

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК**

**ИЗВЕСТИЯ  
ГЛАВНОЙ  
АСТРОНОМИЧЕСКОЙ  
ОБСЕРВАТОРИИ  
В ПУЛКОВЕ**

**№ 219**

**Выпуск 4**

**Труды**

**Всероссийской астрометрической конференции**

**«ПУЛКОВО – 2009»**

Санкт-Петербург  
2009

## **Редакционная коллегия:**

Доктор физ.-мат. наук **А.В. Степанов** (ответственный редактор)

член-корреспондент РАН **В.К. Абалакин**  
доктор физ.-мат. наук **А.Т. Байкова**  
кандидат физ.-мат. наук **Т.П. Борисевич** (ответственный секретарь)  
доктор физ.-мат. наук **Ю.Н. Гнедин**  
кандидат физ.-мат. наук **А.В. Девяткин**  
доктор физ.-мат. наук **Р.Н. Ихсанов**  
доктор физ.-мат. наук **Ю.А. Наговицын**  
доктор физ.-мат. наук **А.А. Соловьев**  
доктор физ.-мат. наук **Е.В. Хруцкая**

Зав. редакцией **Е.Л. Терёхина**

Издание осуществлено с оригинала, подготовленного к печати  
Главной (Пулковской) астрономической обсерваторией РАН

**ИЗВЕСТИЯ  
ГЛАВНОЙ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ  
В ПУЛКОВЕ  
№ 219  
Выпуск 4  
Труды Всероссийской астрометрической конференции  
«Пулково – 2009»**

Утверждено к печати  
Главной (Пулковской) астрономической обсерваторией РАН

Компьютерная верстка оригинал-макета Е.Л. Терёхиной

**ISBN 978-5-9651-0403-1**

© Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, 2009

## ИЗВЕСТИЯ

## Главной астрономической обсерватории в Пулкове

## Выпуск 4

ТРУДЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ АСТРОМЕТРИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
«ПУЛКОВО – 2009»

## СОДЕРЖАНИЕ

**Алешкина Е.Ю.**

Численно-экспериментальное исследование эволюции вращательной динамики фебы (С9)..... 9

**Алешкина Е.Ю., Куприянов В.В., Девяткин А.В., Верецагина И.А., Слесаренко В.Ю.**

Исследование движения астероида 2008 ТС3..... 17

**Ананьевская Ю.К., Поляков Е.В., Фролов В.Н., Цветков М.К.**

Обработка и измерение фотопластинок с рассеянными скоплениями на измерительной машине «Фантазия»..... 21

**Ассиновская Б.А., Горшков В.Л., Овсов М.К., Щербакова Н.В., Галаганов О.Н., Гусева Т.В., Розенберг Н.К.**

О геофизических предпосылках аномальных движений в районе Ладожского и Онежского озёр..... 27

**Ассиновская Б.А., Малкин З.М., Щербакова Н.В.**

Связь поверхностной и глубинной геодинамики на примере Калининградского землетрясения 21 сентября 2004 года..... 33

**Ахметов В.С., Федоров П.Н.**

Кинематические параметры Галактики по данным 270 миллионов абсолютных собственных движений звезд..... 39

**Бережной А.А.**

ПЗС-наблюдения астероидов на Пулковском нормальном астрографе: исследование и учет систематических ошибок координат..... 45

**Богданов В.И., Малова Т.И., Колотилин Р.А.**

О точности и репрезентативности вековых обсерваторских рядов наблюдений и о мерах длины XVIII столетия в России..... 51

**Валеев С.Г., Нефедьев Ю.А., Вараксина Н.Ю.**

Построение глобальной селеноцентрической опорной координатной системы..... 57

**Верецагина И.А., Девяткин А.В., Горшанов Д.Л., Карашевич С.В., Найден Я.В., Соков Е.Н.**

Фотометрия и построение моделей некоторых двойных и кратных астероидов главного пояса и группы АСЗ..... 61

