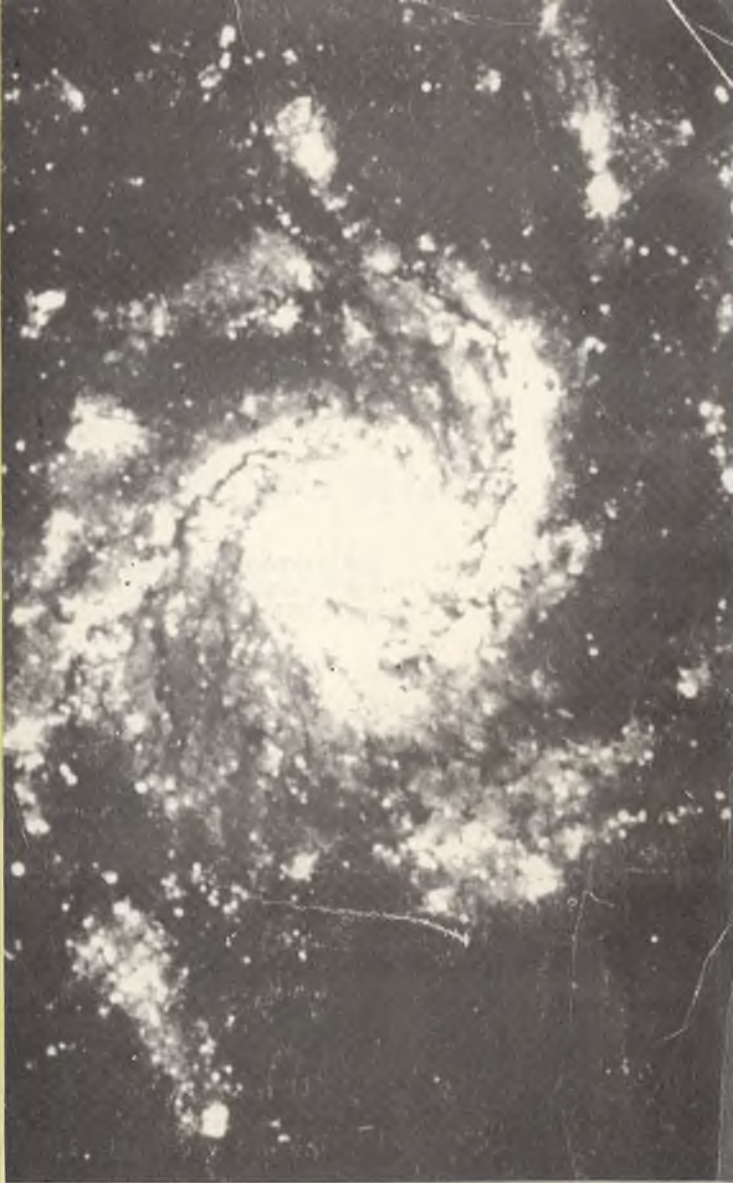


ІНФОРМАЦІЙНИЙ БЮЛЕТЕНЬ

УКРАЇНСЬКА АСТРОНОМІЧНА АСОЦІАЦІЯ

UKRAINIAN ASTRONOMICAL ASSOCIATION



INFORMATION
BULLETIN

№9 1996

Бюро Ради УАА

Президент

Ярослав Степанович Яцків

акад. НАНУ, дир. ГАО НАНУ
Адреса: 252127 Київ-127, Голосіїв, ГАО НАНУ
Тел.: (044) 266-31-10
E-mail: yatskiv@mao.gluk.apc.org

Віце-Президенти:

Петер Петерович Берцик

к.ф.-м.н., ст.н.с. ГАО НАНУ
Адреса: 252127 Київ-127, Голосіїв, ГАО НАНУ
Тел.: (044) 266-21-47
E-mail: berczik@mao.gluk.apc.org

Валентин Григорович Каретников

д.ф.-м.н., проф., дир. АО ОДУ
Адреса: 270014 Одеса-14, парк ім.Т.Шевченка, АО ОДУ
Тел.: (0482) 22-84-42
E-mail: root@astro.odessa.ua

Володимир Володимирович

Тельнюк-Адамчук

д.ф.-м.н., дир. АО КУ
Адреса: 254053 Київ-53, вул.Обсерваторна, 3, АО КУ
Тел.: (044) 216-26-91
E-mail: vtel@aoku.freenet.kiev.ua

Вчений секретар УАА

Ірина Борисівна Вавілова

к.ф.-м.н., м.н.с. АО КУ
Адреса УАА: 254053 Київ-53, вул.Обсерваторна, 3,
Астрономічна обсерваторія Київського університету
Тел. УАА : (044) 216-26-91 та (044) 216-09-06
E-mail УАА: uaa@aoku.freenet.kiev.ua

**Українська
Астрономічна
Асоціація**



**КИЇВ
1996**

Інформаційний Бюлетень Української Астрономічної Асоціації.-
К.: ВПЦ "Наукова книга", 1996.-№ 9.-72 с.

В бюлетені приведено матеріали Міжнародної наукової конференції "Метеорні частки в атмосфері Землі" (Харків, Україна, 6-9 жовтня 1996 р.), присвяченої 50-річчю підготовки радіоінженерів у Харкові.

Information Bulletin of the Ukrainian Astronomical Association. -
1996.-№ 9.-72 p.

The abstracts of the International scientific conference "Meteor Particles in the Terrestrial Atmosphere" (Kharkiv, Ukraine, October 6-9, 1996) devoted to the 50th anniversary of training of radioengineers in Kharkiv are given in the Bulletin.

Відповідальний редактор *І.Б.Васілюва*

© Українська астрономічна асоціація, 1996

Оригінал-макет виготовлено в редакції журналу «Кинематика и физика небесных тел»

Піпписано до друку 28.08.96. Формат 60*84/16. Папір офс. Друк офсетний
Ум. друк. арк. 4.18. Обл.-внд. арк. 3.90 Тираж 100 пр. Зам. 6-396.

Київська книжкова типографія наукової книги, 252030 Київ-30, вул. Б. Хмельницького, 19.

ІНФОРМАЦІЙНИЙ БЮЛЕТЕНЬ

№ 9 1996

ЗМІСТ

Матеріали Міжнародної наукової конференції "Метеорні частки в атмосфері Землі" (Харківський технічний університет радіоелектроніки, Харків, Україна, 6-9 жовтня, 1996 р.), присвяченої 50-річчю підготовки радіоінженерів у Харкові.

Дослідження метеорів у Харкові	(Ю.В.Александров).....	5
Наукова програма конференції		7
Тези наукових доповідей		
1. Пленарні засідання		12
2. Секція "Метеорна астрономія"		27
3. Секція "Радіометеорний метод звірення шкал еталонів часу"		41
4. Секція "Метеорний канал радіозв'язку"		54
5. Секція "Дослідження циркуляції атмосфери безконтактним методом"		60

**50 років
підготовки радіоінженерів
у Харкові**

**(Харківський технічний
університет радіоелектроніки)**

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТЕОРІВ У ХАРКОВІ

У 1996 р. виповнюється 50 років, як в Харкові розпочалася підготовка радіоінженерів. Вона була розпочата на базі Харківського електротехнічного інституту (ХЕТІ), який згодом увійшов до складу Харківського політехнічного інституту. Фундаментальна підготовка нових спеціалістів у галузі електродинаміки та радіоелектроніки була покладена на кафедру «Основи радіотехніки», яка також відзначає своє 50-річчя. В становленні кафедри активну участь брали А. О. Слуцкін і С. Я. Брауде.

З ініціативи С. Я. Брауде у 1950 р. розпочалися роботи по дослідженню іоносфери. Зусиллями молодих викладачів та студентів Б. Л. Кашеєва, Б. Г. Бондаря, Є. Г. Прошкіна, П. С. Ковтуна та інших була створена перша в Україні іоносферна станція. У 1953 р. під час часткового сонячного затемнення проводилося зондування іоносфери, почалося вивчення тонкої структури іоносфери.

Явище розсіяння радіохвиль метеорами, яке спостерігалось харків'янами при роботі іонозонда, дозволило розгорнути на кафедрі дослідження метеорів радіометодом. Під керівництвом Б. Л. Кашеєва викладачі та студенти І. О. Лисенко, Б. С. Дудник, М. Ф. Лагутін, Б. Г. Бондарь, В. Ф. Чепура, І. А. Делов та інші в дуже стислі строки створили перші в країні спеціалізовані комплекси для спостережень радіометеорів. Ентузіазм, працездатність, прагнення до досягнення поставленої мети завжди були притаманні цьому колективу. Велику допомогу в розгортанні радіометеорних досліджень в Харкові надавали академік А. І. Берг, чл.-кор. АН СРСР В. В. Фединський та міністр вищої освіти Б. А. Коваль.

Колектив харківських дослідників метеорів увійшов до складу основних виконавців програми Міжнародного Геофізичного року (1957-1958). У 1958 р. при кафедрі була створена Проблемна науково-дослідна лабораторія радіотехніки, незмінним керівником якої і досі є Б. Л. Кашеєв.

Перед тим, як зупинитися на наукових результатах астрономічного характеру, одержаних в цій лабораторії, треба вказати на те, що розсіяння радіохвиль метеорами має ще два важливих аспекти — науковий (геофізичний) та практичний (зв'язковий). У вказаних аспектах колектив лабораторії має пріоритетні досягнення світового рівня — дослідження циркуляції атмосфери на висотах 80—105 км, створення єдиної в світі системи високоточного порівняння еталонів часу.

Перші статистично забезпечені дані про чисельність радіометеорів одержані в Харкові в 1957—1959 рр., в ці ж роки були

вперше визначені швидкості метеорних частинок, знайдені індивідуальні радіанти та розраховані орбіти метеорів до 7^m (1959), був одержаний перший каталог орбіт. На цій основі була розвинута фізична теорія радіометеорів (1959—1963). Вдосконалення приймально-вимірювальної апаратури дозволило створити саму чутливу в світі метеорну радіолокаційну систему МАРС (1968).

З 1971 р. радіометеорні дослідження продовжувалися в Харківському технічному університеті радіоелектроніки. Система МАРС дозволила проводити багаторічні цикли вимірів індивідуальних радіантів та орбіт метеорів до 12^m (1970—1974) і чисельності метеорів до 14^m (1970—1980). Була також створена апаратура «Тропик», за допомогою якої вимірювалися індивідуальні радіанти та орбіти на екваторі (1968—1970). Наслідком цих експериментальних робіт стало встановлення розподілу метеорної речовини поблизу орбіти Землі та в Сонячній системі в цілому. Ці результати були досягнуті у підсумку напруженої праці як ветеранів кафедри «Основи радіотехніки», так і нового покоління дослідників, що було підготовлено на ній — Б. Л. Кашеєва, В. М. Лебединця, Б. С. Дудника, В. А. Нечитайленка, Ю. І. Волощука, Б. Г. Бондаря, О. О. Ткачука, О. А. Дьякова, М. І. Гуртового та інших.

Основний підсумок проведених досліджень полягає у встановленні певної структурності у розподілі метеорної речовини за геоцентричною відстанню та у доказі того, що більша її частина має кометне походження. Обґрунтованість цих висновків спирається на величезний обсяг спостережного матеріалу та ретельно розроблену методику його обробки. Так, аналіз структури метеорного комплексу поблизу орбіти Землі, проведений Ю. І. Волощуком і співробітниками, базується на 150 тис. орбіт метеорних частинок. Була розроблена на основі кластерного аналізу методика виділення потоків метеороїдів з виборок великого обсягу. З достатньо строгим урахуванням факторів селективності одержано великий масив розподілу елементів орбіт метеорних тіл з масою більш ніж 10^{-5} г.

Весь комплекс виконаних у Харкові радіометеорних досліджень не має аналогів у світовій метеорній астрономії. На його підставі захищено 4 докторських та біля 30 кандидатських дисертацій, опубліковано тільки з астрономічної тематики 4 монографії та більше як 300 статей. В 1994 р. Б. Л. Кашеєв та Ю. І. Волощук (разом з зав. відділом АО КУ В. Г. Кручиненко) були удостоєні премії НАН України ім. М. П. Барабашова.

проф. Ю. В. Александров

**НАУКОВА ПРОГРАМА
МІЖНАРОДНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«МЕТЕОРНІ ЧАСТКИ В АТМОСФЕРІ ЗЕМЛІ»,
присвяченої 50-річчю підготовки у Харкові
радіоінженерів**

1. ПЛЕНАРНІ ЗАСІДАННЯ

	стор.
1. КОМПЛЕКС МЕТЕОРНИХ ТІЛ З МАСАМИ БІЛЬШИМИ 10^{-5} г ПОБЛИЗУ ОРБИТИ ЗЕМЛІ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ БАГАТОРІЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ У ХАРКОВІ <i>Ю. І. Волощук</i>	12
2. ДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИ У МЕТЕОРНІЙ ЗОНІ АТМОСФЕРИ <i>Б. Л. Кащев</i>	13
3. ЗНАЧЕННЯ РАДІОМЕТЕОРНИХ КОМПЛЕКСІВ ЗВІРЕНЬ ШКАЛ ЧАСУ В ДЕРЖАВНІЙ СЛУЖБІ ЄДИНОГО ЧАСУ І ЕТАЛОННИХ ЧАСТОТ УКРАЇНИ <i>О. М. Величко</i> (<i>Держстандарт</i>), <i>О. О. Ткачук</i> (ДНВО «Метрологія»)	16
4. HIGH PRECISE TIME SCALE COMPARISON BY RADIO METEOR CHANNEL <i>B. L. Kashcheyev, Yu. A. Koval</i>	17
5. ЗІТКНЕННЯ КОМЕТИ ШУМЕЙКЕРІВ—ЛЕВІ 9 З ЮПІТЕРОМ: ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ <i>К. І. Чурюмов</i> (<i>Астрономічна обсерваторія Київського університету</i> <i>імені Тараса Шевченка</i>)	19
6. МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ АСТЕРОИДОВ КОМПЛЕКСА ТАУРИД <i>П. Б. Бабаджанов</i> (<i>Таджикистан, Институт астрофизики</i>)	20
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ <i>В. А. Нечитайленко</i> (<i>Геофизический центр</i> <i>Российской Академии Наук</i>)	20
8. ИССЛЕДОВАНИЕ СОЛНЕЧНОГО КОНТРОЛЯ ПРЕОБЛАДАЮЩЕГО ВЕТРА СРЕДНЕШИРОТНОЙ ВЕРХНЕЙ МЕЗОСФЕРЫ — НИЖНЕЙ ТЕРМОСФЕРЫ <i>Н. В. Бердунов, А. Н. Фахрутдинова</i> (<i>Россия, Казанский государственный университет</i>)	22
9. ТОМОГРАФИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОБРАБОТКЕ МЕТЕОРНОЙ УГЛОМЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ <i>В. В. Сидоров</i> (<i>Россия,</i> <i>Казанский государственный университет</i>)	23

10. ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МНОГОЧАСТОТНОГО СИГНАЛА В АППАРАТУРЕ МЕТЕОРНОЙ СВЯЗИ <i>Б. Л. Ермолаев, С. А. Новожилов, С. Н. Плужников, Е. Н. Червинский (Санкт-Петербург, Российский институт радионавигации и времени)</i>	25
11. A NOTE ON THE METEORIC HEAD ECHO OCCURRENCE <i>M. Simek (Astronomical Institute, 251 65 Ondrejov, Czech Republic)</i>	26

2. СЕКЦІЯ «МЕТЕОРНА АСТРОНОМІЯ»

1. АНАЛИЗ ВИСОТ МЕТЕОРІВ НА ОСНОВІ ОПТИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ <i>В. Г. Кручиненко (Астрономічна обсерваторія Київського університету імені Тараса Шевченка)</i>	27
2. СТРУКТУРНА ВИБІРНИСТЬ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ РАДІАНТІВ МЕТЕОРІВ <i>І. О. Милютченко</i>	28
3. ВІДНОВЛЕННЯ ДВОВИМІРНОГО РОЗПОДІЛУ ПАРАМЕТРІВ ОРБИТ ТОМОГРАФІЧНИМ МЕТОДОМ <i>А. В. Воргуль</i>	28
4. ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КЕРУЮЧОЇ ЕОМ В МЕТЕОРНІЙ РЛС З ВИСОКОЮ ЕФЕКТИВНОЮ ВІДЧУТНОСТЮ <i>В. О. Посошенко, В. А. Подоляка</i>	30
5. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПІДХІД ДО ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ЧУТЛИВОСТІ МЕТЕОРНОЇ РЛС АЛГОРИТМІЧНИМИ ЗАСОБАМИ <i>В. О. Посошенко</i>	30
6. РУЙНУВАННЯ МЕТЕОРНОГО ТІЛА В АТМОСФЕРІ ЗЕМЛІ <i>П. Ф. Лебедєв</i>	31
7. АЛГОРИТМИ ЗНАХОДЖЕННЯ ПАКЕТІВ СЛАБКІХ РАДІОМЕТЕОРНИХ ВІДБИТЬ У ШУМАХ ТА ОЦІНЮВАННЯ ЇХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ <i>В. О. Посошенко, І. Є. Риженков</i>	32
8. МОДЕЛЮВАННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ МЕТЕОРІВ <i>Р. Мойся, Ю. В. Чумак (Київський університет)</i>	33
9. ВИРІШЕННЯ ПРЯМОЇ ЗАДАЧІ РАДІОЛОКАЦІЇ МЕТЕОРІВ <i>Р. З. Гріншпун, К. Б. Штенников</i>	34
10. МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ МЕТЕОРНОГО ТІЛА В АТМОСФЕРІ ЗЕМЛІ <i>Р. З. Гріншпун, П. Ф. Лебедєв</i>	35
11. LEONID METEOR STREAM ACTIVITY OVER THE LAST 30-YEARS FROM RADAR OBSERVATIONS <i>M. Simek (Astronomical Institute, Czech Academy of Sciences, 251 65 Ondrejov, Czech Republic), P. Brown, J. Jones (Department of Physics, University of Western Ontario, London, Ontario, N6A 3K7, Canada)</i>	36
12. THE WAY OF OBTAINING BETTER SIGNAL FROM METEOR RADAR <i>P. Pridal (Astronomical Institute, 251 65 Ondrejov, Czech Republic)</i>	36

13. ПОДРІБНЕННЯ КОМЕТИ ЛІЛЛІЕР 1988 V ТА МОЖЛИВІ МЕТЕОРНІ ПОТОКИ Ю. М. Горбанєв (Одеська Астрономічна обсерваторія)	37
14. ФИЗИКО-КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТЕОРОИДОВ В ПОТОКАХ И АССОЦИАЦИЯХ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ НАБЛЮДЕНИЙ В ДУШАНБЕ М. Нарзиев (Таджикистан, Институт астрофизики)	38
15. ІМОВІРНІСТЬ ЗІТКНЕННЯ З ЗЕМЛЮЮ МЕТЕОРОЇДІВ РІЗНИХ МАС В. Г. Кручиненко (Астрономічна обсерваторія Київського університету імені Тараса Шевченка)	38
16. ЦИФРОВА ФОТОМЕТРИЧНА ОБРОБКА ТЕЛЕВІЗІЙНИХ ЗОБРАЖЕНЬ МЕТЕОРИВ ТА КОМЕТ П. М. Козак, О. О. Рожило (Астрономічна обсерваторія Київського університету імені Тараса Шевченка)	39
17. THE DETECTION POSSIBILITY OF THE INTERSTELLAR METEOROIDS Anatoly M. Kazantsev (Astr. Obs. Kyiv Taras Shevchenko Univers.)	40

