментальних досліджень з проблеми вибірності радіолокаційного методу, що використовується в метеорних радіотехнічних системах. Розглянуто фізичні процеси, які протікають при утворенні та руйнуванні метеорного сліду і розсіюванні на ньому радіохвиль метрового діапазону. При цьому особливу увагу приділено слідам недоуцільненого типу з лінійною електронною щільністю $\leq 10^{12}$ ел/см.

Радіолокаційний метод дослідження метеорів є непрямим і має явно виявлену вибірність, яка пов'язана з самим фізичним явищем і впливом параметрів апаратури, що використовується. Вибірність радіометода традиційно характеризується кількома факторами - геометричним, фізичним, апаратурним, астрономічним, які визначаються як імовірність реєстрації (спостереження) радіометеора з даними параметрами. Щоб здійснити перехід від "видимих" (доступних спостереженню) розподілів до "істинних", які характеризують метеорну речовину поблизу орбіти Землі, тобто провести інтерпретацію результатів спостережень радіометеорів, слід визначити перші три фактори.

Розглянуто сучасний стан проблеми вибірності і зроблено висновок, що всі існуючі в даний час фактори селективності раді метеорів прийнятні, докладно кажучи, для однопозиційної

системи. Але в багатопозиційній РТС ВКРМ, що вимірює та обробляє сигнали від трьох рознесених пунктів (позицій) з'являється додаткова вибірність, що пов'язана з геометрією системи позицій і алгоритмом спільної обробки інформації. Ця додаткову вибірність названо структурною.

Виходячи з короткого огляду і аналізу існуючих багатопозиційних радіосистем (БРС), РТС ВКРМ класифіковано як активну багатопозиційну рознесену радіосистему з двохетапною обробкою інформації. Відмічено, що структурна вибірність виявляється також в інших БРС, не тільки метеорних, але в РТС ВКРМ її облік є найбільш важливим, що пов'язано з специфікою об'єкту, який спостерігається.

В другому розділі поставлено задачу параметричної оптимізації радіометеорної системи визначення координат радіантів метеорів за критерієм мінімуму структурної вибірності: знайти вектор (точку) $X_0 \in R_x$, що забезпечує

$$\min (\text{або } \max) S(X) \text{ при } G(X_0) \leq G_0 \quad (1)$$

де X - множина можливих векторів багатомірного простору, який створено параметрами x_i , що варіюються;

R_x - простір параметрів, що варіюються; $S(X)$ - цільова функція; G_0 - сукупність критеріальних чисел; G - сукупність критеріальних функцій типу обмежень.

Показано, що для складних систем, яким є РТС ВКРМ, задача (1) розв'язується за допомогою методів декомпозиції. В результаті процедури декомпозиції одержано структуру оптимізуємої моделі метеорної РТС, яка складається з шести блоків A_γ ($\gamma = 1, \dots, 5; S$), локальних за критеріальними функціями (перший рівень) та шести блоків другого рівня A_γ^B ($\gamma = 4, 5; B = 1, 2, 3$), локальних щодо множини параметрів, що варіюються. При цьому самостійним блоком першого рівня є

блок A_5 , в якому розраховується цільова функція.

На основі локальних процедур пошуку оптимальних параметрів в кожному блоці сформовано процес загальносистемної оптимізації. Виходячи з аналізу параметрів функціонуючих в даний час метеорних РТС, запропоновано здійснювати запуск локальних процедур для блока A_5 , в якому визначаються оптимальні параметри X_5 , та блока A_4^3 , в якому визначаються оптимальні параметри амплітудно-часового селектора X_4^3 , приймаючи, що параметри інших блоків дорівнюють X^M (X^M - параметри існуючої системи МАРС ХТУРЕ).