<b>Горшков В.Л.</b> Исследование шестилетних вариаций скорости вращения Земли.....	67
<b>Гумеров Р.И., Немтинов А.В., Пинигин Г.И., Аслан З.</b> Телескоп РТТ150 и его возможности для астрометрических проектов.....	73
<b>Damljanović G.</b> Improvement of accuracy of proper motions of Hipparcos catalogue stars using optical latitude observations.....	79
<b>Десяткин А.В., Горшанов Д.Л., Куприянов В.В., Бехтева А.С., Алёшкина Е.Ю., Верецагина И.А., Соков Е.Н., Карашевич С.В., Найден Я.В., Слесаренко В.Ю.</b> Наблюдения тел солнечной системы на автоматизированных телескопах ЗА-320М и МТМ-500М.....	85
<b>Десяткин А.В., Львов В.Н., Цекмейстер С.Д.</b> Астрометрия без опорных звезд: видимые взаимные сближения астероидов.....	91
<b>Епишев В.П., Мотрунич И.И., Исак И.И., Кудак В.И., Новак Э.И., Мацо А.М.</b> Возмущающие эффекты в собственном вращении ИСЗ и их связь с солнечной активностью.....	93
<b>Жаров В.Е., Сажин М.В., Семенов В.Н., Куимов К.В., Сажина О.С., Ашимбаева Н.Т.</b> Физические причины вариации видимого положения квазаров.....	99
<b>Захожай В.А.</b> Статистическая космогония – новое направление в исследовании эволюции звездных систем.....	105
<b>Захожай В.А., Гнедин Ю.Н., Шахт Н.А.</b> Вклад Пулковской и Харьковской астрономических школ в развитие проблемы поиска и существования планетных систем в Галактике.....	111
<b>Захожай В.А., Захожай О.В.</b> Результаты предварительных расчетов энергетических спектров излучения субзвезд с плоскими дисками без центральной щели.....	119
<b>Илясов Ю.П., Пишков М.С.</b> Современные проблемы пульсарной астрометрии.....	125
<b>Кайзер Г.Т.</b> Результаты позиционных наблюдений астероидов в астрономической обсерватории Уральского государственного университета.....	131
<b>Киселев А.А., Романенко Л.Г., Шахт Н.А., Кияева О.В., Грошева Е.А., Измайлов И.С.</b> Динамическое исследование широких пар двойных звезд в окрестностях Солнца	135
<b>Кияева О.В.</b> Возможные невидимые спутники в системах двойных звезд ADS 7446 и ADS 9701.....	141
<b>Клещонок В.В., Буромский Н.И.</b> Киевская электронная база данных телевизионных наблюдений покрытий звезд Луной в 2003-2009 гг. ....	147

<b>Короткова Н.Ю.</b> Моделирование групповой шкалы пульсарного времени.....	155
<b>Кузин С.П., Татевян С.К.</b> DORIS-технология как потенциальный инструмент глобальной геодезической наблюдательной системы.....	161
<b>Кузнецов Э.Д.</b> Влияние планетарных масс на устойчивость солнечной системы.....	167
<b>Лапаева В.В., Кутленков М.В., Кистерский А.П., Нефедьев Ю.А.</b> Новый подход к изучению техногенных катастроф на основе астрономических наблюдений.....	173
<b>Львов В.Н., Цекмейстер С.Д.</b> ЭПОС – эффективный инструмент для исследования и эфемеридной поддержки наблюдений объектов солнечной системы.....	179
<b>Мажаев А.Э., Процюк Ю.И.</b> Астрономические базы данных как фундамент виртуальной обсерватории.....	185
<b>Малкин З.М.</b> ICRF – современное состояние и ближайшие перспективы.....	189
<b>Малкин З.М.</b> Использование вариации Аллана и ее модификаций для исследования временных рядов.....	195
<b>Малкин З.М.</b> Проект VLBI2010.....	199
<b>Малкин З.М.</b> Сравнение эмпирических моделей свободной нутации ядра.....	205
<b>Малкин З.М., Львов В.Н., Цекмейстер С.Д.</b> Сближения планет с радиоисточниками в 2009-2050 гг. и их использование для проверки физических теорий.....	211
<b>Малков О.Ю.</b> Астрометрические космические миссии.....	217
<b>Миллер Н.О.</b> Исследование Чандлеровского движения полюса.....	223
<b>Миллер Н.О., Прудникова Е.Я.</b> Ранние пулковские наблюдения широты.....	229
<b>Мильков Д.А., Макаренко Н.Г., Малкин З.М.</b> Прогноз параметров вращения Земли методом нейрокомпьютинга.....	235
<b>Нароенков С.А.</b> Характеристики ассоциаций астероидов, сближающихся с Землей.....	240
<b>Никифоров И.И., Казакевич Е.Э.</b> Возрастная неоднородность кинематики подсистемы рассеянных скоплений Галактики.....	245