3. СЕКЦІЯ «РАДІОМЕТЕОРНИЙ МЕТОД ЗВІРЕННЯ ШКАЛ ЕТАЛОНІВ ЧАСУ»

1. СУЧАСНІ МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ЗВІРЕННЯ ЕТАЛОНІВ ЧАСУ І ЧАСТОТИ О. О. Ткачук (ФНВО «Метрологія»)	41
② СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РАДІОМЕТЕОРНОГО МЕТОДУ ЗВІРЕННЯ ШКАЛ ЧАСУ Б. Л. Кащєєв, Ю. О. Коваль, Б. І. Макаренко	42 ✓
③ ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ АПАРАТУРНИХ ПОХИБОК МЕТЕОРНИХ КОМПЛЕКСІВ ЗВІРЕННЯ ШКАЛ ЧАСУ Ю. О. Коваль, С. Г. Кундюков, А. А. Пугач	45 ✓
4. ПРО ДЕЯКІ ДЖЕРЕЛА ПОХИБОК ЗВІРЕННЯ ШКАЛ ЧАСУ У МЕТЕОРНОМУ РАДІОКАНАЛІ ТА ЗАХОДАХ ПО ЗНИЖЕННЮ ЇХ КОЕФІЦІЕНТІВ ВПЛИВУ Г. В. Нестеренко	46
⑤ АНАЛІЗ ФАЗОВОЇ СТАБІЛЬНОСТІ МЕТЕОРНОГО РАДІОКАНАЛУ ЗВІРЕННЯ ШКАЛ ЕТАЛОНІВ ЧАСУ Б. Л. Кащєєв, Б. С. Дудник, Ю. О. Коваль, Ю. О. Леман, В. В. Бавикіна, В. П. Мойсєєв, С. Ф. Семенов	46 ✓
✓ 6. ДОСЛІДЖЕННЯ СТАБІЛЬНИХ ПРОЦЕДУР ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ МЕТЕОРНОГО ЗВІРЕННЯ ШКАЛ ЧАСУ В. В. Бавикіна, О. Л. Трощін	47
7. АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА ЗБОРУ ТА ОБРОБКИ РАДІОМЕТЕОРНОЇ ІНФОРМАЦІЇ НА ЕОМ ТИПА РС Ю. О. Леман, О. Л. Татарєць	48
8. ПЕРЕДАВАЧ АПАРАТУРИ «МЕТКА-11» Б. С. Дудник	49

9. ВИКОРИСТАННЯ СИГНАЛІВ З ФАЗОВОЮ МОДУЛЯЦІЄЮ В РАДІОМЕТЕОРНИХ СИСТЕМАХ ЗВ'ЯЗКУ ТА ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ С. Г. Кундюков	51
10. ДИСПЕРСНА БАГАТОПРОМЕНЕВІСТЬ У МЕТЕОРНОМУ РАДІОКАНАЛІ СИНХРОНІЗАЦІЇ ЕТАЛОНІВ ЧАСУ А. А. Пузач	52
11. SHF AND EHF RANGES INCLUDING SPECTRA NEAR CARRIER STABLE AND HIGH-STABLE VARIATIONS SOURCES FREQUENCY CHARACTERISTICS MEASUREMENT ACCURACY PROBLEMS A. S. Kleyman (SSIA «Metrology»)	53

4. СЕКЦІЯ «МЕТЕОРНИЙ КАНАЛ РАДІОЗВ'ЯЗКУ»

1. THE INVESTIGATION OF THE METEOR BURST PROPOGATION AT THE SHORT DISTANCES Ivan E. Antipov	54
2. ПОСДНАНА СИСТЕМА МЕТЕОРНОГО ТА ЛОКАЛЬНОГО УКХ ЗВ'ЯЗКУ І. Е. Антипов, Б. Г. Бондарь	55
3. МОДЕЛИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ МЕТЕОРНОЙ РАДИОСВЯЗИ НА КОРОТКИХ МЕТЕОРНЫХ РАДИОЛИНИЯХ А. В. Карпов, А. В. Наумов, С. Н. Терешин (Россия, Казанский государственный университет)	56
4. ПРО МАКСИМІЗУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ РАДІОМЕТЕОРНОГО КАНАЛУ Г. В. Нестеренко, В. І. Горбач	57
5. ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ РЕЖИМУ РАДІОМЕТЕОРНОГО ЗВ'ЯЗКУ В АПАРАТУРІ ЗВ'ЯЗКУ ШКАЛ ЕТАЛОНІВ ЧАСУ «МЕТКА-11» В. І. Горбач, М. В. Коломіць, М. О. Третьак	57
6. МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ПЕРЕДАВАННЯ ПОВІДОМЛЕНЬ ПО МЕТЕОРНОМУ КАНАЛУ РАДІОЗВ'ЯЗКУ В. І. Горбач, М. В. Коломіць, М. О. Третьак	58
7. ОЦНКА СЕРЕДНЬОЇ ПЕРЕПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ АПАРАТУРИ М-11 У РЕЖИМІ МЕТЕОРНОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ В. І. Горбач	59

5. СЕКЦІЯ «ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИРКУЛЯЦІЇ АТМОСФЕРИ БЕЗКОНТАКТНИМ МЕТОДОМ»

1. ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА СТРУКТУРА ВНУТРІШНІХ ГРАВІТАЦІЙНИХ ХВИЛЬ В ОБЛАСТІ МЕЗОПАУЗИ — НИЖНІЙ ТЕРМОСФЕРИ ПО РАДІОЛОКАЦІЇ МЕТЕОРІВ А. М. Олейников	60
--	----

2. THE QUASI 2-DAY OSCILLATION IN THE MESOPAUSE/LOWER THERMOSPHERE REGION <i>Christoph Jacobi (Institute for Meteorology, University of Leipzig, D-04103 Leipzig, Germany)</i>	62 ✓
3. ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ МЕЗОСФЕРИ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЇ РЕЗОНАНСНОЇ ЛОКАЦІЇ ДОМІШОК МЕТЕОРНОГО ПОХОДЖЕННЯ <i>М. Ф. Лагутін</i>	63
4. ОЦІНКА ДЕЯКИХ ПАРАМЕТРІВ ТУРБУЛЕНТНИХ ПРОЦЕСІВ ЗА ДАНИМИ АЕРОЛОГІЧНОГО РАДІОЗОНДУ І СТ РЛС <i>О. А. Соляник, В. М. Олейников</i>	64
5. МЕТОДИЧНІ ПИТАННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ АНТЕННОЇ СИСТЕМИ НА ТОЧНОСТНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШВИДКОСТІ ВІТРУ, ШО ВИМІРЮЄТЬСЯ, ДОПЛЕРОВСЬКОЇ СТ РЛС <i>О. А. Соляник</i>	65
6. ОСОБЛИВОСТІ ПРОФІЛЕЙ ШВИДКОСТІ ВІТРУ, ШО СПОСТЕРІГАЮТЬСЯ НА СТРАТОСФЕРНО-ТРОПОСФЕРНІЙ РАДІОЛОКАЦІЙНІЙ СТАНЦІЇ <i>В. М. Олейников, О. А. Соляник</i>	66
7. ВИСОТНА ЗАЛЕЖНІСТЬ ПОЛЯРИЗАЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ СИГНАЛІВ, РОЗСІЯНИХ У ТРОПОСФЕРІ (за даними зондування на СТ РЛС) <i>О. А. Соляник</i>	66
8. АЛГОРИТМИ ТА АПАРАТНІ ЗАСОБИ ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ В АТМОСФЕРНІЙ РЛС ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗОНДУВАННЯ <i>О. Г. Карабанов</i>	67
9. СЕЗОННІ ВАРІАЦІЇ ПЕРЕВАЖАЮЧИХ ТА РЕГУЛЯРНИХ РУХІВ АТМОСФЕРИ НА ВИСОТАХ 80—100 КМ (ЗА РАДІОЛОКАЦІЄЮ МЕТЕОРІВ) <i>А. М. Олейников</i>	68
10. АТМОСФЕРНА РАДІОЛОКАЦІЙНА СТАНЦІЯ ПОГРАНИЧНОГО ШАРУ <i>Б. Л. Кащев, В. М. Олейников, О. А. Соляник, Л. П. Татарець, А. М. Олейников, О. Г. Карабанов</i>	70
11. АНАЛІЗ БАГАТОШКАЛЬНОЇ ФАЗОВОЇ СИСТЕМИ КУТОМІРНОЇ МЕТЕОРНОЇ РЛС <i>В. В. Жуков, В. А. Шевчук</i>	71

1. ПЛЕНАРНІ ЗАСІДАННЯ

**КОМПЛЕКС МЕТЕОРНИХ ТІЛ З МАСАМИ БІЛЬШИМИ 10^{-5} г
ПОВЛИЗУ ОРБИТИ ЗЕМЛІ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ
БАГАТОРІЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ У ХАРКОВІ**

Ю. І. Волощук

Україна, Харківський державний технічний університет радіоелектроніки

У 1972—1978 рр. у Харківському технічному університеті радіоелектроніки на метеорній автоматичній радіолокаційній системі (МАРС) було отримано більш як 200 тис. орбіт індивідуальних метеорів, з яких після ретельної перевірки відібрано близько 160 тис. надійних. Аналіз та опрацювання цього унікального за об'ємом та якістю банку орбіт, а також результатів багаторічних вимірювань чисельності радіометеорів на статистичному аналізаторі, що є підсистемою МАРС, дали змогу вирішити, зокрема, такі фундаментальні задачі метеорної астрономії:

1. Отримання розподілу щільності радіантів метеороїдів по небесній сфері та оцінки допливу метеороїдів з масою більшою за 10^{-6} г (за результатами вимірювань чисельності радіометеорів). Для розв'язання цієї задачі використано метод імітаційного моделювання.

2. Розробка методики і пакету прикладних програм для виділення потоків метеороїдів з виборок великого об'єму. Методика базується на відомому алгоритмі кластер-аналізу ФОРЕЛЬ, використовує як міру відстані між орбітами в просторі елементів орбіт D-критерій Саутворта—Хокінса та найзагальніші підходи до аналізу даних — випадковий перебір центрів кластерів (середніх орбіт гіпотетичних потоків), розрахунок на кожному етапі пошуку кількох варіантів таксономії, багатокрокову процедуру відсіювання випадкових угруповань орбіт. З виборки 159 787 орбіт радіометеорів виділено більше 5 тис. метеорних потоків.

3. Виконання статистичного аналізу виборок спорадичних та поточкових метеороїдів, що дало змогу виявити основні відмінності в багатовимірних розподілах елементів орбіт спорадичних та поточкових метеорних тіл. Показано, що хоча чисельність поточкових метеорів у 1.5 рази перевищує чисельність спорадичних, щільність потоку метеороїдів, що належать потокам, утричі нижча щільності потоку спорадичних метеороїдів.

4. На основі аналізу елементів та квазіпостійних параметрів орбіт отримано оцінки внеску астероїдів груп Аполлона, Атона (AAA-астероїди), поясу астероїдів, коротко- та довгоперіодичних комет у комплексі поточкових і спорадичних метеорних тіл. Для цього використано як формальні критерії, так і методи багатовимірного класифікування за наявності навчаючих виборок (дискримінантний аналіз) та класифікація, що базується на критерії відношення правдоподібності, у випадку, коли поширеність класів відома. Показано, що серед поточкових метеороїдів з масою більшою за 10^{-3} г, що перетинають сферу радіусом 1 а. о. навколо Сонця, 72 % є продуктом дезінтегрування AAA-астероїдів, 3 % походять від астероїдів поясу, 19 % є продуктом дезінтегрування ядер короткоперіодичних та 6 % — довгоперіодичних комет. Для спорадичних метеороїдів відповідні оцінки складають 32, 4, 7 і 57 %. Отже, серед поточкових метеороїдів 75 % мають астероїдне походження (72 % AAA-астероїди), серед спорадичних — 37 % астероїдного походження (32 % AAA-астероїди).

ДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИ В МЕТЕОРНІЙ ЗОНІ АТМОСФЕРИ

Б. Л. Кашеєв

*Україна, Харківський державний технічний
університет радіоелектроніки*

Перші спроби радіолокації метеорних слідів з метою визначення їх дрейфу були виконані у п'ятидесятих роках англійськими та австралійськими дослідниками. Безперечна перевага радіометеорного методу вивчення циркуляції атмосфери відразу привернула до нього широку увагу. Координовані дослідження динамічних процесів у метеорній зоні атмосфери Землі почалися у 1957 році в рамках Міжнародного геофізичного року (МГР). У наукову програ-

му МГР було включено спостереження дрейфу метеорних слідів за допомогою радіометоду (метод D2). В період МГР у Харкові вперше в СРСР була введена в дію апаратура для вимірювання швидкості дрейфу метеорного сліду і одержані перші результати відносно переважного вітру та атмосферних припливів в області мезопаузи—нижньої термосфери. Було встановлено, що у переважному вітрі на середніх широтах домінує зональний компонент швидкості вітру, що спрямований із заходу на схід. Разом з зональним перенесенням спостерігаються меридіональні, інтенсивність яких у 1,5—2 рази нижче зональних. Тоді ж були оцінені амплітуди і фази добового та півдобового припливів в метеорній зоні. Була виявлена стійкість фази півдобового припливу та переважання його амплітуди над амплітудою добового припливу, визначено деякі характеристики нерегулярних рухів.

Перші дослідження циркуляції атмосфери із залученням радіометеорного методу за міжнародними геофізичними програмами (МГР, МГС, МГСС, МГАС) дозволили одержати загальне уявлення про динамічні процеси, що відбуваються в атмосфері Землі на висоті 80—100 км, виявили великі потенціальні можливості радіометеорного методу та визначили задачі подальшого розвитку метеорної геофізики.

Однією з головних задач стала розробка автоматизованих метеорних РЛС з використанням багатопробеневих пошукових методів зондування атмосфери і висотомірних метеорних РЛС, що різко підвищують інформативність радіометеорного методу. У зв'язку з глобальністю процесів циркуляції в атмосфері Землі виникла потреба спорудження мережі станцій для визначення параметрів динамічних процесів та їх варіацій з широтою, довготою, висотою та часом.

Розміщення метеорних РЛС по земній кулі, що історично склалося в середині шестидесятих років, було дуже неравномірним. У південній півкулі була всього одна станція, повністю не було пунктів спостереження на екваторі.

Важливим етапом у розвитку метеорної геофізики стала Радянська екваторіальна метеорна експедиція РЕМЕ 1968—1970 рр. Синхронні вимірювання, що були проведені одночасно на екваторі та на середніх широтах, дозволили одержати унікальні дані про динаміку метеорної зони атмосфери, основними з яких є:
— на екваторі зональна складова швидкості вітру практично протягом всього року спрямована на захід, відсутній весняний реверс напрямків, що спостерігається на середніх широтах;

- вперше були виявлені квазідобові компоненти швидкості вітру на висоті 80—105 км, інтенсивність яких на екваторі значно вища, ніж на середніх широтах;
- амплітуда добового припливу на екваторі більша півдобової; на середніх широтах — навпаки;
- зменшення середнемісячних значень амплітуди півдобового припливу в осінні місяці на екваторі відсутні;
- вектор амплітуди півдобового припливу на середніх широтах, як правило, обертається за годинниковою стрілкою; на екваторі це явище не відмічалось.

Якісним кроком у дослідженні динаміки метеорної зони стало створення автоматичних метеорних РЛС, що забезпечують високо-точне визначення координат області метеорного сліду, який відбиває радіохвилі. З'явилася можливість досліджувати тонку структуру вітрових рухів у метеорній зоні.

Багаторічні дослідження дозволили встановити висотну структуру весняного реверсу зональної циркуляції, який починає з'являтися у верхній частині метеорної зони у лютому—березні і, переміщуючись вниз, існує у нижній області метеорної зони аж до серпня. Встановлено, що амплітуда річної гармоніки зональної швидкості вітру переважає піврічну у нижній області метеорної зони. Фаза річної гармоніки має різкий стрибок у районі висот 86—90 км, що вказує на протифазні зміни річних коливань зональної компоненти переважного вітру у верхній і нижній областях метеорної зони.

Досліджено сезонні варіації висотної структури півдобового та добового припливів, визначено вертикальні довжини хвиль. Встановлено, що квазідобові коливання швидкості вітру охоплюють усю товщу метеорної зони і досягають максимуму у липні—серпні.

Досліджено нерегулярні рухи в метеорній зоні, що мають на цих висотах енергію, яка порівнюється із сумою енергій середньої циркуляції, планетарних та припливних хвиль. Визначено енергетичні, часові та просторові параметри внутрішніх гравітаційних хвиль (ВГХ), їх висотну структуру та сезонні варіації. Одержано експериментальні підтвердження теоретичних припущень, що ВГХ на висотах метеорної зони гальмують зональний потік, що сприяє меридіональній циркуляції.

Одержані в Харкові експериментальні дані про динамічний режим метеорної зони лягли в основу різних моделей циркуляції середньої атмосфери.

ЗНАЧЕННЯ РАДІОМЕТЕОРНИХ КОМПЛЕКСІВ ЗВІРЕНЬ ШКАЛ ЧАСУ В ДЕРЖАВНІЙ СЛУЖБІ ЄДИНОГО ЧАСУ І ЕТАЛОННИХ ЧАСТОТ УКРАЇНИ

О. М. Величко
Україна, Держстандарт

О. О. Ткачук
Україна, ДНВО «Метрологія»

Вимірювання часу і частоти є найбільш поширеними і точними з усіх видів вимірювань, що використовуються у виробництві, наукових дослідженнях та військової техніці. Практично в усіх розвинених країнах існують державні установи, що займаються питаннями забезпечення єдності вимірювань часу і частоти та забезпеченням споживачів еталонними сигналами часу і частоти. В колишньому СРСР існувала, а зараз існує в Росії, Державна служба єдиного часу та еталонних частот (ДСЧЧ), яка вирішує ці задачі.

Враховуючи важливість для економічного розвитку країни високоточної частотно-часової інформації, Кабінет Міністрів України затвердив в 1995 році державну програму «Створення і розвиток Державної служби єдиного часу і еталонних частот» на 1995—1999 роки. Основою для вимірювання часу і частоти в Україні повинні бути одиниці і шкали часу, що відтворюються, зберігаються та передаються ДСЧЧ.

Україна має необхідний науковий і технічний потенціал для створення сучасної ДСЧЧ. Концепція програми враховує стан економіки України та визначається такими основними положеннями:

- створення єдиної ДСЧЧ, яка задовольнить потреби усіх споживачів;
- максимальне використання існуючих в Україні науково-технічних комплексів, систем і засобів;
- використання результатів міжнародної співпраці і технічних систем інших країн на основі норм міжнародного співробітництва.

У виконанні програми беруть участь багато організацій та підприємств різних відомств. Державним замовником та керуючим органом програми затверджено Держстандарт України. В межах програми мають бути створені сучасна науково-технічна база й оптимальна організаційна структура Державної служби єдиного часу і еталонних частот.

Створення та розвиток системи формування національної шка-

ли часу України на базі державного первинного та вторинних еталонів часу і частоти є одним з найважливіших проектів державної програми. Однією з основних складових частин технічного забезпечення системи формування національної шкали часу є високоточна автоматизована апаратура звірень шкал часу еталонів за допомогою радіометеорного каналу. Незважаючи на позитивні якості глобальних космічних радіонавігаційних систем та широке використання їх сигналів для звірень шкал часу різних об'єктів, радіометеорний метод звірень еталонів часу і частоти має для України дуже важливе значення як відносно простий, високоточний і незалежний метод.