Розглянуто локальну процедуру оптимізації в блоці A_5 , вибір функції цілі $S(X_5)$ та оптимізуємих параметрів X_5 , виходячи з визначення структурної вибірності. Показано, що в якості $S(X_5)$ може бути оцінка зваженої площі S області небесної сфери, яка "оглядається" радіолокаційною системою, а складовими X_5 - координати винесених пунктів (ВП) (R_i, φ_i , $i = 1, 2$; базові параметри) в полярній системі координат, на початку якої розташований центральний пункт.

Задача оптимізації сформульована у вигляді:

$$S(R_i, \varphi_i) \rightarrow \max$$
$$\text{при } g_j(R_i, \varphi_i) \geq 0, \quad j = \overline{1, n}; \quad (2)$$
$$0 < R_i < R_{\max}; \quad 0 \leq \varphi_i \leq \pi, \quad i = 1, 2,$$

де $g_j(R_i, \varphi_i)$ - обмеження, які пов'язані з виконанням геометричних умов реєстрації для трьох пунктів, особливостями реалізації імпульсно-дифракційного методу та припустимов похибок визначення горизонтальних координат радіанта.

Показано, що геліоцентрична область D , до якої належать радіанти метеорів, що реєструються радіотехнічною системою, має складну конфігурацію, і розв'язати задачу (2)

аналітично не виявляється можливим. Щоб оцінити функцію

$S(R_i, \varphi_i)$ для РТС ВКРМ використано метод математичного моделювання. Уся геліоцентрична сфера розбивається на N_q рівновеликих площадок. Тоді розмір загальної площі, що оглядається системою за добу, можна оцінити за кількістю площадок, центри яких λ'_e, β'_e потрапляють до області D , модифікованої з урахуванням обмежень $g_j(R_i, \varphi_i)$. Тоді

$$S(R_i, \varphi_i) = \sum_{k=1}^{24} \sum_{l=1}^{N_q} p_{el} B_{ek} \quad (3)$$

де p_{el} - коефіцієнт, який характеризує розподіл радіантів по небесній сфері;

$$B_{ek} = \begin{cases} 1, & (\lambda'_e, \beta'_e) \in D \\ 0, & \text{інакше} \end{cases}$$

Обгрунтовано перехід від задачі умовної максимізації (2) до задачі безумовної мінімізації модифікованої функції цілі

$$F(R_i, \varphi_i) = - \sum_{k=1}^{24} \sum_{l=1}^{N_q} [p_{el} B_{ek} \prod_{j=1}^n \psi_j(g_{ej}(R_i, \varphi_i))] \rightarrow \min \quad (4)$$

$$\text{де } \psi_j = \begin{cases} 1, & g_j \geq 0 \\ 0, & g_j < 0 \end{cases}, \quad j = \overline{1, n}.$$

В загальному випадку функція $F(R_i, \varphi_i)$ є багатоекстремальною, неперервною і неявно залежить від параметрів R_i, φ_i . Виходячи з аналізу існуючих методів вибрано алгоритм розв'язання задачі (4), який поєднує симплекс-метод деформованого многогранника та метод з кількома початковими точками.

Сформульовано алгоритм розрахунку структурного фактора вибірності, який дозволяє в результаті здійснення процедур

оптимізації (4) для вектора координат $\bar{X}_5 = (R_i, \varphi_i)$ знайти оптимальні значення; розрахувати структурний фактор вибірності P_5^{-1} та порівняти показники оптимальної і реальної систем. Розрахунки показали, що площа небесної сфери, яка оглядається, через вплив структурного фактора зменшується в середньому за добу на 15% і змінюється впродовж року. Відмічено, що втрати інформації не є випадковими, тому їх не можна скомпенсувати, збільшувачи об'єм виборки, вони спотворюють розподіли як радіантів, так і елементів орбіт метеорних тіл. Наведено результати розрахунку структурного фактора вибірності і значення оптимальних координат ВП для кожного місяця року.