<b>Пасынок С.Л.</b> Коэффициенты STF ряда для производных произвольного порядка от геофизических функций, представленных в виде STF-ряда.....	251
<b>Петрова Н.К., Гусев А.В., Кавано Н., Ханада Х.</b> Исследование физической либрации луны в японском космическом эксперименте ILOM.....	255
<b>Петрова Н.К., Гусев А.В., Кикучи Ф., Кавано Н., Ханада Х.</b> Моделирование измерений физической либрации Луны в японском космическом проекте, основанном на методе обратной РСДБ.....	262
<b>Поляков Е.В., Гинзбург Э.С., Канаев И.И., Патютко Н.Д., Стрелецкий Ю.С., Шумахер В.А.</b> Реконструкция астрографической измерительной машины «Фантазия» (технический аспект).....	267
<b>Попова Е.А.</b> Исследование систематических изменений координат радиоисточников по рядам их суточных положений.....	273
<b>Protitch-Benishek V., Trajkovska V., Damljanović G.</b> Fundamental astronomy: some historical notes on the instruments of the Belgrade astronomical observatory.....	279
<b>Пушкарев А.Б., Ковалев Ю.Ю.</b> РСДБ-астрофизика в помощь РСДБ-астрометрии.....	285
<b>Романенко Л.Г.</b> Пулковская программа исследований визуально-двойных звезд по фотографическим наблюдениям на 26-дюймовом рефракторе: состояние и перспективы.....	289
<b>Рыльков В.П., Дементьева А.А., Нарижная Н.В., Пинигин Г.И., Майгурова Н.В., Процюк Ю.И.</b> Каталог 21641 звезд вокруг 239 внегалактических астрометрических радиоисточников.....	293
<b>Рыльков В.П., Нарижная Н.В.</b> Астрометрические положения 78 галактических радиоисточников.....	299
<b>Рыльков В.П., Нарижная Н.В.</b> Каталог опорных звезд для наблюдений галактических радиозвезд.....	309
<b>Рыльков В.П., Нарижная Н.В.</b> Позиционные ПЗС-наблюдения областей звезд на Пулковском нормальном астрографе.....	315
<b>Сасюк В.В., Нефедьев Ю.А., Вараксина Н.Ю., Чуркин К.О.</b> Модернизация наблюдательного комплекса АОЭ.....	319
<b>Тимошкова Е.И.</b> Динамические и статистические свойства потенциально опасных астероидов.....	323
<b>Тиссен В.М., Толстиков А.С., Малкин З.М.</b> Неравномерности вращения Земли и результаты, достигнутые в их прогнозировании.....	329

**Толчельникова С.А., Чубей М.С.**

О роли наблюдений галилеевых спутников Юпитера в знаменательных научных открытиях..... 335

**Федоров П.Н., Ахметов В.С.**

Каталог абсолютных собственных движений 270 миллионов звезд..... 341

**Харин А.С.**

Инфракрасная астрометрия после IRAS PSC и 2MASS..... 347

**Хруцкая Е.В., Ховричев М.Ю., Бережной А.А., Нарижная Н.В., Дементьева А.А.**

Анализ точности теории движения главных спутников Сатурна на основе ПЗС-наблюдений, выполненных на Нормальном астрографе Пулковской обсерватории 351

**Хруцкая Е.В., Ховричев М.Ю., Измайлов И.С., Бережной А.А.**

Пулковская программа исследований звезд с большими собственными движениями..... 355

**Чубей М.С.**

Межпланетная Стереоскопическая Обсерватория: астрономическая часть научной программы и компоновки..... 361

**Чубей М.С., Львов В.Н., Ягудин Л.И., Цекмейстер С.Д., Смирнов Е.А.**

Моделирование решения задач астероидно-кометной опасности в орбитальном проекте «Межпланетная Солнечная Стереоскопическая Обсерватория»..... 369

**Шахт Н.А., Киселев А.А., Романенко Л.Г., Грошева Е.А.**

Исследование двойных звезд в рамках программы наземной поддержки проекта "GAIA"..... 375

**Киселева Т.П., Измайлов И.С., Калиниченко О.А., Васильева Т.А.**

Астрометрические исследования системы Сатурна по наблюдениям на 26-дюймовом рефракторе в Пулкове в период 1995–2007 гг. .... 381

## ИСТОРИЯ АСТРОНОМИИ

**Богданов В.И., Малова Т.И., Медведев М.Ю.**

Несбывшийся проект Ж.Н. Делиля «О мерянии земли в России»..... 391

**Wanderka D., Pinigin G.**

Victor Knorre last member of the Knorre dynasty of astronomers – an overview of his life and work..... 397

**Десяткин А.В., Толбин С.В.**

Инструменты Эртеля-Струве на службе астрометрии..... 403

**Левитская Т.И.**

Николай Первый и Пулковская обсерватория..... 409

**Московченко Н.Я.**

К истории создания портретной галереи Пулковской обсерватории..... 415

**Нефедьев Ю.А., Ризванов Н.Г., Дубяго И.А., Галеев А.И., Вараксина Н.Ю.**

История научных связей астрономов «Северной столицы» и Казани..... 419

***Пинигин Г.И., Толбин С.В.***

Шедевры астрономической техники XIX века – главные меридианные инструменты Пулковской и Николаевской обсерваторий..... 427

***Положенцев А.Д., Положенцева Л.Д.***

Дмитрий Дмитриевич Положенцев. Профессия – астроном..... 433

***Пуляев С.П.***

Боливийская экспедиция и роль в ней Х.И. Поттера..... 437

***Стрелецкий Ю.С., Смирнов Б.Н.***

Андрей Антонович Немиро (к 100-летию со дня рождения)..... 441

***Толбин С.В., Крюндаль А.В.***

Восстановление Западного Меридианного зала и реставрация меридианных инструментов Эртеля-Струве (БПИ и БВК)..... 445