Радіометеорні комплекси апаратури вже багато років успішно використовуються в Україні та Росії для звірень шкал часу. Досягнута похибка вимірювань складає близько 20 нс. Завданнями державної програми передбачено з метою зниження похибок звірень до 10 нс і менше: модернізація існуючих в Харкові, Києві та Ужгороді радіометеорних систем звірень еталонів часу і частоти, розробка методів і засобів їх метрологічного забезпечення та розробка нової високоточної автоматизованої апаратури звірення шкал часу за допомогою радіометеорного каналу. Ці роботи виконуються фахівцями Проблемної лабораторії радіотехніки ХТУРЕ спільно з фахівцями метрологічних організацій Держстандарту України.

Створення Державної служби єдиного часу і еталонних частот України має важливе значення для вирішення соціальних, економічних, технічних та наукових проблем.

HIGH PRECISE TIME SCALE COMPARISON BY RADIO METEOR CHANNEL

B. L. Kashcheyev, Yu. A. Koval
Kharkiv State Technical University of Radioelectronics

The radio meteor method of time scale comparison (RMC) is based on a high stability and reversibility of signal delay in the meteor channel. The channel is characterized by the following advantages: broadband performance, stability to ionospheric disturbances, capability to operation at any time of day and year. The RMC is superior

to all known methods including the GPS and GLONASS not only in accuracy but in such characteristics as efficiency, self-sufficiency operativeness and productivity of measurements.

The RMC limiting errors are defined by instability and irreciprocity of signal delay in the channel and according to the modern estimates amount to: no less than 1 ns when measured by the signal envelope and no less than 0.1 ns in the case of phase measurements on the carrier frequency. The relativistic effects contribution to the RMC errors is insignificant for the small extend routes and it can be taken into account for limiting routes. That is why the errors of the modern radio meteor complexes of comparison (RMCC) are defined only by design.

The problem of equipment errors decreasing and controlling remains to be complicated and actual. A new source of such errors connected with irreversibility of delays in antenna sections was detected. Efficient means of equipment errors control with high stable digital radio simulator application were offered and tested.

The errors of the most commonly used RMCC «Metca-6» is 20...30 ns, this complex is applied in the operating comparison system for primary standards of Ukraine and Russia [1]. In 1993 the standard (Kytv) was included as a component into the system. The RMCCs with errors less than 10 ns [2] were constructed and tested. The results of investigations and experience of the RMCC development show that the RMCC possibilities are far from been exhausted [3]. The most prospective directions of studies in RMC are application of phase principles of equipment design and widening of the RMCC functional capabilities: date transmission; comparison's calibration of the basic of the GPS, GLONASS, satellite and television channels; comparison within the line of sight; measurement of frequency primary standards short-term instabilities; tracking with communications satellites for carrying out comparisons.

References

- [1] S. B. Pushkin, B. L. Kashcheyev, Yu. A. Koval, S. F. Semenov, *Izmeritelnaya Tekhnika*, 4, pp. 22—24, 1989.
- [2] B. L. Kashcheyev, B. S. Dudnic, Yu. A. Koval, S. F. Semenov, *Izmeritelnaya Tekhnika*, 12, pp. 31—32, 1992.
- [3] B. L. Kashcheyev, Yu. A. Koval, B. S. Dudnic, V. V. Sidorov, *Izmeritelnaya Tekhnika*, 10, pp. 26—28, 1992.

ЗІТКНЕННЯ КОМЕТИ ШУМЕЙКЕРІВ—ЛЕВІ 9 З ЮПІТЕРОМ: ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ

К. І. Чурюмов

Астрономічна обсерваторія Київського університету

16—24 липня 1994 р. відбулася унікальна астрономічна подія у Сонячній системі — лобове зіткнення 25 вторинних ядер комети Шумейкерів—Леві 9 з Юпітером (безпосередньо перед падінням на планету вторинних ядер залишилося 20). Принаймні з моменту перших телескопічних спостережень Юпітера Г. Галілеєм у 1610 р. такого ланцюжка темних плям, що тимчасово з'явилися та контрастно виділялися на світлому фоні зовнішніх шарів атмосфери Юпітера та були краще видимі в невеличкі телескопи, ніж знаменита Велика Червона Пляма, ніколи ще не спостерігалось. Спостереження за кометою до її падіння на Юпітер велися як з наземних обсерваторій, так і з допомогою космічного телескопу Хаббла та з борту міжпланетної космічної станції «Галілей». При зіткненні вторинних ядер комети ШЛ—9 з атмосферою Юпітера в ній утворилися файєрболи, які потім еволюціонували в плями (викиди кометної та планетної речовини над атмосферою Юпітера) та плями. Речовина плям, що являла собою перемішану кометну та планетну матерію, поступово розплилася в атмосфері Юпітера, і контраст плям на фоні атмосфери планети зменшувався. Численні фотографічні, спектральні, ультрафіолетові, інфрачервоні та радіоастрономічні спостереження плям на широті -44° Юпітера дозволили одержати цінну інформацію про потужні енергетичні еволюційні процеси, що відбувалися в цих нових атмосферних структурах, тобто одержати нову інформацію про природу юпітеріанської атмосфери та кометних ядер. Спектральні спостереження показали, що до хімічного складу комети ШЛ—9 входили Na, Mg, Mn, Fe, Si, S, NH_3 , CO, H_2O , HCN, H_2S , CS, CS_2 , S_2 , та ін. Вперше був знайдений Li в ядрі комети. Однак, не спостерігалися типові кометні молекули C_2 , C_3 , CN, що ставить під сумнів кометну природу загадкового небесного тіла, що впало в липні 1994 р. на Юпітер. В Києві та Ватикані була зареєстрована світлова луна від супутника Io в момент падіння на нічний бік Юпітера ядра Q2. Обговорюються інші наукові результати.

МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ АСТЕРОИДОВ КОМПЛЕКСА ТАУРИД

П. Б. Бабаджанов

Таджикистан, Институт астрофизики

Эволюция орбит восьми астероидов комплекса Таурид, а именно 2101 Адониса, 2201 Ольджато, 2212 Рефеста, 4183 Куно, 4197 1982 TA, 4341 Посейдона, 4486 Митры и 5143 Геракла, была исследована методом Альфана Горячева на интервалах времени, охватывающих один цикл изменений аргументов перигелиев этих астероидов. Все эти астероиды оказались четырехкратными пересекателями орбиты Земли и поэтому, в соответствии с нашей теорией (Babadzhanov and Obrubov, 1992), если они имеют старые метеороидные рои, то каждый из этих роев может породить по четыре метеорных потока, наблюдаемых на Земле. Определены теоретические координаты геоцентрических радиантов и скоростей этих потоков. Поиск соответствующих наблюдений потоков в опубликованных каталогах показывает, что из 32 предсказанных потоков наблюдаются 27, что свидетельствует в пользу кометного происхождения астероидов комплекса Таурид.

Литература

Babadzhanov P. B. and Obrubov Yu. V.: 1992, *Astron.*, 54, 111—127 p.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В. А. Нечитайленко

Геофизический центр Российской Академии Наук

Под информационным обеспечением понимается комплекс тесно связанных средств и методов, таких как:

- информационные объекты научного исследования (данные, метаданные, информация и модели);
- объекты управления (базы данных, информационные базы или базы метаданных, базы знания);
- средства управления и доступа к данным (СУБД, СУБМД, программно-технические средства локального теле- и сетевого доступа, системы словарей/справочников данных и информационно-поисковые тезаурусы и др.).

Основные задачи информационного обеспечения геофизических исследований:

— информационное обеспечение координационно-методических работ по проектам;

— формирование дисциплинарно- и проблемно-ориентированных баз и банков данных, информационных баз и баз знаний;

— решение типовых задач планетарной геофизики в режиме локального и телеступа к ресурсам информационной системы;

— решение распределенных задач планетарной геофизики в режиме сетевого доступа к ресурсам распределенной автоматизированной информационной системы.

Политика в области сбора и международного обмена данными, как она была определена более 30 лет назад при создании системы Мировых центров данных, все более расходитя со складывающейся практикой обмена. Развитие системы МЦД, ее совершенствование и углубление ее роли в международных геофизических исследованиях в значительной мере связано с разработкой современной политики и подходов к сбору, обработке, обмену и управлению данными. Эти задачи в планетарной геофизике имеют, как правило, глобальный характер, большая часть практически одинакова, особенно для стран, покрывающих большие пространства и заинтересованных, хотя бы по этой причине, в глобальном подходе к проблеме анализа данных.

Центры данных, особенно это касается Мировых центров геофизических данных, все больше теряют свое значение как «пассивные» хранилища данных. На первый план выступает их функция организатора и/или посредника в создании информационных ресурсов и осуществлении международного обмена данными. Динамика информационных задач геофизики диктует необходимость осуществления перманентного анализа данных, особенно с целью разработки индексов данных, совместимых концептуальных моделей данных, стандартных алгоритмов преобразования данных нижних уровней в данные верхних уровней, построения и верификации моделей разного назначения. Центры должны привлекать специалистов-геофизиков к такого рода анализам, обеспечивая для этого необходимые средства доступа и работы с данными и обеспечивая поддержку этих работ консультациями специалистов по геофизической информатике.

Представляется очень важной задача определения перспективных целей развития системы центров и перспективной модели международного информационного обмена в геофизике. Пусть

некоторые из этих целей представляются сейчас далекими и труднореализуемыми, однако их определение позволит, по нашему мнению, более целенаправленно двигаться, уменьшить энтропию, порождаемую разностью целей и недостаточной координированностью действий лиц и организаций, вовлеченных в той или иной мере в международный обмен геофизическими данными.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОЛНЕЧНОГО КОНТРОЛЯ ПРЕОБЛАДАЮЩЕГО ВЕТРА СРЕДНЕШИРОТНОЙ ВЕРХНЕЙ МЕЗОСФЕРЫ—НИЖНЕЙ ТЕРМОСФЕРЫ

Н. В. Бердунов, А. Н. Фахрудинова

Россия, Казанский государственный университет

За 10-летний период 1986—1995 гг. в Казанском государственном университете (56N,49E) проведен мониторинг циркуляции в области высот верхней мезопаузы-нижней термосферы (80—110 км) радиометеорным методом с измерением высот. Получено высотновременное распределение преобладающей зональной и меридиональной циркуляции и ее годовых, полугодовых и среднегодовых изменений. Анализ результатов наблюдений преобладающей зональной циркуляции позволил выявить 27-суточные периодичности, которые обнаруживают когерентность с вариациями солнечной активности, с увеличением корреляции в период ее максимума. Исследование долгопериодных изменений преобладающего зонального ветра позволило установить зависимость вариаций амплитуд годовой, полугодовой волны и среднегодовых значений от уровня солнечной активности, проявляющегося в числах Вольфа.

Полученная общая картина высотного распределения солнечного фактора позволяет разделить исследуемую область 80—110 км на две подобласти 80—100 км и 100—110 км, отличные по характеру реакции на изменение солнечной активности. Внизу первой области на высоте 80 км наблюдается наиболее выраженная зависимость полугодовой волны, наверху на высоте 100 км — годовой волны от состояния солнечной активности. Это проявляется в увеличении амплитуды годовой и полугодовой волны на этих высотах в период максимума солнечной активности. Во второй области 100—110 км происходит резкое уменьшение зависимости от солнечной активности для полугодовой и годовой составляющей.

По результатам анализа предложена модель зависимости дол-

временных изменений преобладающей зональной циркуляции от изменения солнечной активности, описывающая высотные вариации для области 80—110 км. Для годовой и полугодовой компоненты меридиональной циркуляции наблюдаются незначительные вариации амплитуды в период изменения солнечной активности. В отличие от годовой и полугодовой волны, высотные распределения среднегодовых значений имеют отличный характер в период максимума и минимума солнечной активности.

ТОМОГРАФИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОБРАБОТКЕ МЕТЕОРНОЙ УГЛОМЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ

В. В. Сидоров

Россия, Казанский государственный университет

Работы в области радиолокационной томографии распределения радиантов метеоров ведутся в Казанском государственном университете с 1991 г. Этот метод был разработан для интерпретации метеорных данных, накопленных в результате непрерывных наблюдений на мощном радаре Казанского университета с 1986 г.

Томографический метод опирается на угломерную информацию о метеорных отражениях и позволяет использовать точность угломера метеорного радара для построения карт распределения радиантов метеоров с высокой разрешающей способностью как по угловым координатам, так и по времени. Обнаружена высокая неравномерность в распределении радиантов и повторяемость многих деталей этих распределений от года к году. Экстремумы на томографической карте распределения радиантов естественно было трактовать, как метеорные потоки и микропотоки, а минимумы или участки почти полного отсутствия радиантов, как свидетельство сравнительно малого вклада собственно спорадических метеоров.

Для проверки достоверности получаемых данных сравнивались экспериментальные результаты двух одноименных месяцев наблюдений за несколько лет. Повторяющиеся год от года экстремумы отождествлялись с известными метеорными потоками. Были выделены все известные метеорные потоки, действовавшие в изученном интервале, а также все микропотоки и ассоциации из каталога Лебединца. Изучение разрешающей способности метода и техники

показало, что техника обеспечивает точность $1-2^\circ$, а возможности метода ограничены размерностью решаемой за разумное время системы уравнений и статистической обеспеченностью измерений.

Разработан метод, позволяющий решать задачу в два этапа. На первом этапе решается томографическая задача для всей небесной полусферы с разрешением 10° на 10° . На втором этапе томографическая задача решается для участков размерами 30° на 30° , достаточно хорошо обеспеченных измерениями, с разрешением $1-2^\circ$. Результаты выполненных исследований показали, что радианты большинства метеоров на исследованных участках небесной сферы концентрируются на угловых площадях с небольшими угловыми размерами ($1-2^\circ$). Обнаружены участки небесной сферы, на которых радианты метеоров практически не наблюдаются. Разработан метод оценки наиболее вероятных скоростей, отождествляемых с экстремумами томографической карты и построены двумерные карты распределения радиантов и скоростей метеоров по небесной сфере для полного годового цикла, которые можно использовать в качестве астрономической основы для прикладного прогнозирования метеорной активности в интересах метеорной безопасности для людей и оборудования в космосе и прогнозирования условий метеорного распространения. Установлено, что кроме известных концентраций метеорных частиц в плоскости эклиптики и перпендикулярно ей, существуют еще несколько плоскостей преобладающей концентрации под разными углами к плоскости эклиптики. Детальное строение этих структур предстоит еще выяснить.

В основе разработанного варианта томографического анализа лежит представление о гладкости распределения радиантов по небесной сфере, однако результаты свидетельствуют скорее о дискретной структуре распределения. Поиск дискретного решения является основной задачей на ближайшее будущее.

Литература

1. Белькович О.И., Сидоров В.В., Филимонова Т.К. Вычисление распределения метеорных радиантов по наблюдениям на одной радиолокационной станции с угломером // Астрон. вестник. — 1991. — Т. 25, N 2. — С. 225—232.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МНОГОЧАСТОТНОГО СИГНАЛА В АППАРАТУРЕ МЕТЕОРНОЙ СВЯЗИ

Б. Л. Ермолаев, С. А. Новожилов,
С. Н. Плужников, Е. Н. Червинский

Санкт-Петербург, Российский институт радионавигации и времени

В современных связанных системах широкое распространение получила многопозиционная частотная телеграфия. В докладе рассмотрены возможности применения многочастотного сигнала в метеорном канале связи. Сравнительный анализ характеристик метеорного радиоканала при различных видах модуляции показывает, что при использовании многочастотного сигнала возможно достижение приемлемой скорости передачи информации при сравнительно малой вероятности ошибки. Помимо высокой информативности передаваемых сообщений, рассматриваемый ансамбль ортогональных сигналов обладает рядом преимуществ перед другими сигналами. Так, компактность спектра позволяет разместить в отведенном диапазоне частот большее количество независимых абонентов, а также упростить решение вопросов электромагнитной совместимости с другими радиотехническими средствами.

Обработка принимаемых сигналов производится с помощью быстрого преобразования Фурье (БПФ). При этом могут быть использованы опорные генераторы с кратковременной нестабильностью 10^{-6} — 10^{-7} . Программная обработка допускает возможность адаптации к каналу путем изменения количества частот в сигнале, введения дополнительной фазовой манипуляции.

Скоростные возможности отечественных однокристалльных микропроцессоров КР1810, КР1834 при восьмиточечном БПФ и длительности элементарной посылки 500 мкс обеспечивают техническую скорость передачи информации 6 кбит/с.

Формирование многочастотных сигналов с непрерывной фазой и частот гетеродинов осуществляется методами цифрового синтеза с последующим использованием современных перепрограммируемых запоминающих устройств большой емкости и быстродействия, позволяет выполнить синтезатор в малом объеме.

Применение БПФ не требует высокоточной фазовой синхронизации при анализе сообщений. Тактовая синхронизация осуществляется путем измерения разности фаз колебаний двух смежных центральных частот, передаваемых в синхросигнале преамбулы, и автоматической коррекции временного положения опорного сигнала.

Моделирование режимов работы аппаратуры метеорной связи и лабораторные испытания показали хорошее соответствие расчетных и полученных характеристик реализованных устройств. Испытания в метеорном канале на двух трассах позволили оценить с помощью разработанных экспериментальных образцов энергетические показатели конкретных метеорных трасс, произвести анализ частотных, амплитудных и фазо-временных зависимостей отраженных сигналов, а также сделать предварительные оценки помехоустойчивости. Сделан вывод о необходимости продолжения работ в данном направлении.

A NOTE ON THE METEORIC HEAD
ECHO OCCURRENCE

M. Šimek

*Astronomical Institute, 251 65 Ondřejov,
Czech Republic*

The paper is made from the observational viewpoint of meteoric head echo statistics based on the Perseid observations carried out by the high-power meteor radar at The Springhill Meteor Observatory in the period 1957-1982. Total number of 1945 head echoes was recorded during 271 hours covering central part of the Perseid activity in the range of solar longitudes $139.5^\circ \leq L_\odot \leq 140.10^\circ$ (eq. 2000.0).

Rate of their occurrence shows the irregular diurnal variation with the minimum near upper culmination of the shower radiant. The ratio of head echo numbers to overdense echo rate having duration $T \geq 1$ s varies from 2.1 % at $17^h 30^m$ Local Time to about 5.0 % at 22^h LT. The attention was paid also to the delay of a secondary echo appearing after the head echo. Its diurnal variation culminates at $5^h 30^m$ LT coinciding with lower culmination of Perseid radiant when the mean delay represents some 2.5 s while its minimum value of 0.05 s fits with the upper culmination at $17^h 30^m$ LT.

2. СЕКЦІЯ «МЕТЕОРНА АСТРОНОМІЯ»

АНАЛІЗ ВИСОТ МЕТЕОРІВ НА ОСНОВІ ОПТИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

В. Г. Кручиненко

Астрономічна обсерваторія Київського університету імені Тараса Шевченка

Висоти початку інтенсивного руйнування (випаровування) метеороїдів залежать не лише від швидкості входження їх в земну атмосферу, а й від густини, хімічного складу та структурних характеристик тіл. Визначення цих висот ґрунтується на теоретичних моделях і дає важливу інформацію про природу метеорної речовини в Сонячній системі. Зі спостережень отримують висоти появи метеорів, що в значній мірі визначаються параметрами реєструючої апаратури.