Розглянуто локальну процедуру оптимізації параметрів амплітудно-часового селектора (АЧС) метеорних відбиттів $X_4^3 = \{C1, \tau_c\}$. Згідно з критерієм ідеального спостерігача оптимальним є такий час селекції τ_c , що забезпечує мінімум помилки

$$P_{\text{ош}}(\tau_c, C1) = p P_{\text{пр}}(\tau_c) + q P_{\text{лт}}(\tau_c, C1), \quad (5)$$

де $C1$ - відносний поріг виявлення за амплітудов,

$p+q = 1$ - априорні ймовірності наявності та відсутності сигналу, відповідно.

На основі розрахунку та експериментального дослідження характеристик АЧС імпульсів, відбитих від метеорних слідів, в умовах реальних шумів, показано, що оптимальне за критерієм (5) значення порогу часового селектора для РТС ВКРМ складає $\tau_c = 12$ мкс за умов $C1 = C1_{\text{opt}}$ і тривалості радіоімпульса $\tau_0 = 33$ мкс.

В третьому розділі на основі математичного апарату сферичних вибірових функцій одержана структура моделі ймовірного простору метеорних тіл, розглянуті алгоритми цифро-

вої фільтрації радіометеорних даних та ідентифікування оператора прямої задачі радіолокації метеорів. Розроблено методику визначення і одержано оцінки оптимальних параметрів режиму калібрування для радіометеорної системи звірення шкал еталонів часу.

Відмічено, що при радіометеорних дослідженнях структура комплексу метеорних тіл визначається за непряним проявленям його в розподілах характеристик метеорів: амплітуд відбитих сигналів, чисельності, швидкості та ін. Пряма задача вимірювань зводиться до рішення операторного рівняння

$$\Phi X = X_B, \quad (6)$$

де Φ - неперервний оператор, який здійснює взаємно-однозначне відображення з імовірносного простору характеристик вивчаемого об'єкту X до поля X_B , що вимірюється.

Задача інтерпретації результатів непрямих вимірювань відноситься до класу обернених і полягає в розв'язанні рівняння, що обернено до (6):

$$X = \Phi^{-1} X_B. \quad (7)$$

Існуючі методи розв'язання (7) ґрунтуються на положеннях теорії регуляризації некоректних задач. По Тихонову, коректність може бути досягнута за рахунок звуження множини рішень X' до класу коректності X'' . При цьому важливе значення має форма завдання моделі X . Для апроксимації істинних розподілів параметрів метеорних тіл по небесній сфері запропоновано скористатися математичним апаратом сферичних вибірових функцій.

Множини вибірових функцій і точок знаходять за два етапи. Спочатку за допомогою процедури Грама-Шмідта визначають множину ортогональних функцій. Це накладає жорсткі

умови на розподіл вибірових точок. На другому етапі будуть такий розподіл вибірових точок, який цим вимогам задовольняє. Рішення шукають в лінійному просторі, що визначається множиною $Z_1, \dots, Z_{(N+1)^2}$ сферичних гармонік, а для одержання сітки, що відповідає сферичним гармонікам максимального порядку N , використовують відомий в сферичній тригонометрії 1-3-5 розподіл. Вимога щодо невідродженості матриці $\{Z_k(\lambda'_j, \xi_j)\}, j=1, (N+1)^2$ виконується для $N \leq 36$. В цьому випадку для одержання множини вибірових функцій $W_j(\lambda', \xi), j=1, (N+1)^2$ запропоновано скористатися простим методом:

$$W_j(\lambda', \xi) = \sum_{k=1}^M A_{jk} Z_k(\lambda', \xi),$$

$$\xi = \cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta'\right), \quad M = (N+1)^2, \quad (8)$$

де матриця

$$\{A_{jk}\} = \{Z_k(\lambda'_j, \xi_j)\}^{-1}. \quad (9)$$

Після знаходження множини вибірових функцій, одержавши оцінки якогось параметра y в M вибірових точках, маємо модель

$$y(\lambda', \xi) = \sum_{k=1}^M y(\lambda'_k, \xi_k) W(\lambda', \xi), \quad (10)$$

яка забезпечує найкраще середнє квадратичне наближення.