***Héral S.F., Pinigin G.I.***

The Dynasty of Knorre Astronomers and other Knorre Dynasties..... 451

***Хруцкая Е.В.***

Вклад Пулковской и Николаевской обсерваторий в создание опорных систем координат в период, предшествующий проекту HIPPARCOS..... 457

***Шахт Н.А.***

Александр Николаевич Дейч (к 110-летию со дня рождения)..... 467

**Резолюция** Всероссийской астрометрической конференции «Пулково-2009»..... 473

**Список авторов**..... 475

## **КАТАЛОГ 21641 ЗВЕЗД ВОКРУГ 239 ВНЕГАЛАКТИЧЕСКИХ АСТРОМЕТРИЧЕСКИХ РАДИОИСТОЧНИКОВ**

**Рыльков В.П.<sup>1</sup>, Дементьева А.А.<sup>1</sup>, Нарижная Н.В.<sup>1</sup>,  
Пинигин Г.И.<sup>2</sup>, Майгурова Н.В.<sup>2</sup>, Процюк Ю.И.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ГАО РАН, Санкт-Петербург, Россия, [vryl@gao.spb.ru](mailto:vryl@gao.spb.ru)

<sup>2</sup>НАО, Николаев, Украина, [pinigin@nao.nikolaev.ua](mailto:pinigin@nao.nikolaev.ua)

*Присоединяя данные новых наблюдений 2007-2008 гг., завершён следующий этап по увеличению плотности звезд сводного каталога звезд 11-17 mag для 239 областей, предназначенный для выполнения оптических наблюдений слабых астрометрических внегалактических радиоисточников (ERS) с целью их привязки к РСДБ наблюдениям (системе ICRS).*

*В состав его входят несколько фотографических каталогов и несколько, полученных на инструментах, оснащенных CCD-приемниками. На данном этапе обработано несколько десятков тысяч наблюдений, получены координаты 21641 звезд 9-17 зв. величин. Для 10922 звезд до +45 по склонению выбраны собственные движения из UCAC2. Для каталогов 198 полей с ERS выполнено сравнение совпадающих звезд со звездами каталога UCAC2 от отрицательных зон (-30 – Шанхайские наблюдения) до склонения +45.*

*Результаты сравнения с каталогом UCAC2 показывают, что внешняя точность сводного каталога порядка 0.05-0.15". Внутренняя точность положений по обеим координатам не хуже 0.10". Все положения звезд в каталоге либо переведены на эпоху и равноденствие J2000.0, либо даны на эпоху наблюдения.*

### **Введение**

Фундаментальная астрометрическая система координат (ICRF - The International Celestial Reference Frame) базируется на VLBI положениях около 600 компактных внегалактических радиоисточников (квазаров или ERS), причем 212 из них определяют саму систему (ICRS). Они наблюдаются радиоинтерферометрическими методами (VLBI) с точностью до миллионных долей угловой секунды и за наблюдаемые промежутки времени не показывают позиционных смещений на небесной сфере. Координаты астрометрических радиоисточников с достигнутой в настоящее время точностью в радиоастрометрии приведены в подробном исследовании S.Ma, et al. [1], в которой предложена новая система обозначений ERS. Наблюдения ERS продолжаются постоянно, все более уточняя их радиоположения. Наземная астрометрия основана на наблюдениях в оптическом диапазоне и вплоть до конца XX века ее базовыми основами были системы фундаментальных звезд, типа FK3, FK4, FK5, наблюдаемые в оптическом диапазоне. После завершения космического проекта «HIPPARCOS» за основную астрометрическую систему координат принята система каталога Hipparcos (HCRF - Hipparcos Celestial Reference Frame), реализующая систему ICRF. Через систему звезд, радиозвезд и доступных наблюдениям ERS система HCRF привязана к ICRF. Однако ошибки собственных движений и положений этого космического фундаментального каталога должны привести к вращению системы примерно в  $0,25 \text{ mas yr}^{-1}$  по оценке Kovalevsky et al [2]. Дальнейшим развитием наземных фундаментальных систем является создание в Heidelberg (Wielen et al) каталога FK6, состоящего из 878 основных и 3272 дополнительных фундаментальных звезд, как результат комбинации Hipparcos и FK5 каталогов, по собственным движениям показывающему лучшую точность, чем каталог Hipparcos [3].

Для установления связи оптической и радио астрометрических систем координат наблюдения общих объектов в обоих диапазонах считаются основной задачей наземной позиционной астрометрии, решение которой в оптике возможно только с помощью те-

телескопов оснащенных высокочувствительными CCD-приемниками из-за исключительно малой яркости большинства ERS из основного списка (в основном ERS – 18-20<sup>m</sup>). Трудность состоит еще и в астрономической редукации положений, так как переход от ярких опорных звезд к слабым осуществляется через 8-10 mag с помощью двухступенчатой привязки, что приводит к дополнительным потерям точности определения координат радиоисточников. Возникла необходимость создания высокоточной системы слабых опорных звезд вокруг внегалактических радиоисточников.