У роботі показано, що висоти появи слабких метеорів, які зареєстровані телевізійною апаратурою і фотографічними камерами Супер—Шмідт, практично співпадають між собою і приблизно дорівнюють висотам початку інтенсивного руйнування. Але ці висоти більші теоретичних висот початку інтенсивного руйнування монолітних кам'яних (чи залізних) метеорних тіл.

Показано також, що висоти появи яскравих метеорів, отриманих зі спостережень так званими «малими» фотографічними камерами у Києві, Одесі та Душанбе, перевищують висоти початку інтенсивного руйнування на 6—7 км.

Отримані результати впливають як із порівняння висот появи яскравих фотографічних метеорів зі слабкими телевізійними та фотографічними, так і з теоретичного аналізу початкової ділянки кривої блиску.

Висоти початку інтенсивного руйнування значної частини метеороїдів можна пояснити, якщо прийняти або давно відому модель порохняного метеороїда типу «dustball», або використати гіпотезу про CHON-частинки. Зробити вибір між двома наведеними гіпотезами зараз немає достатніх підстав. Результати паралельних спектральних і телевізійних спостережень метеорів могли б прояснити цю проблему.

СТРУКТУРНА ВИБІРНИСТЬ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ РАДІАНТІВ МЕТЕОРІВ

І. О. Милютченко

Україна, Харківський державний технічний університет радіоелектроніки

Фактори селективності радіометеорів, що застосовуються зараз (геометричний, фізичний, апаратурний, астрономічний), прийнятні, строго кажучи, для одностанційної або ідеальної багатостанційної системи. В реальній багатостанційній системі, що використовує імпульснодифракційний метод вимірювання радіантів та елементів орбіт метеорів, з'являється додатковий фактор селективності, пов'язаний з розташуванням приймальних пунктів, алгоритмом їх взаємодії, неоднаковою ефективною чутливістю основного та виносного пунктів.

Методом імітаційного моделювання одержано оцінку цього фактору, який названо структурним. Одержано одновимірні й двовимірні залежності структурного фактору у функції геліоцентричних координат для різних місяців. Здійснено оптимізацію геометричних параметрів системи по максимуму площі геліоцентричної небесної сфери, що охоплюється РЛС при обмеженнях, які обумовлені допустимою похибкою вимірювання координат радіанта та особливостями алгоритму функціонування системи. Показано, що втрати інформації через неоптимальність розташування виносних пунктів складають в середньому 10 %. Відзначено, що такі систематичні втрати не можна скомпенсувати простим збільшенням об'єму вибірки. Вони спотворюють емпіричні розподіли радіантів та швидкостей метеорів, для виправлення яких і переходу до «істинних» розподілів слід ввести додатково до існуючих структурний фактор вибірності відповідно з оцінками, що отримані.

ВІДНОВЛЕННЯ ДВОВИМІРНОГО РОЗПОДІЛУ ПАРАМЕТРІВ ОРБІТ ТОМОГРАФІЧНИМ МЕТОДОМ

А. В. Воргуль

*Україна, Харківський державний технічний
університет радіоелектроніки*

Роботу присвячено відновленню двовимірного розподілу у просторі кеплерових елементів орбіт — на площині (a, e) . Як вихідні

дані використано вибірку координат (a, e) , отриману в результаті обробки даних радіометеорних спостережень, за якою будуються емпіричні розподіли за a, e, q, Q — всього 4 одновимірних розподіли чи 4 проекції. Вихідні емпіричні розподіли вважаються такими, що збігаються зі справжніми з точністю до адитивної похибки і розглядаються як одновимірні густини імовірності.

Використаний для розв'язання задачі томографічний метод дає змогу оцінити двовимірну густину імовірності за набором одно-вимірних розподілів. При цьому для відновлення двовимірної густини імовірності достатнім є об'єм експериментальних даних, що забезпечують побудову статистично обґрунтованих оцінок одновимірних густин імовірності, що дозволяє знизити об'єм експериментальних даних, час для їх збирання, вартість і т. ін.

Одновимірні густини імовірності отримано як розв'язок задачі рівномірного наближення невідомої функції до експериментальних даних за критерієм типу Байєса. Результат наближення отримується у вигляді розкладу в ряд Фур'є за поліномами Чебишева, що забезпечує рівномірність наближення. Єдиною вимогою для шуканої одновимірної густини імовірності є її невід'ємність на скінченному інтервалі та рівність нулеві за його межами.

На відміну від традиційно розглядуваного в томографії лінійного оператора проектування у даному разі оператор нелінійний. Зокрема, нелінійним є зв'язок q чи Q з a чи e . Відомо, що й у цьому випадку за умови великого числа проекцій, заданих з високою точністю, задача відновлення розв'язується однозначно, і результат відновлення є стійким. У випадку наближено відомих проекцій отримання стійкого результату вимагає регуляризації. При цьому розв'язання буде наближеним. У випадку недостатнього числа проекцій єдиність розв'язку задачі відновлення не очевидна і вимагає обґрунтування. Тому у подальшій роботі єдиність було досліджено методом математичного моделювання.

У результаті отримано програму, що реалізує даний алгоритм відновлення двовимірної густини імовірності за вибіркою координат орбіт у площині (a, e) . Метод може бути використано для отримання сумісних густин імовірності величин різної природи за вибіркою.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КЕРУЮЧОЇ ЕОМ В МЕТЕОРНИЙ РЛС З ВИСОКОЮ ЕФЕКТИВНОЮ ЧУТЛИВІСТЮ

В. О. Посошенко, В. А. Подоляка

Україна, Харківський державний технічний університет радіоелектроніки

Специфічні особливості метеорних слідів як радіолокаційних цілей обумовлюють необхідність застосування керуючих ЕОМ в метеорних РЛС для реалізації гнучких алгоритмів обробки великих потоків сигнальної інформації.

У зв'язку з цим розглядаються проблеми організації одержання, накопичення та зберігання оцінок параметрів радіометеорних реєстрацій, а також питання документування та візуалізації великих обсягів даних на різних етапах їх обробки. При цьому широко використовується принцип паралельно-конвейерної обробки інформації та проміжного зберігання початкових масивів даних для забезпечення режиму аналізу радіометеорних реєстрацій у реальному масштабі часу.

Проаналізовано основні шляхи підвищення продуктивності апаратних та програмних засобів на прикладі вузла з'єднання приймально-реєструючого модуля метеорної РЛС з ЕОМ класу IBM PC.

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПІДХІД ДО ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ЧУТЛИВОСТІ МЕТЕОРНОЇ РЛС АЛГОРИТМІЧНИМИ ЗАСОБАМИ

В. О. Посошенко

*Україна, Харківський державний технічний
університет радіоелектроніки*

Широке освоєння космічного простору вимагає розв'язання задачі захисту довгочасних орбітальних комплексів від впливу метеорних тіл і, насамперед, від мікрометеороїдів. Тому необхідне детальне вивчення структури спорадичних і потокових метеороїдів, що характеризуються степеневим законом розподілу мас, поблизу орбіти Землі. Прямі датчикові вимірювання на КЛА дозволяють впевнено реєструвати частки з масами менше десяти нанограмів. Радіолокаційний метод — єдиний серед наземних методів спостережень, який порівнюється по чутливості із супутниковим мето-

дом, дозволяє реєструвати частки з масами до одного мікрограма. Діапазон мас від десяти нанограмів до одного мікрограма не вивчено, що робить дуже актуальною задачу підвищення ефективної чутливості метеорної РЛС.

Пропонується шукати вирішення цієї задачі в рамках чисто алгоритмічних методів. Розглядається загальний алгоритм виявлення у гаусівському шумі слабких пакетів радіометеорних відбивань і оцінки їх енергетичних параметрів. Такий алгоритм має бути оптимальним за критерієм максимуму правдоподібності. Показується можливість додетекторної обробки сигналів, що приймаються, у квадратурах з використанням швидких рекурентних процедур накопичення енергії корисних сигналів у шумах. Відзначається, що запропонований алгоритм виявлення «пакетних» сигналів працездатний в умовах негаусівських нестационарних шумів і нешумових перешкод типу зворотно-нахиленого зондування (ЗНЗ).

На основі розглянутих процедур обробки пропонується в загальному вигляді енергетичний підхід до задач виявлення корисних сигналів на фоні шумів і нешумових перешкод, заснований на накопиченні результату квазіоптимальної фільтрації опорних сигналів у квадратурах, що дозволяє розповсюдити запропоновані алгоритми для реєстрації корисних сигналів всілякої фізичної природи, що розповсюджуються у різних фізичних середовищах.

РУЙНУВАННЯ МЕТЕОРНОГО ТІЛА В АТМОСФЕРІ ЗЕМЛІ

П. Ф. Лебедев

*Україна, Харківський державний технічний
університет радіоелектроніки*

Базис класичної теорії метеорів складають праці Спарроу, Фішера, Епіка, Хоппе, Уіппла, Левіна. В її основі покладено уявлення про монолітність метеорних тіл, які при взаємодії з атмосферою Землі на молекулярному рівні зменшують свою масу внаслідок випаровування або оплавлення верхнього шару.

З фізики метеорів і метеорної астрономії за останні роки опубліковано узагальнюючі монографії В. Н. Лебединця, В. О. Бронштена, П. Б. Бабаджанова і Є. Н. Крамера; Є. Н. Крамера і І. С. Шестаки; Ю. І. Волощука, Б. Л. Кащеєва і В. Г. Кручиненка. Більшість з них, розглядаючи механізми руйнування,

стверджують, що переважним типом абляції метеорних тіл є їх подрібнення. Цьому виду руйнування присвячені чисельні дослідження і публікації, які розкривають суть теорії квазінеперервного подрібнення (КНП). Однак, сама природа «подрібнення» все ще не з'ясована.

Нами проводяться дослідження цього питання на підставі теорії резонансної взаємодії метеорних тіл з атмосферами планет. Запропонована модель взаємодії у вигляді схеми заміщення (електрична мережа — зв'язані коливальні контури) і отримані конкретні результати, які задовільно узгоджуються з даними фотометрії у питаннях початку «метеорного явища», а також з даними розрахунків густин метеорних тіл як у момент початку взаємодії, так і у процесі їх руху.

АЛГОРИТМИ ЗНАХОДЖЕННЯ ПАКЕТІВ СЛАБКИХ РАДІОМЕТОРНИХ ВІДБИТЬ У ШУМАХ ТА ОЦІНЮВАННЯ ЇХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

В. А. Посошенко, І. Є. Риженков

*Україна, Харківський державний технічний
університет радіоелектроніки*

Радіолокаційний метод спостереження метеорних явищ в атмосфері Землі — єдиний з наземних способів реєстрації часток, порівнянний за чутливістю зі супутниковим.

Відзначається, що чисто технічні заходи підвищення ефективної чутливості метеорних РЛС або економічно недоцільні, або, практично, вичерпали себе. Пропонується методика опрацювання пакетів слабких радіометеорних відбить у шумах, спрямована на створення високочутливих пристроїв знаходження таких пакетів та оцінювання їх енергетичних параметрів.

Передбачається черезперіодне накопичення енергії нешумових парціальних сигналів з одиничною базою. Показано, що поточна оцінка сумарної енергії вхідних коливань, приведена до шумів, являє собою реалізацію випадкової величини, що має або центральний, або нецентральный розподіл χ^2 . Отримано якісні характеристики синтезованого знаходжувача.

Разроблено алгоритм оцінювання енергетичних параметрів пакету радіометеорних відбить з використанням методів теорії порядкових статистик.

Розглянуто шляхи апаратурної та програмної реалізації запропонованих алгоритмів.

МОДЕЛЮВАННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ МЕТЕОРІВ

Р. Мойся,

Ю. В. Чумак

Україна, Київський національний університет ім. Т. Шевченка

Інтерпретація радіолокаційних спостережень метеорів пов'язана з рядом труднощів. Мова йде про перехід від параметрів сигналів, відбитих метеорними слідами, до параметрів метеорних тіл. При такому переході необхідно використовувати дані фізичної теорії метеорів, теорії взаємодії електромагнітних хвиль з метеорними слідами при всебічному врахуванні впливу апаратурних факторів. Оскільки питання теорії розроблені далеко не до кінця (часто використовуються альтернативні підходи), зрозуміло, що висновки, які випливають з проведених подібних експериментів, далеко не завжди збігаються.

Моделювання радіолокаційних спостережень на ЕОМ здається дуже перспективним напрямком при виборі оптимальної методики обробки результатів спостережень і використання теорій, що адекватно описують процеси, які реально протікають.

Розроблена і налагоджена програма моделювання на ЕОМ усього процесу радіолокаційних спостережень метеорів. На першому етапі імітуються геометричні умови спостережень. При цьому є можливість відтворити умови спостережень як поточкових, так і спорадичних метеорів при довільному розподілі радіантів по небесній сфері. Можуть бути заданими параметри радіолокатора, у тому числі і будь-яка форма діаграми направленості антени. На наступних етапах використовуються блоки, які містять різні варіанти фізичної теорії метеорів. Перехід до відбитих радіосигналів проводиться з використанням різних теорій відбиття, в тому числі і на базі точного розв'язку задачі розсіяння радіохвиль метеорними слідами, що одержане в Київському університеті. На виході програми одержуємо амплітуду зареєстрованого сигналу, його поляризацію та ряд інших параметрів.

В наслідок виконаного моделювання одержані статистичні характеристики радіометеорів.

ВИРІШЕННЯ ПРЯМОЇ ЗАДАЧІ РАДІОЛОКАЦІЇ МЕТЕОРІВ

Р. З. Гріншпун, К. Б. Штенников
*Україна, Харківський державний технічний
університет радіоелектроніки*

Складність задачі визначається тим, що радіолокаційний метод дозволяє по амплітуді відбитого сигналу розрахувати електронну концентрацію тільки по малій області дзеркальної точки сліду, розташування якої є випадковим і невідомим. Тому методи фізичної та астрономічної інтерпретації таких спостережень є статистичними з усіма пов'язаними з ними недоліками. Вирішення прямої задачі радіолокації дозволило б: визначити густину метеорного тіла, а звідси і його походження; оцінити механізми абляції метеороїдів під час їх розігрівання, плавлення та випаровування у щільних шарах атмосфери.

З цією метою була досліджена можливість моделювання характеристики Френеля відбитих сигналів і вперше знайдено зв'язок форми амплітудно- та фазо-часової характеристик з розташуванням дзеркальної точки на сліді. Отримано, що один й той же слід може призвести до цілковито різних амплітудно- та фазо-часових характеристик відбитого сигналу, що також пояснює різноманітність типів сигналів, що спостерігаються. Використовуючи імітаційне моделювання на ЕОМ, отримано атлас амплітудно-часових характеристик відбитого сигналу, який складається з набору більш ніж 30 характеристик, що отримані в залежності від типу подрібнення, коефіцієнту амбіполярної дифузії і розташування дзеркальної точки на метеорному сліді. Складений атлас перекриває аномалії амплітудно-часових характеристик метеорів, що спостерігаються. Використовуючи ці результати, було визначено вплив різних форм подрібнення і параметрів руху метеороїда на вигляд амплітудно-часової характеристики відбитого сигналу.

Результати проведених досліджень пропонується використовувати при поясненні спостережних фактів, що не знаходять пояснення в рамках існуючої класичної теорії метеорів.

МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ МЕТЕОРНОГО ТІЛА В АТМОСФЕРІ ЗЕМЛІ

Р. З. Гріншпун, П. Ф. Лебедєв
*Україна, Харківський державний технічний
університет радіоелектроніки*

Розвиток радіолокаційних методів спостереження іонізованих метеорних слідів в значній мірі розширив можливості дослідження метеорних явищ тому, що дозволив проводити спостереження незалежно від часу доби, метеорологічних умов і, найголовніше, на кілька порядків розширив діапазон мас метеорних тіл, що реєструються, у порівнянні з оптичними методами. Разом з тим виникла досить складна задача інтерпретації деяких результатів радіолокаційних спостережень: відхилення гальмування, одержаного за даними спостережень, від розрахованого теоретично; різниця між динамічною та фотографічною масами метеороїда; спотворення амплітудно-часових характеристик; зсув максимуму блиску до початку траєкторії.

Для фізичної інтерпретації була зроблена спроба узагальнити накопичений матеріал фоторадіолокаційних спостережень і більш повно описати їх рух в атмосфері. Була розглянута можливість описання метеорного явища диференційними рівняннями, аналогічними диференційним рівнянням, що описують процеси в послідовному електричному контурі. На цій підставі виконані розрахунки густин метеорних тіл, що наведені в каталозі Яккіа, Верніані та Брігтса, які добре узгоджуються з сучасними положеннями теорії метеорних явищ. Підтверджена гіпотеза про те, що метеорна речовина має у своєму складі три групи метеорних тіл: метеорні тіла типу «грудочки пилу» або кам'яно-порохняві; метеорні тіла типу вуглистих хондритів з підвищеним вмістом летючих домішок або кам'яно-монолітні; залізні метеорні тіла.

Результати проведених досліджень пропонується використовувати для поліпшення алгоритму обробки радіолокаційних даних в метеорній РЛС та пояснення спостережних фактів, що спотворюються при спробі розглядати їх в рамках найпростішої фізичної теорії метеорів, а також при класифікації метеорних тіл за густиною з метою визначення їх походження та взаємозв'язку.

LEONID METEOR STREAM ACTIVITY OVER THE LAST 30-YEARS FROM RADAR OBSERVATIONS

M. Šimek

Astronomical Institute, Czech Academy of Sciences, 251 65 Ondřejov, Czech Republic

P. Brown, J. Jones

Department of Physics, University of Western Ontario, London, Ontario, N6A 3K7, Canada

We present measurements of the activity levels of the Leonid stream from 1964—1995 from observations made with the Ondřejov radar and supplemented by similar data collected by the Springhill (Canada) patrol radar. From these data, the activity levels of large meteoroids in the Leonid stream have been determined in the intervals 1964—1967, 1970—1993 and for 1994 and 1995. The 1960-era observations suggest that some Leonid activity was present at least as early as 1964, while significant activity at large particle sizes did not begin until 1965. The shower in 1965 lasted almost two days as determined from composite observations made at both sites. The 1966 shower profile shows enhanced activity mainly near the position of the 1966 Leonid storm at 235.16° (2000.0). Only slight activity from the stream is present in 1967. The mean profile of the quiet-time Leonid from 1970—1993 are near the levels of the sporadic background. The 1994 and 1995 showers show significant activity in agreement with visual observations, despite the main maximum having been missed by the radar observations in both years. A re-analysis of the 1966 Leonid storm as detected by the Springill radar suggests a peak flux for the shower greater than $110 \text{ km}^{-2} \text{ hour}^{-1}$ meteoroids brighter than +6.8 absolute magnitude, in agreement with previously reported visual observations of that shower.

THE WAY OF OBTAINING BETTER SIGNAL FROM METEOR RADAR

P. Pridal

Astronomical Institute, 251 65 Ondřejov, Czech Republic

It is well known that the limiting electron line density detectable by meteor radar depends equally on the transmitted as well as on the received power. Since the parameters of the transmitter are usually fixed, more effective way of increasing the sensitivity of the whole

system offers the modification of the receiver. We can modify the receiver so that it is possible to utilize its limiting sensitivity measured under the laboratory conditions. This change should maintain the resistance of the receiver against external interference. Due to matching of particular selectivities of the receiver to transmitted pulse and using an active detector, we are able to reach maximum signal to noise ratio even for faint signals. This ratio can be even more increased by using suitable filter behind the detector. The above method of increasing meteor radar sensitivity is discussed for Ondrejov facility.