Розглянуто схему руху інформації в РТС ВКРМ та особливості вторинної обробки (інтерпретації) радіометеорологічних даних. Щоб забезпечити результатами вимірювань всю небесну сферу, експериментальні дані треба накопичувати, усереднювати, прив'язувати до вибірових точок, і це зручніше робити в цифровому вигляді. Процедура групування масиву експериментальних даних $Y_B = \{y_{Bn}\}, n=1, N_B$ навкруги вибірових вузлів $(\lambda'_k, \xi_k), k=1, M$ формує дискретний масив

$$Y_B = \{y_B(\lambda_k, \xi_k)\}.$$

Розглянуто алгоритми цифрової фільтрації масиву видимих параметрів $Y_B = \{y_{Bk}\}$. Відмічено, що відновлення істинних розподілів $Y_u = \{y_{uk}\}$ можливе, якщо вагові коефіцієнти a_k цифрового фільтру (ЦФ) враховують усі фактори вибірності, які розглянуто в розділах 1 та 2:

$$Y_u = \{y_u(\lambda'_k, \xi_k)\} = \sum_{k=1}^M a_k y_B(\lambda'_k, \xi_k). \quad (11)$$

З виходу ЦФ масив $Y_u = \{y_u(\lambda'_k, \xi_k)\}$ надходить до входу синтезуючого фільтру (СФ), який здійснює операції інтерполяції згідно з (10). При цьому на виході СФ одержується масив істинних значень досліджуемого параметра $y_u(\lambda_q, \xi_q)$, $q = \overline{1, N_q}$, при чому $M \ll N_q < N_B$. Збільшення вимірності масиву з M до N_q аналогічно перетворенню з дискретного сигналу до континуального в канонічній схемі цифрової фільтрації.

Далі в розділі 3 відмічено, що відображення $X \rightarrow X_B$ визначається набором функцій селективності $\Psi_M, \Psi_C, \Psi_S, \Psi_A$, які спричинені впливом відповідно фізичного, геометричного, структурного та апаратурного факторів вибірності. Розглянуто ідентифікування за методом математичного моделювання функції Ψ_M , яка в основному визначається чотирма параметрами: двоє з них (α і β) характеризують початковий радіус метеорного сліду, третій (n) - залежність імовірності іонізації від швидкості метеорного тіла, четвертий (δ) - щільність метеорної частки. В якості вихідних даних при побудові моделі Ψ_M прийняті істинні розподіли щільності радіантів (які отримані в розділі 2), а також теоретичні співвідношення для метеорних тіл, що не роздроблюються, в діапазоні мас $10^{-5} < M < 10^{-2}$ г. В результаті мінімізації за

вибраним статистичним критерієм розбіжності експериментальних та модельних оцінок чисельності метеорів одержано оптимальні значення параметрів: $\alpha = 0,4$; $\beta = 0,4$; $\delta = 2,2 \text{ г/см}^3$; $\eta = 3,5 \exp[-\epsilon(V_0 - 40)]$, де $\epsilon = 0,015$.

Крім того, показано можливість ідентифікування Ψ_M залежність фізичного фактору вибірності від швидкості у вигляді:

$$P_2^{-1}(V_0) = \frac{\exp[(V_0 - \alpha_2)/10K_2]}{K_2 \{1 + \exp[(V_0 - \alpha_2)/10K_2]\}^2} \quad (12)$$

де α_2, K_2 - оптимальні параметри, що визначаються для конкретної апаратури.

Це дозволяє обійти не повністю відомі співвідношення фізичної теорії радіометеорів, але врахувати селективність.