В настоящее время выполняется много работ по созданию такой системы опорных звезд вблизи астрометрических ERS [4-10], основное назначение которых дать возможность их наблюдения в оптическом диапазоне с достаточной точностью без многоступенчатой астрометрической привязки при редукации от ярких опорных звезд к слабым определяемым. Цель нашей работы – для увеличения плотности и точности положений опорных звезд создание сводного каталога звезд 11-17<sup>m</sup> вблизи ERS путем объединения нескольких существующих земных каталогов по примеру создания FK3-FK6.

### **Входные каталоги**

На первом этапе в нашем распоряжении были только четыре оригинальных каталогов звезд, полученных специально для будущих наблюдений слабых ERS с помощью CCD-детекторов [7]. Три из них были получены фотографическим путем на телескопах астрографах, и один в Николаеве получен на инструменте, оснащенный CCD-приемником.

***Pul ERS - Пулково.*** Фотографические наблюдения выполнены на Пулковском Нормальном астрографе (330/3464) в 90-х годах прошлого столетия. Всего получено около 300 пластинок для 74 полей с внегалактическими радиоисточниками в поле. Для 35 областей в радиусе 20 угловых минут от центра ERS определены координаты около 5 тысяч звезд до 17<sup>m</sup>.

***PIRS-K - Киев*** Kiev (Photographic Intermediate Reference Stars) Catalogue. Фотографические наблюдения с помощью астрографа Киевского Университета (200/4126) проведены для 115 полей с ERS. Вычислены неплотные поля до 25 звезд в диаметре до 1 градуса вблизи ERS. Содежит 2875 звезд 12-15<sup>m</sup>.

***PIRS-B - Bucharest.*** Фотографические наблюдения 188 полей звезд с ERS выполнены в течение 90-х годов по методике близкой к методике Киевского Университета с помощью двойного астрографа (380/6000) Румынской национальной обсерватории в Бухаресте. Поля звезд, определяемые в окрестности ERS, имеют размер около 60 угловых минут. В каталоге 4700 звезд.

***AMCIB - Николаев.*** Наблюдения с использованием CCD-матрицы выполнены на Аксиальном меридианном круге Николаевской обсерватории в конце 90-х и начале XXI века. Поле окрестности ERS ( $\alpha \times \delta$ ) имеет размер 60×24 угловые минуты. Входной каталог содержит положения более 14400 звезд для 208 полей в системе опорного каталога UCAC2.

В исходных каталогах исключены звезды с большими расхождениями в положениях, кроме этого в процессе объединения каталоги Николаевской обсерватории дополнены новыми наблюдениями, а также переработаны и исключены все сомнительные наблюдения.

Позднее нам были переданы наблюдения более 30 полей с ERS китайскими астрономами, которые в основном принадлежат отрицательной зоне по склонению.

***CHinCAT - Китай.*** CCD наблюдения выполнены на 2 метровом телескопе Шанхайской обсерватории. Представлены наблюдения в южной зоне полей ERS до склонения –30.

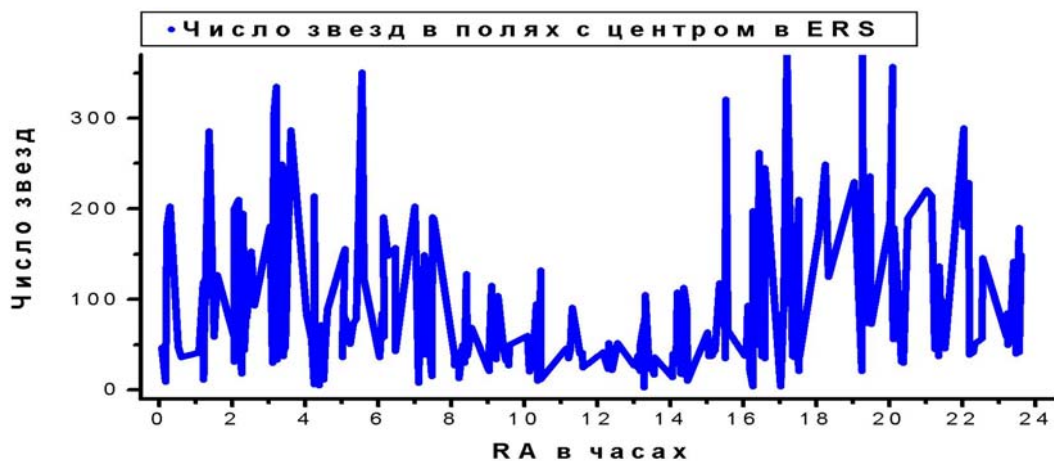
Понятно, что все рассматриваемые каталоги имеют разную значимость, т.е. разные веса при включении в сводный каталог. Мы приняли за веса – число наблюдений каждой звезды независимо от приемника излучения. Наибольшую кратность измерений отдельных звезд имеет каталог Николаевской обсерватории: до 6 измерений отдельных координат, второй по значимости каталог Pul ERS: от 3 до 5 пластинок (а значит и наблюдений звезды) на отдельные поля. Остальные содержат по одному измерению каждой звезды.