ПОДРІБНЕННЯ КОМЕТИ ЛІЛЛЕР 1988 V ТА МОЖЛИВИ МЕТЕОРНІ ПОТОКИ

Ю. М. Горбанєв

Україна, Одеська Астрономічна обсерваторія

На фотографічних негативах, відзнятих автором весною 1988 р., знайдено розділення фотометричного ядра довгоперіодичної комети Ліллер (1988 V). Спостереження виконано на астрокамері ($D = 0.15$ м, $F = 1$ м) для отримання топоцентричних екваторіальних координат комети.

Розділення фотографічного ядра зафіксовано на негативі, відзнятому 3 травня 1988 р. Побудовані ізофоти зображення комети вказують на достовірність подрібнення.

За опублікованими матеріалами позиційних та фізичних спостережень комети Ліллер проведено аналіз даних за весь період її видимості. За матеріалами фізичних спостережень комети за 3 травня (Філоненко, Кометн. Циркуляр, 394) знайдено вказівку на вірогідність існування на той час двох струменів.

Причиною активних процесів у ядрі чи у атмосфері комети може бути сонячний вітер у районі руху комети, активність якого зафіксував супутник IMP-8. На активність комети у цей період вказують і інші автори (див. E. M. Pittich et al. Comet Liller 1988 V and solar wind/Contrib. Astron. Obs. Skalnaté Pleso, 24), аналізуючи свої спостереження з 5 до 10 травня.

Робиться спроба знайти кореляційний зв'язок подрібнення комети з 22-м циклом сонячної активності.

Моделюється виникнення та еволюція молодого метеорного потоку, породженого викидом з комети Ліллер 3 травня 1988 р.

ФИЗИКО-КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТЕОРОИДОВ В ПОТОКАХ И АССОЦИАЦИЯХ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ НАБЛЮДЕНИЙ В ДУШАНБЕ

М. Нарзиев

Таджикистан, Институт астрофизики

На основании результатов радиолокационных наблюдений с 4 пунктов в Душанбе, с декабря 1968 по октябрь 1969 г., определены радианты и скорости 210 метеорных потоков и ассоциаций. Радианты и скорости индивидуальных метеоров найдены пеленгационно-временным методом. Часть из метеорных потоков и ассоциаций выявлены радиометодом впервые. Определены также массы и плотности метеороидов. Измеренные значения масс метеороидов в потоках и ассоциациях находятся в интервале 10^{-4} — 10^{-1} г, а их плотности лежат в пределах 0.4—8.0 г/см³.

ІМОВІРНІСТЬ ЗІТКНЕННЯ З ЗЕМЛЕЮ МЕТЕОРОЇДІВ РІЗНИХ МАС

В. Г. Кручиненко

*Астрономічна обсерваторія Київського університету
імені Тараса Шевченка*

Недостатня точність орбіт астероїдів, що зближуються з орбітою Землі, не дозволяє розрахувати на великі проміжки часу точні прогнози їх зіткнень з Землею. Наближені імовірності зіткнень великих тіл з Землею отримують з детального статистичного аналізу еволюційної міграції тіл та їх зіткнень в поясі астероїдів (наприклад: Farinella P. and all. 1994. Proc. IAU Simpos. 160. АСМ—1993.205; Іпатов С.І. 1995. Астрон. вестн. 29, 4.304). Наближені значення імовірності (кількості) зіткнень тіл будь-яких розмірів з Землею, що по порядку величини не відрізняються від отриманих в наведених роботах, можна вивести з таких даних.

Приймаємо, що розподіл метеорної речовини в Сонячній системі можна представити обернено-степенною залежністю від маси з параметром $s = 2.0$ для тіл з масами від мінімальної $m_1 = 1.3 \cdot 10^{-20}$ г до $m_2 = 10^3$ г і $s = 1.83$ для тіл, маси яких $m > m_2$; середня густина метеорної речовини в Сонячній системі (на від-

стані 1 а. о. від Сонця) дорівнює $5 \cdot 10^{-23}$ г/см³. Використовуючи ці дані, із нескладних математичних операцій отримуємо залежність для числа N тіл, що зустрічаються з атмосферою Землі за рік з масами m (розмірами R), що не менші m (або R): $N = 1.4 \cdot 10^8 / m^{0.83}$; $N = 1.7 \cdot 10^7 / R^{2.5}$, де m в г, R в см. З наведеної залежності випливає, наприклад, що тіло типу Тунгуського (50 м і більше) зустрічається з Землею один раз за 100 років; тіло кілометрового розміру — один раз за 160 тис. років (в наведених вище роботах — один раз за 100 тис. р.); тіло розміром 10 км, падіння якого призводить до глобальної кліматичної і геологічної катастрофи, зустрічається з Землею один раз за 100 млн. р. (така ж оцінка наведена і в згаданих роботах). Необхідно відмітити, що отримана залежність не суперечить даним про середній приплив метеорної речовини на нашу планету.

ЦИФРОВА ФОТОМЕТРИЧНА ОБРОБКА ТЕЛЕВІЗІЙНИХ ЗОБРАЖЕНЬ МЕТЕОРІВ ТА КОМЕТ

П. М. Козак, О. О. Рожило

*Астрономічна обсерваторія Київського університету
імені Тараса Шевченка*

Застосування високочутливої телевізійної техніки для спостережень метеорів суттєво збільшує кількість зареєстрованих об'єктів, що веде до значного зростання обсягу робіт та затрат часу, необхідних для обробки цієї інформації. Використання ПЕОМ із захоплювачем кадру дозволяє отримувати і опрацьовувати телевізійні зображення у цифровому вигляді.

В даній роботі розглядається розроблений авторами оригінальний пакет програм для цифрової фотометричної обробки телевізійних зображень астрономічних об'єктів. На прикладі обробки оцифрованих відеозаписів кількох метеорів з потоку Оріонід 1993 року та комети Хіекутаке-II, що спостерігалась за допомогою високочутливої телевізійної апаратури на спостеріжній станції АО КУ Пилиповичі з 20 по 27 березня 1996 року, демонструються основні методи та робота даного пакету програм. Оцінюються переваги і недоліки роботи із зображеннями, оцифрованими захоплювачем кадру у режимі безпосереднього захоплення з телевізійної камери (на основі спостережень метеорів 1992—1993 років) та з

відеомагнітофона. Наведено можливість розширення прикладного програмного пакету та перспективи його застосування до інших астрономічних об'єктів.

THE DETECTION POSSIBILITY OF THE INTERSTELLAR METEOROIDS

A. M. Kazantsev

Astronomical Observatory of the Kyiv Taras Shevchenko University

We have considered the trajectory of an interstellar material particle, which enters the Solar system and, encounters the Earth, moving under the gravitational influence of the Sun. There have been developed some relations between heliocentric ecliptic coordinates of the entrance asymptote of the particle's hyperbolic orbit (λ, β), impact parameter (l), entrance heliocentric velocity (V_{∞}), Earth longitude (λ_E) and particle orbital elements. Perihelion distance $q = (1/V_{\infty}^4 + l^2)^{1/2} - 1/V_{\infty}^2$; Orbit eccentricity $e = (1 + l^2 \times V_{\infty}^4)^{1/2}$; Entrance heliocentric velocity $V_{\infty}^2 = (1 - \cos\alpha)/(l^2 \pm l \times \sin\alpha)$. Sign \leftrightarrow in the last expression corresponds to observations *before* the perihelion of meteor orbit, and sign $\leftarrow\rightarrow$ — *after* the perihelion. The angle α can be determined from the expression $\cos\alpha = \cos\beta\cos(\lambda - \lambda_E)$. In all expressions l and q are expressed in astronomical units, V_{∞} — in orbital velocities of the Earth. With the help of represented expressions the theoretical (an expected) quantity distributions of interstellar meteoroids (IMs) upon the eccentricity $N(e)$ and upon the perihelion distance $N(q)$ have been obtained. The program of meteor observations for revelation of the IMs is proposed. If the photographic or TV-equipment will be used, then a better period will be from the end of December to the end of March ($\lambda_E = 90^\circ - 180^\circ$).

3. СЕКЦІЯ «РАДІОМЕТЕОРНИЙ МЕТОД ЗВІРЕННЯ ШКАЛ ЕТАЛОНІВ ЧАСУ»

СУЧАСНІ МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ЗВІРЕННЯ ЕТАЛОНІВ ЧАСУ І ЧАСТОТИ

О. О. Ткачук

Україна, ДНВО «Метрологія»

Розглянуто особливості, переваги та недоліки, а також результати практичного застосування зрівняння за точністю методів та засобів звірення еталонів часу і частоти.

Найточнішими є звірення:

— за допомогою транспортованих квантових годинників (ТКГ);

— за радіометеорним каналом (РМК);

— з використанням сигналів супутникових радіонавігаційних систем (СРНС) NAVSTAR та ГЛОНАСС;

— за дуплексними каналами супутникових систем зв'язку.

Метод ТКГ історично був першим і довгі роки лишався основним високоточним методом порівняння шкал часу територіально рознесених об'єктів. І зараз, незважаючи на появу нових методів та засобів порівняння, ТКГ залишається єдиним абсолютним засобом і прямим методом вимірювань при звірнні шкал часу еталонів. ТКГ на базі малогабаритних водневих стандартів забезпечують наносекундну похибку зіставлення еталонів.

Метод звірення еталонів часу та частоти за радіометеорним каналом дістав поширення у колишньому СРСР, а надалі у Росії та в Україні. В ХДНДІМ апаратура звірення шкал часу еталонів за РМК успішно використовується, починаючи з 1971 р. Зараз радіометеорний метод є основним для регулярних звірень вихідного еталона часу та частоти України (ДНВО «Метрологія») з державним первинним еталоном часу і частоти Російської Федерації (ИМВП), а також з вторинними еталонами часу і частоти України. Результати багаторічних досліджень радіометеорних комплексів у ДНВО «Метрологія» показали високу ефективність цього методу. Практично досягнуто похибки звірення шкал часу еталонів за РМК 20 нс, потенційна ж точність цього методу набагато вища.

В останні роки знайшов застосування у всьому світі метод

порівняння шкал часу об'єктів з використанням сигналів глобальних супутникових радіонавігаційних систем NAVSTAR та ГЛОНАСС. З метою досягнення максимальної точності звірення шкал, необхідної для еталонів, використовується метод відносних вимірювань, коли здійснюється одночасне приймання сигналів одного й того ж супутника за узгодженою програмою з наступним обміном інформацією та її сумісним опрацюванням.

У країнах СНД для звірення шкал часу еталонів застосовується навігаційний приймач сигналів СРНС ГЛОНАСС типу А-724М-01. У ДНВО «Метрологія» така апаратура використовується з 1993 р. Одночасно ведеться звірення за радіометеорним каналом. Це дає змогу не лише підвищити достовірність результатів вимірювань, але й оцінювати систематичні складові похибок вимірювань при звірненні результатів вимірювань, що отримані за двома методами. Дослідження показали, що при застосуванні апаратури А-724М-01 у диференційному режимі випадкова похибка прив'язки місцевої шкали часу до шкали часу держеталону складає 20—50 нс. При використанні прецизійних приймачів сигналів NAVSTAR та спеціального програмного забезпечення за кордоном досягнуто похибки звірень шкал часу еталонів меншої за 5 нс.

Звірення шкал часу з використанням дуплексних каналів супутникових систем зв'язку є одним з найточніших методів, але у зв'язку з технічною складністю реалізування вони ще не вийшли зі стадії одиничних експериментів. У деяких проектах цей метод обрано як основний для синхронізування шкал часу радіоінтерферометрів з наддовгими базами. Досяжна похибка синхронізування шкал оцінюється значенням 1 нс.

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РАДІОМЕТЕОРНОГО МЕТОДУ ЗВІРЕННЯ ШКАЛ ЧАСУ

Б. Л. Кашеєв, Ю. А. Коваль, Б. І. Макаренко
*Україна, Харківський державний технічний
університет радіоелектроніки*

В основу радіометеорного методу звірення (РМЗ) територіально рознесених шкал часу покладено оборотність та високу стабільність

затримки сигналів при метеорному поширенні радіохвиль.

РМЗ переважає сучасні методи звірення, базовані на космічних навігаційних системах (КНС) GPS та ГЛОНАСС, транспортних квантових годинниках (ТКГ) і супутниках зв'язку, як за точністю, так і за таким показниками, як продуктивність вимірювань, автономність, оперативність, економічність, стійкість до іоносферних збурень. Особливу актуальність має РМЗ для України, яка ще не має власних КНС і підприємств по випуску ТКГ. Тому роботи по удосконаленню РМЗ внесено до космічної програми України та програми створення Державної служби єдиного часу та еталонних частот (ДСЧЧ).

Роботи з РМЗ було розпочато у Харкові на кафедрі Основ радіотехніки ХПІ 1969 р. і вже на початку 70-х років було розроблено перші зразки апаратури («Мітка-1, 2») для служби часу Держстандарту та МО. При цьому було отримано похибки звірення 0.2 ... 0.3 мкс.

У подальшому роботи велися у таких напрямках: теоретичні та експериментальні дослідження можливості підвищення точності РМЗ (дослідження точнісних характеристик метеорного радіоканалу, аналіз та синтез алгоритмів звірення, пошук шляхів зниження сигнальних і апаратурних похибок, удосконалення методик опрацювання результатів вимірювань); розробка, виготовлення та впровадження зразків апаратури для звірення еталонів часу Держстандарту; розробка, виготовлення та випробування макетів апаратури в рамках ДКР, що проводяться у ЛНИРТИ (тепер РИРВ); участь у створенні радіометеорних систем звірення (РМСЗ).

Отримані наукові результати (оцінки широкосмуговості та стабільності затримки каналу, обґрунтування можливості фазового принципу вимірювань, аналіз і синтез алгоритмів звірення та ін.) та нові технічні розв'язання (пристрої для обробки сигналів і вимірювання апаратурних похибок, нові методи та ін.) використано у зразках апаратури для служби часу Держстандарту («Мітка-б» з похибкою 20 нс) і макетах (напр., «Фаза» с похибкою меншою за 1 нс) при виконанні ДКР двох поколінь промислової апаратури (17-Н-91 та 17-Н-830).

З 1985 р. діє високоточна РМСЗ еталонів України та Росії. РМСЗ оснащено розробленими в ХТУРЕ зразками апаратури типу «Мітка-б». Атестації ГСВЧ СРСР у 1988 р. та України у 1995 р. підтвердили високі метрологічні характеристики системи. 1989 г. з використанням перевізного варіанту апаратури виконано цикли

звірень . Познань — Київ — С.-Петербург та ст. Зеленчуцька (РАТАН АН) — Харків (ретрансляційний пункт) — С.-Петербург.

Тепер, у відповідності до Угоди про співробітництво країн СНД по забезпеченню єдиного часу та частоти (Бишкек, 09.10.92 р.), проводяться регулярні звірення на трасі Харків — Москва. Виконано експериментальні звірення на трасі Київ — Москва — Харків (1993 р.). Для пунктів РМСЗ України (Київ, Харків, Ужгород) розроблено модернізований варіант апаратури («Мітка-6М»).

Аналіз сучасного стану РМЗ показує, що можливості методу далеко не вичерпано. Це стосується не лише точності звірення, але й таких характеристик, як завадозахищеність, прихованість, додаткові функціональні можливості.

Реальними є наступні додаткові функціональні можливості РМЗ: вимірювання різниці частот та короточасних нестабільностей еталонів частоти; вимірювання зсувів шкал у межах прямої видимості; з'єднання зі супутниковими системами зв'язку для проведення звірень; калібрування трас звірень, виконаних за допомогою КНС, ШСЗ зв'язку та телебачення; передача інформації.

Особливий інтерес являє собою розроблений у Харкові фазовий комплекс апаратури для звірення та передачі інформації — «Мітка-11», виразними особливостями якого є: порівняно мала ширина спектру (0,2 МГц); використання цифрової обробки сигналів; вимірювання повної апаратурної похибки за допомогою оригінального пристрою з дзеркальним оберненням сигналу. Все це дає змогу досягнути повної похибки звірення меншої за 1 нс та середньої швидкості передачі інформації порядку 100 бод, а також полегшує розв'язання задачі електромагнітної сумісності комплексу з діючими системами метрового діапазону та поширює можливості функціонального використання апаратури.

Впровадження апаратури «Мітка-11» дозволить не тільки підвищити ефективність існуючої РМСЗ, але й розширити структуру системи за рахунок провідних метрологічних центрів країн СНД та Європи.

ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ АПАРАТУРНИХ ПОХИБОК МЕТЕОРНИХ КОМПЛЕКСІВ ЗВІРЕННЯ ШКАЛ ЧАСУ

Ю. О. Коваль, С. Г. Кундюков, А. А. Пугач

*Україна, Харківський державний технічний
університет радіоелектроніки*

Апаратурні систематичні похибки (АСП) метеорних комплексів звірення шкал часу залежать від різниці затримок сигналів у трактах їх прийому та випромінювання. Відомі методи не дозволяють вимірювати АСП, викликані нестабільностями пристроїв формування сигналів та невзаємністю затримок сигналів у антенно-фідерних пристроях (АФП). Останнє джерело заслуговує особливої уваги, оскільки воно до останнього часу не враховувалося, беручи до уваги відому властивість зворотності антен. Невзаємність затримок АФП було встановлено експериментально і пояснюється змінами форми, а отже і затримки сигналу через відмінності в режимах погодження кабелю при прийомі та при випромінюванні.

З огляду на неможливість ідеального узгодження АФП, було проведено експериментальні дослідження та моделювання аномалій у затримках. Встановлено, що залежність аномальних затримок радіоімпульсів від довжини кабелю має квазігармонічний характер з періодом, відповідним затримці кабелю на половину періоду несучої частоти сигналу. Найменші значення аномальних похибок дають вимірювання за максимумом сигналу і передньому фронті. Результати моделювання підтверджені експериментально для трьох типів антен (антенної ґратки з чотирьох хвильових каналів, одиночного хвильового каналу, прикороченого вібратора). Для реальних параметрів АФП аномальні затримки в них досягають одиниць відсотків від тривалості імпульсів, що складає десятки наносекунд. Це може призводити до такого ж порядку АСП. Вимірювання у каналі прийому показали, що за умови ретельного погодження вхідних мереж приймального пристрою вдається досягти рівня аномальних затримок у межах 1...2 нс.

Для вимірювання повної АСП запропоновано оригінальний пристрій, оснований на дзеркальному оберненні сигналу (ДОС). За допомогою виносної вимірювальної антени пристрій приймає випромінювані комплексом сигнали і після ДОС перевипромінює їх. Це дозволяє, у випадку симетричної форми сигналу (напр., при фазових вимірюваннях), виконувати вимірювання величини повної АСП комплексу апаратури ~~дуже~~, включаючи пристрій формування сигналів і АФП, та зменшити АСП до часток наносекунди.

ПРО ДЕЯКІ ДЖЕРЕЛА ПОХИБОК ЗВІРЕННЯ ШКАЛ ЧАСУ У МЕТЕОРНОМУ РАДІОКАНАЛІ ТА ЗАХОДАХ ПО ЗНИЖЕННЮ ЇХ КОЕФІЦІЕНТІВ ВПЛИВУ

Г. В. Нестеренко

*Україна, Харківський державний технічний
університет радіоелектроніки*

На інтервалі часу звірення затримка розповсюдження радіохвиль має бути стабільною і задовольняти умовам взаємності. Вітрові, дифузійні та дифракційні явища в метеорних слідах обумовлюють практичну неідеальність виконання цих умов. У доповіді розглядаються деякі фізичні джерела зростання похибки звірення у метеорному радіоканалі, приводяться чисельні оцінки коефіцієнтів їх впливу та рекомендації щодо алгоритмічного їх зниження. Показано, що верхня оцінка величини відносної нестабільності має порядок 0,2 мкс/с. Пропонується для досягнення точнісного потенціалу в метеорному радіоканалі використання ітераційної процедури звірення на слідах з ділянками підвищеної стабільності часу розповсюдження радіохвиль, що виявляються у процесі обробки даних. Для реалізування ітераційної процедури звірення необхідна інформація про просторові координати перевідбиваючої зони сліду, яка дає змогу забезпечити одночасність її опромінення сигналами кореспондентів, що зумовлює істотне покращення умов стабільності та взаємності каналу.