Заключна частина третього розділу присвячена оптимізації параметрів радіолокаційного режиму калібрування в радіометеорній системі звірення шкал еталонів часу (РМЗ). Для підвищення ефективності калібрування в режимі нульової бази необхідно забезпечити максимальну кількість реєстрацій впродовж заданого інтервалу часу при обмеженнях щодо часу розповсюдження сигналу, які обумовлені технічними вимогами. Використання моделі просторової щільності метеорних тіл для розробки імітаційної моделі режиму калібрування РМЗ дозволило одержати залежності оптимальних "калібрувальних" азимутів напрямку випромінювання від часу доби для типової апаратури звірення.

В четвертому розділі як зовнішнє доповнення для оцінки адекватності одержаної моделі ймовірного простору параметрів метеорних тіл та методик вторинної обробки радіометеорних даних в РТС ВКРМ розглянуто результати радіоспостережень метеорів. В радіометеорній астрономії прийнято оцінювати об'єктивність нових методів та моделей за результатами

дослідження добре відомих метеорних потоків. Такими потоками є, зокрема, ζ - Акваріди та Оріоніди, які пов'язані походженням з кометою Галея. Проведено порівняння одержаних в 1985-86 рр. результатів з відомими даними спостережень цих потоків і показано, що розроблена апаратура і методика дозволяє одержувати об'єктивні дані, зокрема, за результатами спостережень в Харкові:

- існує ряд волокон в структурі потоків, причому в центральній частині переважають більш великі частки;

- визначено середнє значення параметра $s = 1,65$ для дат максимальної активності обох потоків, а також середнє значення щільності потоку метеорних тіл з масами $M > 10^{-3}$ г для ζ - Акварід - $2,9 \cdot 10^{-11} \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$; для Оріонід - $2,5 \cdot 10^{-11} \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$;

- в 1986 році не спостерігалось значного збільшення чисельності метеорів потоків (не більшу 30% від фону), незважаючи на те, що комета Галея пройшла перігелій 9 лютого 1986 року;

- кількість зареєстрованих орбіт метеорних тіл потоку Оріонід в кілька разів менша кількості орбіт ζ - Акварід при однакових періодах спостережень обох потоків;

- визначено середні висоти появи радіометеорів, що породжуються метеорними тілами ζ - Акварід і Оріонід, - 94 км і 92,5 км, відповідно.

У висновку наведені основні результати роботи, які полягають у такому:

1. Сформульовано поняття структурної вибірності багатопозиційної радіотехнічної системи для визначення координат радіантів метеорів та елементів орбіт метеорних тіл, розроблено методику її оцінювання та урахування.

2. Проведено оптимізацію параметрів РТС ВКРМ за крите-

рієм мінімуму структурної вибірності. За результатами оптимізації геометрії позицій системи кількість метеорів, координати радіантів яких визначаються з наданою точністю, зростає в середньому за добу на 15% в залежності від місяця.

3. Отримано модель розподілу параметрів потоку метеорних тіл по небесній сфері на основі математичного апарату вибіркових функцій.

4. За методом математичного моделювання отримано параметри моделі оператора прямої задачі радіолокації метеорів.

5. Розроблено методика і отримано оцінки оптимальних параметрів режиму калібрування для радіометеорної системи звірення шкал еталонів часу.

У додатку наведена структурна схема РТС ВКРМ та опис алгоритму її функціонування, а також таблиці оцінок параметрів моделі розподілу радіантів метеорних тіл по небесній сфері.

Всього за темою дисертації опубліковано 11 наукових робіт. Список основних з них наведено нижче.

1. Малиняк М.И., Милютченко И.А., Назаренко Н.Б. Исследование характеристик амплитудно-временного селектора метеорных отражений // Радиотехника. - Харьков: Изд-во ХГУ. - 1984. - Вып. 71. - С. 62-68.

2. Волощук Ю.И., Милютченко И.А. О представлении распределения параметров потока метеорных тел по небесной сфере // Метеорные исследования. - М., 1986. - N 12. - С. 63-74.

3. Волощук Ю.И., Милютченко И.А. Решение прямой задачи радиолокации метеоров методом математического моделирования // Метеорные исследования. - М., 1987. - N 13. - С. 84-92.