### Объединение в сводный каталог

По аналогии с созданием земных фундаментальных каталогов было решено объединить эти каталоги, полученные приблизительно в одни и те же эпохи наблюдений. Поскольку каталоги наблюдались на разных инструментах и даже разными методами регистрации изображения, было необходимо изучить разности координат одних и тех же звезд, входящих в каталоги, на предмет систематических отклонений. При исследовании систематических разностей для значительной части звезд необходимые для решения этой задачи собственные движения звезд были взяты из каталога UCAC2 (N.Zacharias [6]) после их отождествления.

Всего обработано более 100 тысяч звездных положений, представленных в этих каталогах. Путем взаимного отождествления и выявления совпадающих звезд в каталогах были усреднены и включены в сводный каталог более 10 тысяч звезд для 151 поля вблизи ERS, имеющие собственные движения из UCAC2, а также положения еще около 12 тысяч звезд, полученные из объединяемых каталогов, не имеющих собственных движений. Все звезды, которые имеют собственные движения (поля по склонению до  $+45^\circ$ ), переведены на эпоху и равноденствие J2000, для остальных мы приводим их положения на среднюю эпоху наблюдения.

Таким образом, для 239 полей радиуса до 15-20 arcmin с внегалактическими радиоисточниками ICRF в центре нами получен каталог положений 21641 опорных звезд. Почти половина из этих звезд (10922) имеют собственные движения из каталога UCAC2. На сегодняшний момент каталог неравномерен – довольно много полей содержат меньше десятка звезд, что можно видеть на рис. 1 по большому количеству минимумов на распределении. Это в основном поля, которые не входили в программы наблюдений в Пулково и Николаеве. Сейчас мы пытаемся увеличить число звезд в них, подключая новые наблюдения и новые каталоги. На рис. 2 в схеме Хаммер-Айтофа дано распределение полей опорных звезд с центром в ICRF ERS на небесной сфере в экваториальной системе координат.



**Рис. 1.** Распределение звезд по площадкам с ERS по прямому восхождению.

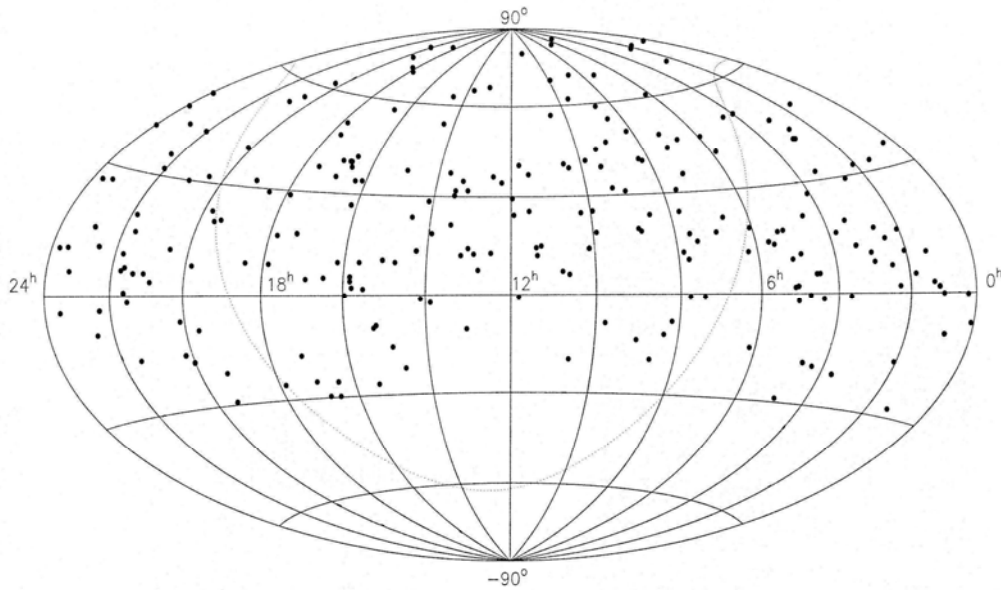
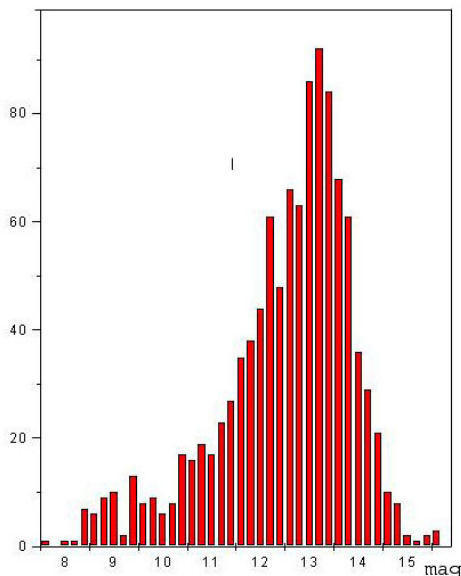


Рис. 2. Распределение 239 областей звезд с ERS по небесной сфере.