АНАЛІЗ ФАЗОВОЇ СТАБІЛЬНОСТІ МЕТЕОРНОГО РАДІОКАНАЛУ ЗВІРЕННЯ ШКАЛ ЕТАЛОНІВ ЧАСУ

**Б. Л. Кашеєв, Б. С. Дудник, Ю. О. Коваль, Ю. О. Леман,
В. В. Вавикіна, В. П. Моїсєєв, С. Ф. Семенов**

*Україна, Харківський державний технічний
університет радіоелектроніки*

Фазова нестабільність метеорного каналу розповсюдження радіохвиль аналізувалася у ряді робіт, в яких виявлялись її основні причини: дифракція у метеорному сліді, що утворюється, вітрове зміщення області, що відбиває радіохвилі, зміна електронної густини слідів, резонанс у метеорному сліді та його дифузне розширення. Задача оцінки короткочасової нестабільності затримки сигналу у метеорному радіоканалі (РМК) не втратила своєї актуаль-

ності через те, що її вирішення дозволяє оцінити граничні характеристики точності радіометеорного методу звірення шкал еталонів часу. Суттєво підвищити точність оцінки нестабільності затримання сигналів дозволили фазові дослідження МРК, що були проведені в ХТУРЕ на фазовому радіометеорному комплексі звірення шкал еталонів часу з двочастотним вимірюваним сигналом (ДЧС).

Були виконані регресійний та статистичний аналізи вимірювань часу затримки сигналу за даними, одержаними на несучих частотах елементів ДЧС і на різничній частоті вимірюваного сигналу. Встановлено, що припущення щодо експоненціального закону розподілу нестабільності затримки сигналу з центром розподілу, що складає $2 \cdot 10^{-7}$, не суперечить статистичним висновкам.

Дослідження показали ефективність фазових методів побудови радіоапаратури для метеорного звірення, перспективність реалізації та впровадження апаратури, що забезпечує дуже високу точність звірення шкал еталонів часу та частоти в Україні.

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАБІЛЬНИХ ПРОЦЕДУР ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ МЕТЕОРНОГО ЗВІРЕННЯ ШКАЛ ЧАСУ

В. В. Бавикіна, О. Л. Трошкін
*Україна, Харківський державний технічний
університет радіоелектроніки*

Підвищення ефективності роботи радіометеорних систем звірення (РМСЗ) еталонів часу, що рознесені, забезпечується переходом на повну автоматизацію процесу збору та обробки інформації, розширенням номенклатури параметрів, що вимірюються, та застосуванням стабільних процедур їх оцінки.

В перспективних РМСЗ масив даних, що одержується при одиночному звірнні, включає інформацію про час звірення, номер періода зондування, час затримки сигналу у метеорному радіоканалі, результати вимірювання апаратурних затримок та про рівні сигналу, що прийнятий.

На основі перевірки ряду статистичних гіпотез показано, що результати спостережень зсуву шкал, одержані за час існування метеорного сліду, та, тим більш, за сеанс не можна лічити однорідною, рівноточною та нормально розподіленою вибіркою. Виконано дослідження робастних і адитивних процедур, здатних

давати незміщену і ефективну оцінку зсуву шкал в умовах засміченості вибірки результатами, що обумовлюються появою невзаємності, нестабільності та багатопроементності метеорного каналу або можливими перебоями в роботі РМСЗ. Розроблена статистична модель РМСЗ, за допомогою котрої проаналізована залежність основних оцінок зсуву шкал від перешкодової обстановки (об'єму засміченості вибірки, параметрів та закону розподілу перешкод) та характеру розподілу результатів вимірювання зсуву шкал. Аналіз здійснений для таких оцінок: виборкового, усіченого та вінзоризованого середніх, медіани, квантильної оцінки, середини розмаху та оцінок Хубера, Хампеля, Адрюса та Тьюкі, одержаних на основі мінімаксного підходу. Найменшу відчутність до засміченості показала оцінка Тьюкі, що виявила найменше зміщення навіть при 40 % засміченості. Це дозволяє рекомендувати дану процедуру для автоматичної відбраковки промахів при вимірюваннях.

Вироблені рекомендації по ваговій обробці з групуванням рівноточних даних по рівнях амплітуд прийнятих сигналів та по метеорах. Запропоновано алгоритми обміну інформацією, що передається, яка необхідна для реалізації зустрічного методу, що використовує стабільні процедури обробки результатів звірення, що мінімізують об'єм інформації та підвищують перешкодостійкість оцінювання.

АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА ЗБОРУ ТА ОБРОБКИ РАДІОМЕТЕОРНОЇ ІНФОРМАЦІЇ НА ЕОМ ТИПА РС

Ю. О. Леман, О. Л. Татарець

*Україна, Харківський державний технічний
університет радіоелектроніки*

Для оперативної статистичної обробки інформації про зсув шкал еталонів часу розроблено та реалізовано послідовно-паралельний інтерфейс зв'язку ЕОМ з апаратурою «Метка-6» і програмне забезпечення, що дозволяє вводити в ЕОМ та обробляти інформацію про зсув шкал за сигналами переривання IRQ10, IRQ11. До інтерфейсу інформація надходить у послідовному вигляді, а в ЕОМ приймається у паралельному вигляді — байтами. Читання інформації про зсув шкал і про час прольоту метеора здійснюється через порти ЗЗ8Н...ЗЗВН.

Програма-диспетчер функціонує у трьох режимах: «Режим пошук», «Режим dt», «Режим T1». Режим T1 — допоміжний. За його допомогою можна визначати діаграму направленості антени, коефіцієнт заповнення метеорного каналу зв'язку. «Режим пошук» включається, коли є необхідність корегувати власну шкалу часу за шкалою кореспондента. Після приймання кількох метеорів і коректування за результатами звірення шкали часу, програма переходить у режим dt. «Режим dt» — основна програма роботи по звіренню еталонів часу кореспондентів. У цьому режимі виконується статистична обробка результатів вимірювання на індивідуальному метеорному сліді, а також статистична обробка середніх за усім сеансом звірення.

Програма-диспетчер будує за результатами вимірювань два графіки: розподіл випадкових відхилень результатів; взаємний рух шкал часу кореспондентів. Крім того, у правій частині екрану записуються усі прийняті за сеанс метеори з фіксацією часу і кількості відліків. Вся прийнята в ЕОМ інформація зберігається в ОЗУ, а через задані проміжки часу записується на диск. При цьому інформацію про будь-який метеор можна викликати на екран монітору, не порушуючи прийом поточної інформації.

По закінченню сеансу звірення програма формує два файли: текстовий файл результатів і обчислень за всіма прийнятими метеорами; графічний файл графіків екрану монітора. Ці файли при необхідності можна роздрукувати на принтері.

Впровадження даної роботи у службу Держстандарту України і НКАУ дозволило повністю автоматизувати процеси обробки та документування інформації по звіренню еталонів часу між пунктами вказаних служб.

ПЕРЕДАВАЧ АПАРАТУРИ «МЕТКА-11»

Б. С. Дудник

*Україна, Харківський державний технічний
університет радіоелектроніки*

Передавач (ПРД) апаратурного комплексу «Метка-11» розроблений із врахуванням ряду специфічних вимог, що обумовлені можливістю здійснення різних досліджень метеорного радіоканалу. Отже, передбачена робота ПРД при змінах тривалості і частоти повторення імпульсів у широких межах — із зменшенням шарува-

тості аж до 1 (на протязі кількох секунд безперервної роботи), з використанням складних сигналів із широким спектром, що дозволяють здійснювати когерентно-імпульсні вимірювання.

Ці можливості реалізовані завдяки вибору схеми незалежного збудження генератора потужних височастотних коливань, структура і характер змін яких цілком визначаються зовнішнім пристроєм (ФРС), що формує радіосигнал на малому рівні потужності, а також завдяки застосуванню відповідних активних елементів і високовольтичних джерел живлення (ВДЖ), які мають необхідний запас розсіяння потужності.

ПРД являє собою автономний пристрій, що змонтований у двох апаратних каркасах і включає височастотний смуговий підсилювач (ВСП) з антенним комутатором (АК), а також блок ВДЖ з системою управління, блокування та сигналізації (УБС).

В усіх ступенях ВСП використовуються електровакуумні генераторні тетроди різних типів. Міжкаскадний зв'язок — ємнісний, а з антеною — індуктивний.

Вхід і вихід ВСП — несиметричні із опором 75 Ом.

В АК, що зібраний за оригінальною схемою, використовуються СВЧ перемикаючі керовані діоди. Ослаблення зондуючого радіоімпульсу на вході приймача — 60 дБ.

Антенна, що має у вільному просторі коефіцієнт направленої дії 13 дБ, являє собою дворядну, двоповерхову синфазну ґратку із 4-х хвильових каналів (ХК), кожен із яких складається із двох горизонтальних півхвильових директорів, вібратора та рефлектора. Нерозрізні пасивні та активні елементи ХК розташовані на горизонтальних траверзах, що змонтовані на жорсткій вертикальній Н-подібній рамі, центр якої кріпиться до телескопічної щогли за допомогою редуктора з токознімачем, що обертається. Ряд і поверх ґратки мають однакову відстань — $3/4$ довжини хвилі.

Живлення симетричного нерозрізного вібратора за допомогою шлейфу та півхвильового U-коліна дозволяє узгоджувати опір входу індивідуального ХК з хвильовим опором радіочастотного коаксіального кабелю (РК). ХК кожного ряду з'єднуються паралельно за допомогою двох однакових відрізків РК і далі два синфазних ряди вимикаються паралельно за допомогою двох чвертьхвильових відрізків РК.

ВИКОРИСТАННЯ СИГНАЛІВ З ФАЗОВОЮ МОДУЛЯЦІЄЮ В РАДІОМЕТЕОРНИХ СИСТЕМАХ ЗВІРЕННЯ ТА ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ

С. Г. Кундюков

*Україна, Харківський державний
технічний університет*

У метеорних системах звірення зберігачів часу та передачі інформації знайшли застосування різні види сигналів: з амплітудною модуляцією, ЛЧМ, двочастотні (ДЧС) і багаточастотні. Кожному з них притаманні свої переваги й недоліки. Одним з перспективних видів сигналів для розгляданого використання є сигнали з фазовою маніпуляцією (ФМ).

Можливість синхронізації зі звіреним зберігачем як фази високочастотного заповнення, так і модульованої функції робить сигнали з ФМ зручним носієм інформації про точний час. Сигнали з бінарною ФМ можуть бути зформовані з високою точністю простими апаратними засобами. На приймальному кінцеві для опрацювання таких сигналів доцільно використовувати цифрову фільтрацію у часовій області, подаючи вхідну реалізацію у вигляді рівномірної послідовності цифрових відліків миттєвих значень сигналу.

Відмінність вимог до сигналів точного звірення та до сигналів для входження до зв'язку і передачі інформації обумовлює неоднаковий вигляд модулюючої функції. Показано, що для сигналів звірення оптимальною модулюючою функцією є меандр. Після обмеження спектру сигналів залишаються дві частотні складові. Такий варіант ДЧС має низку переваг у порівнянні з традиційно використовуваним ДЧС з розподілом за часом частотних складових.

Для виявлення метеора та входження до зв'язку можна використати багатопозиційні ФМ сигнали з коротким максимумом автокореляційної функції (сигнали Баркера, М-послідовності та ін.), а для передачі інформації — набір багатопозиційних ортогональних сигналів тієї ж тривалісті. У випадку 13-позиційних сигналів використання цифрових мікросхем сучасних серій ТТЛ дає змогу будувати прилади обробки для елемента сигналу тривалістю 5—10 мкс. Такі ж самі результати досягаються, якщо використовувати швидкодіючі сигнальні процесори.

ДИСПЕРСНА БАГАТОПРОМЕНЕВІСТЬ У МЕТЕОРНОМУ РАДІОКАНАЛІ СИНХРОНІЗАЦІЇ ЕТАЛОНІВ ЧАСУ

А. А. Пугач

*Україна, Харківський державний технічний
університет радіоелектроніки*

У межах моделі каналу з безпервною багатопрореневістю пропонується дослідження спотворення форми радіосигналу в метеорному радіоканалі. У найпростішому випадку така модель у вигляді основного та нероздільного луна-сигналу, розглядається як завада, добре описує зміщення оцінки часового положення (ОЧП) сигналу, пов'язане з ефектом розузгодження в антенно-фідерному пристрої, що було підтверджено експериментально. Узагальнення такого опису для метеорного радіоканалу дає змогу врахувати вплив самої антени як розподільної системи, місцевих предметів та просторової неоднорідності метеорного сліду.

Розглянуто два підходи до визначення параметрів моделі: обчислення імпульсної характеристики каналу відомими некласичними методами, які зводяться до розв'язання задачі спектрального оцінювання при обмеженнях на смугу частот сигналу, та статистичний опис у вигляді корельованого випадкового процесу. Застосування результатів можливо у перспективних високоточних радіо-метеорних системах, які використовують високостабільні еталонні частоти, когерентний прийом та цифрову обробку радіосигналів.

Використання у складі системи цифрового імітатора радіоканалу з вимірювальною антеною відкриває нові перспективи в дослідженні фізики та тонкої структури метеорного сліду завдяки можливості декомпозиції характеристик багатопрореневої моделі на апаратурні та каналні. Модель також може бути корисною при повному пілотуванні для уточнення систематичної похибки у фазових системах синхронізації, оскільки з результатів моделювання випливає, що сигнали, які характеризуються мінімальною дисперсією ОЧП, найбільш чутливі до наявності багатопрореневої перешкоди.

**SHF AND EHF RANGES INCLUDING SPECTRA
NEAR CARRIER STABLE AND HIGH-STABLE VARIATIONS
SOURCES FREQUENCY CHARACTERISTICS
MEASUREMENT ACCURACY PROBLEMS**

A. S. Kleyman
Ukraina, SSLA «Metrology»

It is known that source frequency characteristics including LF are characterized most completely by the spectral density of phase fluctuations power (SDFP) — $S_{\varphi}(F)$ which may be represented for the most known generators as

$$S_{\varphi}(F) = \frac{k_0}{1 + \left(\frac{F}{\Delta F^2}\right)^2} + \frac{k_1}{F^{2.5}} + \frac{k_2}{F} + \frac{k_3}{F^{1.5}} + \dots + \frac{k_n}{F^{n/2}}$$

where $k_0 - k_n$ are the noise constants defined by the generator scheme and noise characteristics of its elements; F is amplifier bandpass. The exponent ($n = 0.5$ to 8) characterizes source phase noise spectrum and is typical for the laser phase noise spectrum at large n ($n = 5$ to 8).

Frequency instability is defined by the characteristic series and may be estimated both by measurement results in the time domain and by measurement results in the frequency one. The method with use of the phase discriminator (FD), i.e. the method of determining the parameter, which characterizes instability in the time domain («Allan dispersion») by means of filtration which is realized in the frequency domain, has the large resolution and a number of advantages: high dynamics which is typical for FD, the absence of data statistical treatment (statistical averaging is realized by rms voltmeter), less measurement time than one at the measurements in the time domain.

In common case the expression for the «Allan dispersion» with account of «dead time» may be presented as following

$$\sigma_y^2(\tau) = \frac{8\pi^2 S_{0\varphi}}{(\pi\tau)^{3-n}} \int_{\pi F_b \tau}^{\pi F_a \tau} \frac{\sin^2 x \cdot \sin^2 Mx}{x^n} dx$$

The results of integral value calculation for various values of exponent N and «dead time» M show the essential contribution to the «dead time» instability determination error, permit to take into

account this error and indicate the possibility of the noise character determination by «dead time» change. The coefficients, which are calculated by us and permit to take into account «dead time» influence, are presented in this paper.

The device Ч7-42, which permits measurement of frequency relative instability $(1-3) \cdot 10^{-14}$ for measurement time 1 s, has been developed in SSIA «Metrology» and is turned out serially for the purpose of excluding the essential error which is related with «dead time» and measurement error decrease and realizes the upon-mentioned theoretical consideration. The measurement of frequency longtime instability for $\tau = 10^3$ with resolution 10^{-15} is possible.

4. СЕКЦІЯ «МЕТЕОРНИЙ КАНАЛ РАДІОЗВ'ЯЗКУ»

THE INVESTIGATION OF THE METEOR BURST PROPOGATION AT THE SHORT DISTANCES

I. E. Antipov

Kharkov State Technical University of Radioelectronics

The meteor-burst propogation for communication purposes (MBC) usually used for long links (400...2000 km), may be usefull for short one (less then 400 km) too. For determination the optimal antennas direction model of MBC was worked out. Observations of long standing in the Kharkiv Radioengineering University are astronomical base of this model. The result of the modeling process is the duty circle as a function of the antenna direction.

It is shown by model and confirmed by experiment, that for distanses less then 200 km optimal antenna's orientation is not point-to-point, and depends from the day time and the linc orientation. For distance 200...400 km optimal orientation can be different, including point-to-point direction. For distanses more then 400 km the point-to-point direction is always optimal. Experiment was worked out on the communication tools [1] with the special software.

The distributions of the average burst length for 3rd and 5th elements Udo—Yagi antennas on short links (80 and 120 km) are found. When following the «hot spot» the 5th elements Udo—Yagi antenna was found more effective, but the diurnal variation of duty cycle for immovable antenna is deeper than with 3d elements one. Although the average day duty cycle for immovable 5th and 3d elements Udo—Yagi antennas is not very different, but for the 3d elements one the number of the short time meter-bursts is growing up. For the real protocols of the data transmission this growing is equal to the duty cycle reducing. Isotropical antennas for the MBC demonstrate low effectiveness.

І. Антипов І. Е., Бондарь Б. Г. Поєднана система метеороного та локального УКХ зв'язку
// Бюлетень УАА.—1996.—№ 9, С. 55—56.

ПОЄДНАНА СИСТЕМА МЕТЕОРНОГО ТА ЛОКАЛЬНОГО УКХ ЗВ'ЯЗКУ

І. Е. Антипов, Б. Г. Бондарь
*Україна, Харківський державний технічний
університет радіоелектроніки*

Базуючись на результатах багаторічних досліджень метеорних явищ, виконаних у Харкові, автори розробили просту, недорогу, універсальну апаратуру, придатну як для радіометеороного зв'язку на відстані до 2000 км, так і для роботи в локальній УКХ мережі в межах прямої видимості.

У приймально-передавальній частині комплексу використано типову радіомережу «ЛЕН», яка здійснює близький УКХ радіообмін у штатному (телефонному) режимові. При цьому використовується стаціонарна штирвова антена. Для роботи по метеороному радіоканалу станцію доповнено твердотілим підсилювачем потужністю 500 Вт, частотним модулятором (девіація 3 кГц), демодулятором та контролером на однокристальному мікропроцесорові, який керує обміном інформацією по метеороному радіоканалу. Обмін здійснюється у телеграфному режимі зі швидкістю 2400 Бод. Антенною є п'ятиелементний хвильовий канал, встановлений на висоті 4—5 м; передбачено її поворот за азимутом.