4. Милютченко И.А. Радионаблюдения метеорного потока Орионид в 1983-85 гг. в Харькове // Метеорные исследования.

- М., 1987. - N 13. - С. 105-108.

5. Милютченко И.А. Радионаблюдения метеорных потоков ξ - Акварид и Орионид в Харькове в 1986г. // Метеорные исследования. - М.; 1988. - N 14. - С. 69-72.

6. Коломиец С.В., Милютченко И.А. Определение структуры метеорных потоков по результатам радионаблюдений // Астрон. вестник, М., 1995. - Т. 29. - N 4. - С. 367-372.

7. Милютченко И.А. Оптимизация параметров метеорного канала в системах сличения шкал времени методом математического моделирования // Международная конференция "Теория и техника передачи, приема и обработки информации"; Тез. докл. / ХТУРЭ, Туапсе, 1995. - С.26.

АНОТАЦІЇ

Милютченко И.А. Структурная избирательность радиотехнической системы для определения координат радиантов метеоров. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.12.21. - Радиотехнические системы специального назначения, включая технику СВЧ, и технология их производства; 01.03.02. - Астрофизика, радиоастрономия - Харьковский государственный технический университет радиоэлектроники. Харьков, 1996.

Работа содержит теоретическое и экспериментальное исследование особенностей построения аппаратуры, выбор ее оптимальных параметров для создания радиотехнической системы определения координат радиантов метеоров и элементов орбит метеорных тел. Сформулировано понятие структурной избирательности применительно к многопозиционной системе. Разработана методика оценки и учета этой избирательности. Предложена

структура модели вероятностного пространства метеорных тел, параметры которой исправлены за структурную избирательность. Полученная модель использована для определения характеристик радиометеорной системы сличения шкал эталонов времени.

Milutchenko I.A. Structural selectivity of the radio engineering system for determination of meteor radiant coordinates. A thesis for the scientific degree of candidate of sciences in technology, speciality codes 05.12.21. - Special radio engineering systems, including microwave engineering and production practice; 01.03.02. - Astrophysics, radio astronomy. Kharkov State Technical University of Radioelectronics. Kharkov, 1996.

This work contains theoretical and experimental investigation of peculiarities of equipment development and optimal parameters choice to create the radio engineering system for determination of meteor radiant coordinates and the orbital elements of meteoric bodies. The structural selectivity concept is formulated for the multistatic radar. The methods of estimation and account of the structural selectivity are created. The structure of probabilistic space model of meteoric bodies is proposed and the parameters of the model are corrected according to the structural selectivity. This model is applied for determination of characteristics of the radiometeor system of the time scale comparison.

Ключові слова: структурна вибірність, багатопозиційна радіосистема, радіант, радіометеор, оптимізація параметрів.

Милотченко Іван Олександрович

Милотченко

СТРУКТУРНА ВИБІРНИСТЬ РАДІОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ
ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ РАДІАНТІВ МЕТЕОРІВ

Автореферат дисертації на здобуття наукового
ступеня кандидата технічних наук

Відповідальний за випуск Ю.І. Волощук

Підписано до друку 13.08.96 р. Друк. арк. 1.25
Формат 60X84/16. Папір друкарський. Тираж 100
Замовлення 22/258
Друкарня ХВУ

М. Свободи, 6

439597

Министерство образования Украины
Харьковский государственный
технический университет
радиоэлектроники
Специализированный совет
Д.02.25.05

----- N 16.09.96 -----

Львівська наукова
бібліотека АН України
ім. В. Стефаника

Харьковский государственный технический университет радиоэлектроники направляет автореферат диссертационной работы МИЛЮТЧЕНКО Ивана Александровича на тему: "Структурная избирательность радиотехнической системы для определения координат радиантов метеоров", представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Ученый секретарь совета,
к. т. н.



В.М. Безрук

AB 35.707

AB. 35.707