### Исследование каталога

Нами просчитаны средние значения отклонений (O-C) полученных координат опорных звезд от их положений в каталоге UCAC2 совпадающих звезд для 198 полей с радиоисточниками. Ранее более десятка полей с достаточно большим числом звезд были сравнены с их координатами в каталоге SMC13 [8]. Для нескольких областей и в том и в другом случае сравнения по достаточно большому числу звезд обнаружено наличие остаточных систематических отклонений по прямому восхождению и склонению. Заметим, что для многих областей их средние значения в пределах 100 mas есть и в RA и в DE, а для нескольких полей превышают 200 mas в DE. Однако эти отклонения в RA носят чаще всего случайный характер, не образуя для близлежащих областей звезд систематических отклонений. Для DE отметим наличие отрицательной составляющей в 50-100 mas в средних значениях разностей относительно совпадающих звезд с UCAC2 почти для всех полей. Нам предстоит выяснить – результаты какого входного каталога занижают координаты звезд поля по склонению.



На рис. 3 показано распределение части звезд (~50%) сводного каталога по звездной величине. Если учесть то обстоятельство, что звезды не имеющие отождествления с каталогом UCAC2 в основном слабее каталожных, то можно считать, что центр распределения по звездной величине для нашего каталога лежит в диапазоне 14-15 звездной величины, т.е. смещен в сторону более слабых звезд относительно нашего графика совпадающих с UCAC2 звезд.

Рис. 3. Распределение звезд по звездной величине для более 10 тысяч звезд в полях с ERS [8]

Сравнение с UCAC2 показало, что для большинства совпадающих с ним звезд точность порядка 0,05-0,15" по обеим координатам. Внутренняя точность вычисляемых координат звезд поля при усреднении положений не хуже 0,10".

Причины отклонений в RA и наличие в большинстве областей звезд отрицательной систематической составляющей в разностях в DE диктуют необходимость периодических наблюдений и уточнения положений звезд в каталогах, используемых в качестве опорных при получении оптических координат самих ICRS радиоисточников. В этом мы и видим основную цель наблюдений полей вокруг ERS. Только имея высокоточную систему слабых опорных звезд можно получить достаточно точные оптические координаты ICRF ERS для выявления связи оптических и радио систем координат в астрометрии и отслеживать динамику вращения астрометрических систем как земных так и космических относительно ICRS.

### **Заключение**

В настоящее время в сводный каталог мы подключаем несколько других каталогов, выборки из которых, по предварительным исследованиям, позволят повысить плотность звезд в области с ERS на 25-30 % в размерах принятых нами полей для наблюдений с CCD-приемниками даже при принятой предельной величине до 17<sup>m</sup>.

**ERLCat – USNO, Вашингтон.** Фотографические наблюдения выполнены на двух инструментах в северном и южном полушарии с 1976 до 1991 г [4]. Каталог содержит положения 89422 звезд от 12<sup>m</sup> до 14<sup>m</sup> для 398 полей с ERS.

**КМАК1 – Киев.** Наблюдения с использованием CCD-микрометра 1040×1060 выполнены на Киевском Меридианном Аксиальном круге [9]. Каталог содержит положения более 115 тысяч звезд до 17<sup>m</sup> от 0 до +30 по склонению для 192 полей ERS в системе опорных каталогов CMC-13 и UCAC2. Размер области 46×24' (RA×DE).

**XCI – Харьков.** Каталог содержит положения звезд до 19<sup>m</sup> северного неба для 255 градусных областей ERS в системе опорного каталога Tycho-2 [10]. Основан на измерениях пластинок ROSS-I и ROSS-II измерительной машиной USNOFS PMM. Точность положений декларируется до 50-150 mas на среднюю эпоху, точность для собственных движений 2-5 mas/уг. Этот достаточно представительный каталог (856421 звезд), имеющий собственные движения для звезд до 19<sup>m</sup> планируем использовать для перевода отождествленных с ним звезд из других входных каталогов на средние эпохи наблюдений каждой звезды. Это должно уменьшить индивидуальные ошибки координат звезд при усреднении и повысить количество звезд сводного каталога, имеющих высокоточные собственные движения.

Кроме того, как показывают наши первые наблюдения полей с центром в ERS на Нормальном астрографе с использованием CCD-приемника, результаты их уже сейчас дают возможность увеличения числа звезд в окрестностях ICRF ERS. Надеемся, что появление полного каталога всего неба UCAC3 позволит нам сделать сравнение получаемого сводного каталога для всех зон наблюдений в едином формате.