Попередні випробування системи показали можливість пере-

дачі по метеорному радіоканалу не менше кількох кілобіт за годину текстової інформації з імовірністю спотворення не більшою за 1%.

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ МЕТЕОРНОЙ РАДИОСВЯЗИ НА КОРОТКИХ МЕТЕОРНЫХ РАДИОЛИНИЯХ

А. В. Карпов, А. В. Наумов, С. Н. Терешин
Россия, Казанский государственный университет

На компьютерной модели метеорного радиоканала КАМЕТ [1] проведено моделирование условий метеорной радиосвязи для радиолиний длиной от 50 км до 550 км. Были рассмотрены следующие ориентации вибраторных антенн горизонтальной поляризации (с шириной диаграммы в 60 градусов) относительно линии связи. В первом варианте обе антенны направлены навстречу друг другу (вариант длинных линий). Во втором варианте обе антенны отвернуты на угол в 70 градусов. В эксперименте [2] достаточно убедительно показано преимущество «бокового» распространения радиоволн. Третий вариант предложен в [3]. В этом случае обе антенны ориентированы друг за другом. Нами предложен вариант «слежения», когда обе антенны в азимутальной плоскости ориентированы на область максимума метеорной активности средней точки радиолинии. При такой ориентации средняя скорость частиц 27—33 км/с, что соответствует зависимости минимальной регистрируемой массы от скорости, представленной в работе [4].

Окончательные результаты моделирования получены после усреднения численностей отражений для радиолиний четырех ориентаций, для восьми часовых точек (0, 3, 6, ..., 21 часов местного времени) и четырех сезонов. На радиолиниях длиной до 250 км наибольшая численность метеоров получена для варианта «слежения». Вторым по эффективности является вариант «бокового» распространения. На радиолиниях в 50 км вариант «слежения» выигрывает 5.3 дБ у варианта «навстречу». На 150 км это преимущество составляет 3.6 дБ. Начиная с 350 км преимущество имеет традиционная ориентация антенн «навстречу». Использование варианта «слежения» в кустовой системе метеорной радиосвязи радиусом в 300 км позволит повысить ее эффективность на 40—60 процентов.

Література

1. Карпов А. В. // Радиофизика.—1995.—38.—С. 1177—1186.
2. Асири Т. // Радиофизика.—1989.—32.—С. 912—917.
3. Weltzen J. A. // IEEE Transaction on communications.—1987.—35.
4. Волощук Ю. И., Кащеев Б. Л. Распространение метеорных тел вблизи орбиты Земли. — М.: Наука, 1981.

ПРО МАКСИМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ РАДІОМЕТЕОРНОГО КАНАЛУ

Г. В. Нестеренко, В. І. Горбач

Україна, Харківський державний технічний університет радіоелектроніки

Сучасна апаратура для передавання інформації з використанням процесів перевідбиття радіохвиль від метеорних слідів функціонує в умовах низки обмежень на свої технічні, конструктивні і, у тому числі, вартісні параметри. Прагнення максимізувати швидкість передачі повідомлення при гранично можливому зниженні імовірності помилки приводить до необхідності введення достатніх інформаційно-енергетичних надлишковостей. У доповіді розглядаються теоретичні та практичні підходи по максимальному використанню частотно-часового поля, що відводиться під сигнал в умовах існуючих обмежень. Показано, що оптимальним у цьому випадку є сигнал, який має одночасно близькі до прямокутних обвідних частотного та часового спектрів, напр., деякі модифікації ФМ сигналів. Показано, що інформаційно-енергетичний потенціал у метеорному радіоканалі максимізується, якщо частотно-часова матриця сигналу стає одиничною.

ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ РЕЖИМУ РАДІОМЕТЕОРНОГО ЗВ'ЯЗКУ В АПАРАТУРІ ЗВІРЕННЯ ШКАЛ ЕТАЛОНІВ ЧАСУ «МЕТКА-11»

В. І. Горбач, М. В. Коломієць, М. О. Третяк

Україна, Харківський державний технічний університет радіоелектроніки

Комплекс апаратури «Метка-11» (М-11) використовує метеорний радіоканал для високоточного звірення шкал рознесених еталонів часу і передавання інформації.

При переході до режиму зв'язку необхідно забезпечити достатньо високу середню бітову швидкість передавання інформації у

відповідності з можливостями апаратури М-11. Тому для кодування і передавання інформації з урахуванням характеристик сигналів використовуються символи, що представляються елементами простого поля Галуа GF(23). Особливості метеорного радіоканалу (перервність, групові похибки та ін.) обумовили використання подвійного коду Ріда—Соломона РС (22, к) при кількох значеннях К у відповідності із зміною коректуючої здатності t . Ускладнення при цьому процедур обробки, кодування та декодування інформації виправдовується помітним виграшем у швидкості передавання порівняно з випадком поля GF(16) і коду РС (15, к) при однакових коректуючій здатності та технічних параметрах апаратури. Цей виграш становить при $t = 1$ — 19 %, при $t = 2$ — 26 %, при $t = 3$ — 37 %, при $t = 4$ — 54 %.

Як показано у ряді робіт, метод автоматичної корекції похибок при використанні метеорного радіоканалу не має помітних переваг відносно середньої швидкості передавання інформації порівняно з методом перезапису, котрий більш простий в алгоритмічній та програмній реалізації. Однак при формуванні вектора перезапису доцільно вживати поле GF(16), оскільки при цьому перехід до бітового представлення вектора перезапису здійснюється дуже просто у темпі появи сигналів на виході приймально-підсилювального тракту. Це особливо важливо при формуванні чергового пакету кодових блоків у пункті передавача інформації.

Запропоновано протокол функціонування метеорної ланки зв'язку. Розроблено відповідне програмне забезпечення.

МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ПЕРЕДАВАННЯ ПОВІДОМЛЕНЬ ПО МЕТЕОРНОМУ КАНАЛУ РАДІОЗВ'ЯЗКУ

В. І. Горбач, М. В. Коломієць, М. О. Третяк

Україна, Харківський державний технічний університет радіоелектроніки

Оскільки насичені метеорні сліди з'являються значно рідше ніж ненасичені, модель розроблена з орієнтацією на ненасичені сліди.

Прийнято, що відбитий від метеорного сліду сигнал $V(t)$ спадає по експоненціальному закону з постійною часу τ_m , яка дорівнює постійній часу руйнування метеорного сліду і, одночасно, середній тривалості сигналів, що приймаються. Густина імовірності тривалості $T_{\text{трм}}$ «корисних» метеорних сигналів описується також експоненціальним законом $P(T_{\text{трм}})$.

Середні значення імовірностей $P_j(m)$ і $P_j(\nu < m)$ передавання j -го кодового блоку з кількістю похибок $\nu = m$ або $\nu \leq m$ розраховуються або як інтеграли від добутків $P(\text{Трм}) \cdot P_j(m; \text{Трм})$, або $P(\text{Трм}) \cdot P_j(\nu \leq m; \text{Трм})$ по Трм в межах від $\text{Тсл} + j \cdot \text{Ткб}$ до ∞ . Тут Тсл — службова частина повідомлення, преамбула; $P_j(m; \text{Трм})$ — імовірність як раз m похибок, $P_j(\nu \leq m; \text{Трм})$ — імовірність не більш m похибок в j -му блоку при тривалості «корисного» метеора Трм .

Середня кількість метеорів, потрібних для передавання повідомлень довжиною $N_{\text{бл}}$ блоків з кількістю похибок $\nu \leq m$ розраховується як частка від ділення $N_{\text{бл}}$ на середню кількість блоків, прийнятих через один метеор з кількістю похибок $\nu \leq m$. Далі розраховується середній час передавання повідомлення довжиною $N_{\text{бл}}$ блоків.

Модель реалізована на ЕОМ типу 386-SX. Одержано оцінки середньої пропускної здатності при $m = 0$.

За допомогою моделі можна оптимізувати порогові значення $c/\text{ш}$, тривалість елементарних сигналів, розміри інформаційного пакету та кодових блоків з урахуванням виявляючої або коректуючої здатності кодів, що вживаються, з врахуванням конкретних технічних та інформаційних обмежень.

ОЦІНКА СЕРЕДНЬОЇ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ АПАРАТУРИ М-11 В РЕЖИМІ МЕТЕОРНОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ

В. І. Горбач

Україна, Харківський державний технічний університет радіоелектроніки

Середня пропускна здатність ланки метеорного радіозв'язку визначається, в основному, чисельністю «корисних» метеорів N_r і середньою тривалістю $\tau_{\text{ср}}$ метеорних спалахів.

У ряді відомих експериментальних робіт одержано залежності N_r і $\tau_{\text{ср}}$ від потужності випромінювання $P_{\text{в}}$, смуги пропускання Π приймача, порогового значення відношення $[c/\text{ш}]_{\text{п}}$, частоти f . Це дає можливість на основі відомих для опорної апаратури значень N_r і $\tau_{\text{ср}}$ розрахувати N_r і $\tau_{\text{ср}}$ для апаратури з будь-якими параметрами.

Як опорна була взята апаратура з параметрами: $f = 50$ МГц, $P_{\text{в}} = 100$ Вт, $[c/\text{ш}]_{\text{п}} = 20$ дБ, $\Pi = 1.3$ кГц. Дослідження відбувалися у липні на трасі 860 км. Відмічено: $N_r = 60$ метеорів на годину

вранці та $N_2 = 15$ метеорів на годину ввечері.

Параметри апаратури М-11: $P_i = 4$ кВт, $\Pi = 150$ кГц, $f = 45.5$ МГц, сигнали — баркерівська 13-елементна послідовність з тривалістю елементів 10 мкс з бінарною маніпуляцією початкової фази та фази елементів. Сигнали на виході баркерівського фільтру використовуються як 12- та 11-ортогональні амплітудні сигнали з часовим розподілом.

При максимально допустимому значенні імовірності символічної похибки 12-ортогонального сигналу 10^{-3} порогове значення $[c/sh]_p$ на вході баркерівського фільтру має бути не менш ~ 1.4 . Для коду Ріда—Соломона РС(22,к) тривалість кодового блоку в нашому випадку дорівнює $T_{\text{бл}} = 2.86$ мкс. Оскільки при $f = 45.5$ МГц, $\tau_{\text{ср}} = 0.5$ с, то, якщо припустити, що у зв'язку з випадковим характером тривалості «корисних» метеорів втрати енергії при передаванні інформації становлять 50%, то розмір інформаційного пакету, як вказує моделювання, має бути не більш ~ 100 кодових блоків. Тоді середня пропускна здатність апаратури М-11 при $k = 18$ буде ~ 400 біт/с вранці та ~ 100 біт/с ввечері.

5. СЕКЦІЯ «ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИРКУЛЯЦІЇ АТМОСФЕРИ БЕЗКОНТАКТНИМ МЕТОДОМ»

ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА СТРУКТУРА ВНУТРІШНІХ ГРАВІТАЦІЙНИХ ХВИЛЬ В ОБЛАСТІ МЕЗОПАУЗИ — НИЖНІЙ ТЕРМОСФЕРИ ЗА РАДІОЛОКАЦІЄЮ МЕТЕОРІВ

А. М. Олейников

Україна, Харківський державний технічний університет радіоелектроніки

У енергетичному балансі атмосфери Землі суттєву роль відіграють хвильові процеси і, зокрема, внутрішні гравітаційні хвилі (ВГХ) — коливання атмосфери з періодами від 5,5 хвилин до кількох годин. Найбільш точно ВГХ виявляються на висотах мезопаузи—нижній термосфери (80—100 км), де вони мають вже достатньо велику амплітуду і ще не переключені дисипативними процесами. Сучасні

метеорні РЛС, що визначають координати та швидкість дрейфу відбиваючої області метеорного сліду з високою точністю, дозволяють виявити просторово-часову структуру дрібномасштабних коливань швидкості вітру. Спеціальна обробка радіометеорних даних, що включає в себе просторову стратифікацію метеорних відбивань, високочастотну і низькочастотну фільтрації часових рядів швидкості вітру та їх спектральний аналіз, дає можливість виявити хвильові процеси і по сукупності ознак ідентифікувати їх з внутрішніми гравітаційними хвилями. При цьому визначаються просторові, часові та енергетичні параметри індивідуальних ВГХ, що досягають висоти метеорної зони.

За результатами експериментальних досліджень, здійснених у Харкові на автоматичному кутомірі метеорної РЛС системи МАРС на основі статистичного аналізу параметрів відокремлених хвиль, були встановлені такі основні закономірності поведінки ВГХ на висотах 80—100 км:

— амплітуда ВГХ у висотному діапазоні існування хвилі, як правило, зростає з висотою, середня величина амплітуди 12—15 м/с;

— середнє значення зональної складової фазової швидкості розповсюдження ВГХ 70—80 м/с;

— характерні розміри вертикальної та горизонтальної довжин хвиль 10—20 км і 100—800 км відповідно;

— час існування ВГХ складає 2—5 періодів хвилі;

— переважний (але не домінуючий) напрям переносу енергії ВГХ знизу вгору;

— на висотах метеорної зони спостерігаються випадки руйнування ВГХ, при цьому різко падає амплітуда ВГХ і порушується лінійність фазовисотної характеристики ВГХ, висота порушення хвилі в багатьох випадках збігається з максимумом у висотному профілі середньогодинної швидкості вітру в момент руйнування хвилі;

— зареєстровано випадки генерації ВГХ (виявлено хвилі з подібними параметрами, що розходяться у вертикальному напрямку вгору і вниз з висоти 90—94 км);

— дослідження просторової горизонтальної структури хвиль у масштабі кількох сот кілометрів, що проводились шляхом локації метеорної зони у протилежних напрямках (північ—південь) і ортогональних напрямках (північ—схід), дозволили виявити одночасно існуючі хвилі з однаковими параметрами в двох зонах опромінювання не більш ніж у 10—15 % випадків, що може бути пояснено локаційністю області розповсюдження хвилі.

THE QUASI 2-DAY OSCILLATION IN THE MESOPAUSE/LOWER THERMOSPHERE REGION

Christoph Jacobi

*Institute for Meteorology, University of Leipzig,
D-04103 Leipzig, Germany*

Combined LF D1 wind and reflection height measurements have been carried out at the Collm Observatory of the University of Leipzig since September 1982. Using the mesopause wind measurements on three frequencies, the results refer to a mean reflection point at 52° N, 15° E. These data are investigated with respect to the occurrence of a quasi 2-day oscillation in each year by separating the prevailing wind, the semidiurnal tide and the quasi 2-day oscillation by a multiple regression analysis with height dependent coefficients. The period of the quasi-2-day oscillation is not known a priori. Therefore a regression analysis is done for each period between 43 and 58 h, and the one is used, which provides the best fit to the measured data. The results are investigated with respect to the mean conditions and the interannual variability of the quasi 2-day oscillation.

Many of the investigations reported, so far are considering data of only one or a few years. Therefore it is still of considerable interest to obtain long-term series of wind oscillations in the mesopause which are suitable to provide reliable parameters, as amplitudes and phases, as well as measures for their interannual variability. From the Collm measurements, the quasi-2-day oscillation is seen as a pronounced pulse in every year, reaching maximum amplitudes of up to about 30 m/s in July and August. As reported in literature, this oscillation has been identified as a westward propagating wave of zonal wave-number 3; therefore the name "wave" can be used here, although its propagation cannot be obtained from the wind profiles at a single station.

The ratio of the zonal and the meridional amplitude is near unity. Only a few authors so far have reported values near or larger than unity, while especially in the southern hemisphere the meridional component in general is considerably larger than the zonal one.

The preferred period is near or slightly below 48 h at the time of the amplitude maximum, but longer during the growth and decrease phases of the respective pulses. The preferred phase position is about noon, this gives a hint to an interaction of the quasi two-day wave with the solar tides.

Since the wind and reflection height measurements at the Collm

Observatory have been carried out since more than 13 years so far, they can be investigated with respect to the interannual variability of the quasi 2-day wave. A solar cycle dependence is found, such that during solar maximum the amplitude is stronger than during solar minimum. This can be explained by a solar cycle dependence of the zonal prevailing wind. During solar maximum weaker westerly winds are found in the lower thermosphere, while the mesospheric easterlies are stronger. This provides better conditions for the propagation of the quasi 2-day wave into the mesopause region during solar maximum. The expected positive correlation of the amplitude of the quasi 2-day wave with the zonal prevailing wind is found.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ МЕЗОСФЕРИ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЇ РЕЗОНАНСНОЇ ЛОКАЦІЇ ДОМІШОК МЕТЕОРНОГО ПОХОДЖЕННЯ

М. Ф. Лагутін

*Україна, Харківський державний технічний
університет радіоелектроніки*

Комплексні дослідження мезосферної домішки лазерами та радіо-методами у Харківському державному університеті радіоелектроніки почалися у 80-х роках. Створено комплекс лазерної та імпульсної радіометеорної апаратури, який було встановлено на антарктичній станції Молодіжна, де вперше у світовий практиці одержано відомості про динаміку домішок над Антарктидою. Одночасно було розгорнуто техніку безперервної локації метеорів та дві лідарні станції у районі КопетДагу (Туркменія). Апаратура, яка була встановлена у районах Туапсе та Харкова, створила глобальну національну мережу для дослідження динаміки мезосферного натрію та літію. У доповіді розглядаються проблеми добових і сезонних варіацій, шару домішок натрію, динаміка висотного ходу його концентрації. На основі даних про хвильовий характер зміни концентрації даються приклади оцінки вертикальних рухів акустогравітаційних хвиль, здійснюється порівняння з радіометеорними оцінками нерегулярних рухів однієї і тієї же області висот.

Дослідження аномалій концентрації натрію у стовпі дозволили підтвердити метеорну модель походження мезосферної домішки. Вивчення домішки у періоди дії головних метеорних потоків дозволило пояснити феномен підвищення концентрації натрію,

коли в атмосферу Землі входять великі метеорні тіла потоку, який реєструється.

Обговорюються аномалії концентрації домішок іншого походження, у тому ж числі і вулканічного антропогенного походження за рахунок впливу речовини в аерономічних експериментах, при абляції апаратів, що спускаються, та інших явищ.

Формулюються проблеми подальших фундаментальних досліджень мезосферної домішки методом резонансної локації.

ОЦІНКА ДЕЯКИХ ПАРАМЕТРІВ ТУРБУЛЕНТНИХ ПРОЦЕСІВ ЗА ДАНИМИ АЕРОЛОГІЧНОГО РАДІОЗОНДУ І СТ РЛС

О. А. Соляник, В. М. Олейников
*Україна, Харківський державний технічний
університет радіоелектроніки*

У роботі стисло викладаються теоретичні передумови, що лежать в основі функціонування СТ РЛС. Даються висотні профілі потужності, що приймається, годинного інтервалу вимірювань. Визначається неінваріантність цих профілів відносно початкової орієнтації електричного вектору хвилі, що випромінюється. Робиться припущення про те, що це являється наслідком анізотропної будови атмосфери і виявляється у різниці горизонтальних просторових розмірів зовнішніх та внутрішніх масштабів неоднорідностей. Співвідношення цих розмірів відрізняється від одиниці для більшості висот, а у районі тропопаузи досягає 5...8 кратного відношення. Час життя неоднорідностей для інтервалу висот 3...11 км складає 1...10 с, а для окремих висот може досягати 5...10 хвилин. Результати сумісних аерологічних вимірювань та на СТ РЛС дозволили оцінити абсолютну величину межі інерційного діапазону довжин хвиль. Для інтервалу висот 2,5...8 км зовнішній масштаб турбулентності був більше або дорівнював 10 км і досягав іноді величини 100 м і більше. Згідно проведеним вимірюванням характер змін висотної залежності зовнішнього масштабу турбулентності відповідає теоретичному, але майже на порядок менше, особливо для висот атмосфери вище тропопаузи.

**МЕТОДИЧНІ ПИТАННЯ ВПЛИВУ
ПАРАМЕТРІВ АНТЕННОЇ СИСТЕМИ
НА ТОЧНОСТНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШВИДКОСТІ ВІТРУ,
ЩО ВИМІРЮЄТЬСЯ ДОПЛЕРОВСЬКОЮ СТ РЛС**

О. А. Соляник

*Україна, Харківський державний технічний
університет радіоелектроніки*

Оцінюється величина похибок вимірів швидкості вітру для антенних ґраток з апертурою $8.2\lambda * 8.2\lambda$ і $11.2\lambda * 11.2\lambda$ доплеровської РЛС квазізенітного випромінювання для випадку рівномірного та «косинусного» амплітудно-фазового розподілу (АФР) в апертурі.

Одночасна присутність у досліджуваному імпульсному об'ємі як розсіюючих ізотропних неоднорідностей атмосфери, так і неоднорідностей, котрим притаманні квазідзеркальні відбивання, приводять до того, що прийнята потужність визначається згортокою кутового спектр-фактору кутової чутливості ($a(\theta)$) — та головного пелюстка діаграми направленості (ДН) антени. Відповідно до оцінок фактору кутової чутливості, наведених в [1,2], для висот атмосфери більш 2 км $a(\theta)$ може досягати величини 2.5 дБ/град при середній величині $a(\theta) = 1.5$ дБ/град. Наявність фактора кутової чутливості приводить до систематичних похибок визначення горизонтальної складової швидкості вітру та прийнятої оцінки рівня потужності.

Із зроблених оцінок видно, що при рівномірному збудженні апертури і при $a(\theta) > 2$ дБ/град, методичні похибки швидкості, що реєструються, різко зростають ($\delta U_1 > 20\%$). При $a(\theta) < 1.5$ дБ/град краще використовувати рівноамплітудне АФР. У випадку $a(\theta) = 1$ дБ/град $\delta U_1 < 8\%$. При рівноамплітудному АФР відносна ширина спектру доплеровських частот ($\Delta\Omega/\Omega$), що реєструються, знаходиться у сильній залежності від фактору кутової чутливості, у той час як для «косинусного» АФР спостерігається більша стабільність. При $a(\theta) = 1$ дБ/град для апертур $\geq 10\lambda$ і вказаних раніше АФР $\Delta\Omega/\Omega$ 15...18%, а оптимальні кути фазування ДН від зеніту складають 10° ... 15° .

Література

1. Rottger J. // In. Handbook for MAP. Urbana. Ill., 1983.—9.—P. 150—163.
2. Rottger J., Vincent R. A. // Geophys. Res. Lett.—1978.—5, N 11.—P. 917—920.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОФІЛЕЙ ШВИДКОСТІ ВІТРУ, ЩО СПОСТЕРІГАЮТЬСЯ НА СТРАТОСФЕРНО-ТРОПОСФЕРНІЙ РАДІОЛОКАЦІЙНІЙ СТАНЦІЇ

В. М. Олейников, О. А. Соляник
*Україна, Харківський державний технічний
університет радіоелектроніки*

Розглядаються результати сумісних вимірювань профілю швидкості вітру, одержані на стратосферно-тропосферній (СТ) радіолокаційній станції (РЛС) та станції аерологічного зондування метеорологічної служби Харкова. Відмічається задовільне узгодження профілів швидкості і напрямку вітру, одержаних двома методами. Різниці, що спостерігаються в експерименті, пояснюються просторово-часовою мінливістю поля швидкості вітру, оскільки відстань між пунктами спостереження складає біля 75 км, а час піднімання радіозонда до висоти тропопаузи — біля 30 хвилин. Усереднення даних СТ РЛС за декілька годин дозволяє відфільтрувати високочастотні складові; узгодження вітрових профілів у всьому висотному діапазоні від 2 до 13 км поліпшується; розбіжність не більш 2—3 м/с. Порівняння профілів градієнтів швидкості вітру, одержаних на СТ РЛС, і температури (радіозонд) дозволяє зробити висновок про наявність кореляційного зв'язку між варіаціями швидкості і температури.

Наводиться приклад реєстрації струменевої течії на СТ РЛС 20.06.89 р. Вісь струменевої течії знаходиться на висоті 5.6 км, швидкість вітру на осі струму — 27.5 м/с, кут між напрямком переважного вітру і віссю струму — 120°.

ВИСОТНА ЗАЛЕЖНІСТЬ ПОЛЯРИЗАЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ СИГНАЛІВ, РОЗСІЯНИХ У ТРОПОСФЕРІ (за даними зондування на СТ РЛС)

О. А. Соляник
Україна, Харківський державний технічний університет радіоелектроніки

При проведенні вимірювань швидкості повітря на СТ РЛС, було визначено, що при випромінюванні у зеніт висотні профілі потужності мають складну структуру, яка показує амплітудно-висотні відмінності в залежності від напрямку орієнтації електричного

вектора поля випроміненої хвилі. Часова стабільність висотної структури відбитого сигналу дозволила виробити оцінку поляризаційних властивостей відбитого сигналу шляхом вимірювання параметрів Стокса за допомогою антени з переналагоджуваною поляризацією. Випромінювання здійснювалося для двох просторових орієнтацій вектора електричного поля: північ—південь та схід—захід. В обох випадках вимірювалася висотна залежність параметрів Стокса, за якими визначалися: орієнтація головної осі еліпсу, співвідношення осей та напрямок обходу еліпсу.

Експерименти показали, що при орієнтації випромінюваного вектора електричного поля у напрямку північ—південь, сигнал, що приймається, стає вищим, ніж при орієнтації схід—захід майже на всіх висотах. Величина цього перевищення досягла 20 дБ. Спостережені еліптично поляризовані хвилі мали як лівий напрямок, так і правий (при випромінюванні лише лінійної поляризації). Для всіх спостережених висот орієнтація головної осі еліпсу прийнятого сигналу групується відносно напрямку орієнтації вектора електричного поля випроміненої хвилі. Сектор кутів орієнтації головної осі еліпса для напрямку випромінювання північ—південь складає $-23^\circ \dots +19^\circ$, а для напрямку захід—схід — $-38^\circ \dots +27^\circ$. На певних висотах спостерігалася кругова поляризація.

АЛГОРИТМИ ТА АПАРАТНІ ЗАСОБИ ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ В АТМОСФЕРНІЙ РЛС ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗОНДУВАННЯ

О. Г. Карабанов

Україна, Харківський державний технічний університет радіоелектроніки

Радіолокаційні станції вертикального зондування (РЛС ВЗ) — відносно новий тип апаратури для дослідження атмосфери. Вони являють собою доплеровські, когерентно-імпульсні, моностатичні РЛС. Для одержання геофізичної інформації в РЛС ВЗ використовується явище відбивання радіолокаційних сигналів від неоднорідностей атмосфери, що переносяться переважним вітром — турбулентностей ясного неба, градієнтів вологості і температури.

Спектральна густина потужності відбитих сигналів утримує інформацію про параметри атмосферних переміщень, що дозволяє РЛС ВЗ вимірювати швидкість вітру і досліджувати всілякі динамічні процеси у тропо-стратосфері.

Великий динамічний діапазон відбитих сигналів (ослаблення відбитого сигналу на 6 дБ/км у тропосфері та біля 3 дБ/км у стратосфері) і мале значення доплерівського зсуву частоти (одиниці або десятки Герц) потребують застосування оптимальних алгоритмів цифрової обробки сигналів та їх спектрального аналізу.

В доповіді описуються застосовані в сучасних РЛС ВЗ алгоритми апаратної і програмної обробки сигналів, різноманітні методи редагування та сгладжування часових рядів даних зондування.

Подаються характеристики, обговорюються переваги та недоліки систем цифрової обробки сигналів з одним та двома квадратурними каналами.

З урахуванням специфіки відбитого сигналу і особливостей досліджуваних атмосферних процесів аналізуються варіанти побудови багатоканального когерентного накопичувача, його основні параметри. Описуються апаратні засоби цифрової обробки сигналів — когерентний накопичувач, синхрогенератор, обладнання зв'язку з ЕОМ, розроблені для РЛС СТ (стратосферно-тропосферна) і СШ (суміжного шару) у ПНДЛ РТ ХРУРЕ. Вказані вимоги до розрядності і швидкодії АЦП.

В доповіді подаються також деякі результати обробки вимірювань на СТ і СШ РЛС ХТУРЕ — спектри відбитих сигналів; профілі швидкості вітру, потужності відбитого сигналу і земної перешкоди, ширина спектру, одержаних за допомогою описаних апаратних і програмних засобів.

СЕЗОННІ ВАРІАЦІЇ ПЕРЕВАЖНИХ ТА РЕГУЛЯРНИХ РУХІВ АТМОСФЕРИ НА ВИСОТАХ 80—100 КМ (ЗА РАДІОЛОКАЦІЄЮ МЕТЕОРІВ)

А. М. Олейников

Україна, Харківський державний технічний університет радіоелектроніки

Рухи в атмосфері Землі в області мезопаузи — нижньої термосфери (висоти 80—100 км) являють собою сукупність стійких переважних рухів, регулярних припливних коливань з періодом 12 і 24 годин та нерегулярних складових (турбулентні рухи, внутрішні гравітаційні хвилі та ін.). Основним методом отримання регулярних даних про динамічні процеси на цих висотах є метод радіолокації метеорних слідів, які дають змогу виявити просторово-часову структуру рухів різних масштабів. З цією метою

використовують метеорні РЛС обладнані системою вимірювань координат та швидкості дрейфу відбиваючої області метеорного сліду.

Багаторічні експериментальні дослідження, які були проведені у Харкові в період з 1986 по 1995 рр. на автоматичному кутомірі метеорної РЛС системи МАРС дозволили виявити такі основні закономірності переважних та регулярних рухів на висотах 80—100 км:

— основний напрямок зональної складової переважної швидкості повітря в усій області висот з західу на схід, за винятком весняної та осінньої перебудови зональної циркуляції; середньорічні значення зональної швидкості переважного вітру складають 5—10 м/с, а середньомісячні не перевищують 25 м/с;

— середньомісячні значення вертикального градієнту зональної швидкості переважного вітру до висот 94—98 км з квітня по серпень складають $2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \text{ км}^{-1}$;

— весняна перебудова зональної циркуляції починається у верхній області метеорної зони в кінці лютого — на початку березня, і, зміщуючись донизу, закінчується у липні — на початку серпня, середньомісячні значення швидкості під час перебудови не перевищують 15 м/с;

— осіння перебудова зональної циркуляції проявляється у зменшенні швидкості до значень близьких до нуля, інколи переходячи до від'ємної області;

— амплітуда річної гармоніки зональної компоненти переважного вітру перевищує піврічну гармоніку в нижчій області метеорної зони, у висотному профілі фази річної гармоніки на середніх висотах метеорної зони спостерігається стрибок фази, що вказує на протифазну зміну річних коливань у верхній та нижній областях метеорної зони;

— амплітуда півдобового припливу у зимово-весняний період має високий вертикальний градієнт, що досягає $2,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \text{ км}^{-1}$, а у літньо-осінній період не перевищує $0,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \text{ км}^{-1}$; середньорічне значення амплітуди складає 15—18 м/с; вертикальна довжина хвилі півдобового приливу є максимальною влітку і досягає 200 км, а в зимові місяці — 40—60 км;

— середньорічне значення амплітуди добового приливу складає 7 м/с; її вертикальний градієнт незначний, вертикальна довжина хвилі добового припливу з грудня по травень змінюється в межах 30—70 км, в інші пори року — більш ніж 100 км;

— середньорічна амплітуда квазідвобових коливань складає 6—7 м/с, в річному ході амплітуди квазідвобових коливань наявний максимум у червні — липні, амплітуда квазідвобових коливань слабо залежить від висоти протягом усіх сезонів року; — варіації основних параметрів динамічного режиму від місяця до місяця мінливі в більшій степені, ніж від року до року.

АТМОСФЕРНА РАДІОЛОКАЦІЙНА СТАНЦІЯ ПОГРАНИЧНОГО ШАРУ

Б. Л. Кащєєв, В. М. Олейников, О. А. Соляник,
Л. П. Татарець, А. М. Олейников, А. Г. Карабанов

Україна, Харківський державний технічний університет радіоелектроніки

Атмосферна радіолокаційна станція пограничного шару (РЛС ПШ) призначена для вимірювання динамічних характеристик атмосферних процесів у діапазоні висот 0,3—3 км. Необхідність розробки ПШ РЛС обумовлена неможливістю перекриття цього висотного діапазону за допомогою СТ (стратосферно-тропосферної) РЛС.

ПШ РЛС Харківського державного технічного університету радіоелектроніки — це когерентна доплерівська моностатична станція вертикального зондування, що працює з частотою 912 МГц. Як антену використано висічку з параболоїда (діаметром — 7,62 м та шириною — 2,45 м) з рупорним опромінювачем. Дзеркало закріплене на поворотному пристрої з електромеханічним приводом, який дає змогу орієнтувати діаграму спрямованості (ДС) в секторі кутів: за азимутом 0° — 360° , за зенітним кутом — -15° — $+15^{\circ}$ градусів. Параметри ДС антенної системи вимірювалися за радіовипромінюванням Сонця і склали: ширина ДС на рівні -3 дБ в площині Н — $8^{\circ}18'$, ширина в площині Е — $2^{\circ}45'$. Для випромінювання та приймання відбитих сигналів використовується одна антенна система. Комутація сигналів приймача та передавача здійснюється за допомогою антенного перемикача, виконаного на базі двох циркуляторів та діодів.

Попередні каскади передавального пристрою виконані на напівпровідникових приладах, кінцеві каскади — на вакуумних лампах. Живлення кінцевих каскадів здійснюється від імпульсного тиристорного модулятора. Імпульсна потужність передавача 1,5 кВт.

Приймальний пристрій ПШ РЛС — супергетеродин з подвійним перетворенням частоти зі схемою ВАРУ у вхідних мережах, яка виключає перевантаження приймального пристрою. Шумова температура приймача — 240°K . Сигнали гетеродинів та несучій передаючого пристрою формується з одного високостабільного коливання шляхом прямого синтезу, що забезпечує когерентність усієї системи. Необхідні керуючі сигнали для роботи усіх систем РЛС формуються програмно керуючим синхрогенератором.

Відбитий сигнал, з виходу фазового детектора, надходить на цифрову апаратуру когерентного накопичення, а потім до пам'яті ЕОМ. Після чисельного спектрального аналізу з кожної висоти здійснюється оцінка перших трьох моментів параметрів спектра. По закінченні сеансу зондування у реальному часові на екран монітора виводяться такі висотні профілі: потужність розсіяного сигналу, спектральної ширини швидкості та напрямку вітру. Розділення по висоті — 150 м, час отримання одного профілю — 2 хв.

Приведено результати зондування за гідрометеорами 04.11.95 р. до висоти 4 км.

АНАЛІЗ БАГАТОШКАЛЬНОЇ ФАЗОВОЇ СИСТЕМИ КУТОМІРНОЇ МЕТЕОРНОЇ РЛС

В. В. Жуков,

В. А. Шевчук

*Україна, Харківський державний технічний
університет радіоелектроніки*

З єдиних методологічних позицій розглянуто можливості організації фазометричних баз метеорної кутомірної РЛС. Наводяться матриці лінійного перетворення початкового вектору вимірювань та коваріаційні матриці вектору різниці фаз для дво-, трьох- і багатобазових антенних систем.

Наводяться розрахункові формули для визначення оцінки напрямного косинуса кута надходження радіохвиль та його умовної дисперсії.

Виконано дослідження функції правдоподібності дво- і трьохшкального фазового кутомірного пристрою при практично прийнятних розмірах баз. При цьому приймалося, що внутрішні шуми приймачів незалежні і розподілені нормально. Функція правдоподібності системи одномірна, але має багатопелюстковий вигляд.

При малих похибках вимірювань, тобто при $s/\sigma > 3$, шляхом виділення достатньої статистики вирази для функції правдоподібності суттєво спрощуються, а пелюстки функції правдоподібності системи не перекриваються. Функція правдоподібності двошкальної системи не залежить від того, яка з антен є опорною (центральна чи периферійна).

Достовірність оцінки напрямного косинуса кута надходження радіохвиль визначається відсутністю аномальних похибок. Розраховано імовірності правильного усунення неоднозначності фазових вимірювань для різних дво- та трьохшкальних систем.

5



12

Українська Астрономічна Асоціація щиро вітає

**Миколаївську астрономічну обсерваторію
у зв'язку зі 175-річним ювілеєм**

**Астрономічну обсерваторію
Одеського Державного Університету
у зв'язку зі 125-річним ювілеєм**

**Кафедру основ радіотехніки
Харківського технічного
університету радіоелектроніки
у зв'язку з 50-річним ювілеєм**

**та бажає ювілярам творчих досягнень
на благо розвитку астрономічної науки в Україні**

Українська Астрономічна Асоціація щиро вітає

**з присудженням у 1996 році стипендії
Української Астрономічної Асоціації
імені Юрія Дрогобича**

**Ковальчука Олександра Миколайовича (МАО)
Колесникова Сергія Вячеславовича (АО ОДУ)**

УКРАЇНСЬКА АСТРОНОМІЧНА АСОЦІАЦІЯ



Українську Астрономічну Асоціацію (УАА) засновано 24 січня 1991 року в м. Києві. Засновники УАА: Головна астрономічна обсерваторія НАН України (м. Київ), Радіо-астрономічний інститут НАН України (м. Харків), Астрономічна обсерваторія Київського університету імені Тараса Шевченка. Колективні члени УАА: Кримська астрофізична обсерваторія, астрономічні обсерваторії Львівського, Одеського та Харківського університетів, Миколаївська астрономічна обсерваторія, Полтавська гравіметрична обсерваторія, Державний міжвузівський центр лазерно-локаційних спостережень ШСЗ "Оріон" (м. Алчевськ, Луганської області), Київське відділення Міжнародного центру астрокосмічних та медико-екологічних досліджень, кафедра вищої геодезії та астрономії Львівського політехнічного інституту, лабораторія космічних досліджень Ужгородського університету, проблемна науково-дослідницька лабораторія радіотехніки Харківського технічного університету радіоелектроніки. Асоційовані члени УАА: Одеське астрономічне товариство, Українське товариство гравітації, релятивістської астрофізики та космології.

В 1992 році УАА прийнято до Європейського астрономічного товариства, а з 1993 вона діє як Український національний комітет Міжнародної Астрономічної Спілки.

Асоціацію створено з метою:

- сприяння розвитку астрономії в Україні;
- розвитку міжнародного співробітництва в інтересах астрономії;
- піднесення ролі і престижу української науки;
- сприяння забезпеченню наукових та освітніх потреб українського народу, підготовки наукових кадрів;
- захисту інтелектуальної власності, авторських і соціальних прав учасників УАА.

Члени Асоціації проголошують свою прихильність принципам, закріпленим в Статуті Організації Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури.

Наша адреса:
254053, Київ-53,
вул. Обсерваторна, 3
Астрономічна обсерваторія КУ
Українська Астрономічна Асоціація
e-mail: uaa@aoku.freenet.kiev.ua