Сводный каталог имеет необходимые позиционные данные для контроля оптических наблюдений слабых звезд 13-17<sup>m</sup> в будущих космических проектах и представляет собой один из проектов наземного обеспечения при подготовке космических миссий, типа GAIA и SIM. При повторении наблюдений такие поля с ERS ICRF, определяющих инерциальную систему координат, и имеющих в своей окрестности высокоточную систему слабых опорных звезд должны стать хорошими астрометрическими стандартами.

### Литература

1. C. Ma, E.F. Arias, T.M. Eubanks, A.L. Fey, A.M. Contier, et al., The International Celestial Reference Frame as Realized by Very Long Baseline Interferometry, A.J., 116, July 1998, pp.516-546.
2. J. Kovalevsky, L. Lindegren, M.A.C. Perriman, et al., The Hipparcos Catalogue as a Realization of the Extragalactic Reference System, 1997, A&A, 323, pp.620-633.
3. J. Vondrak, Astrometric Star Catalogues as Combination of Hipparcos/tycho Catalogues with Ground-Based Observations, Serb. Astron. J., 2004, № 168, pp.1-8
4. C. de Vegt, R. Hindsley, N. Zacharias, and L. Winter, A Catalog of Faint Reference Stars in 398 Fields of Extragalactic Radio Reference Frame Sources, A.J., 121, May 2001, pp.2815-2818.
5. Y. Babenko, A. Daniltsev, N. Maigurova, G. Pinigin, A. Dementyeva, V. Ryl'kov, et al., "Reduction of Compiled Catalogue in the Selected extragalactic Radio Source Fields. Preliminary Estimation", Romanian Astronomical Journal, 2003, vol.13, № 1, pp.77-81.
6. N. Zacharias, T.J. Rafferty, M.I. Zacharias, The UCAC Astrometric Survey, 2000, in ASP Conf. Ser., Vol. 216, Astronomical Data Analysis Software and Systems IX, eds. N. Manset, C. Veillet, D. Crabtree (San Francisco: ASP), 427.
7. V. Ryl'kov, A. Dement'eva, N. Narizhnaya, G. Pinigin, N. Maigurova, Yu. Protsyuk, G. Bocsa, P. Popescu, V. Kleschenok, "Compiled Catalogue of Reference Stars around Extragalactic Radio Sources. Reduction Techniques and the First Results". Kinematics and Physics of Celestial Bodies, Supl.Ser., 2005, № 5, p.328-332.
8. В.П. Рыльков, А.А. Дементьева, Н.В. Нарижная, Г.И. Пинигин и др., "Исследование ошибок сводного каталога опорных звезд вокруг внегалактических радиоисточников", 2006, Известия ГАО в Пулкове, № 218, с.126-134.
9. P. Lazorenko, Yu. Babenko, V. Karbovsky at al., The Kiev Meridian Axial Circle Catalogue of stars in fields with Extragalactic Radio Sources, 2005, A & A, 438, 377.
10. P. Fedorov, A. Myznikov, Compiled Catalogue of Reference Stars around Extragalactic Radio Stars, Reduction Techniques and the First results, KFNT, Supl. ser, № 5, 2005, pp.134-140.

### COMPILED CATALOGUE OF 21641 REFERENCE STARS AROUND 239 ASTROMETRIC EXTRAGALACTIC RADIO SOURCES

Ryl'kov V.P.<sup>1</sup>, Narizhnaja N.V.<sup>1</sup>, Dement'eva A.A.<sup>1</sup>,  
Maigurova N.<sup>2</sup>, Pinigin G.<sup>2</sup>, Protsyuk Yu.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Main Astronomical Observatory of RAS, Russia, (vyl@gao.spb.ru)

<sup>2</sup>RI "Nikolaev Astronomical Observatory", Ukraine, (pinigin@mao.nikolaev.ua)

For realization of optical CCD-observations of faint astrometric extragalactic radio sources (ICRF ERS) with the purpose of their link to VLBI-observations (ICRS system), the compiled catalogue of more than 21641 reference stars of 10-16 magnitude was obtained for 239 fields of declinations from  $-17^\circ$  to  $+80^\circ$  with a center in ERS. Some differential catalogues of reference stars around extragalactic radio sources obtained from photographic and CCD-observations by different observatories were considered. For 10922 stars up +50 in DE was chosen the proper motion from UCAC2.

Comparison of positions of stars was made with the UCAC2, CMC13 catalogues. For majority of chosen fields from the compiled catalogue, the average external accuracy is about 0.05-0.15". The internal accuracy of positions on both coordinates is not worse 0.10". The positions of stars in the compiled catalogue are given for stars with chosen from the UCAC proper motions on the epoch and the equinox of J2000.0, and for another one on the epoch of observation.