

УТВЕРЖДАЮ

проректор МГУ имени М.В.Ломоносова

профессор А.А.Федянин



18 мая 2018 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

(МГУ имени М.В.Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы, 1)

на диссертационную работу Лопез Юлии Робертовны на соискание ученой степени «кандидат физико-математических наук» по специальности «01.03.01 – астрометрия и небесная механика» (отрасль наук: «физико-математические») на тему «Исследование систематических разностей каталогов координат радиоисточников и построение сводного каталога»

Диссертационная работа Ю.Р. Лопез посвящена исследованию построения фундаментальной небесной системы отсчета, которая согласно современным представлениям, реализуется в форме каталога координат набора небесных объектов.

#### **Актуальность темы исследования**

После того, как в 1998 году стандартная небесная система отсчета стала основываться на наблюдениях внегалактических радиоисточников, в астрометрии постоянно идет процесс совершенствования методов селекции опорных радиоисточников, их наблюдений, обработки и интерпретации результатов. В настоящее время действует вторая версия координатного стандарта — ICRF2 и в перспективе появление третьей. Значительная величина погрешностей

определения положения осей системы отсчета по сравнению с ошибками наблюдений говорит о наличии определенной систематики. Источниками систематических погрешностей могут быть как сложная структура и поведение отдельных радиоисточников, так и, например, наличие релятивистской вековой аберрации.

В отличие от классической схемы, использовавшейся при составлении фундаментальных каталогов звезд, современный общепринятый подход состоит в том, что кинематическими характеристиками фундаментальных объектов являются только их координаты, а изменения координат являются только источником погрешности, а не отдельной кинематической характеристикой, как было с собственными движениями звезд.

Актуальность диссертационной работы Ю.Р.Лопез в том, что на основе анализа сводных каталогов фундаментальных радиоисточников, полученных сопоставлением результатов обработки РСДБ наблюдений в разных научных учреждениях, делаются определенные выводы, позволяющие улучшить систему ICRF.

### **Общая характеристика работы**

Представленная диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения, содержит 60 рисунков и 20 таблиц, список литературы насчитывает 85 названий, общий объем диссертации составляет 125 страниц. Материалы и выводы, сделанные в диссертации, опубликованы в 16 статьях, из них 6 статей – в рецензируемых изданиях, 4 статьи – в сборниках трудов конференций, 6 работ – в других изданиях.

Во **введении** делается обзор истории создания фундаментальных каталогов на протяжении более сотни лет и констатируются ближайшие перспективы этого процесса: подготовка третьей версии ICRF и использование оптического каталога GAIA. В некоторых положениях, выносимых на защиту, требуется конкретизация

результатов автора, поскольку имеются утверждения, ранее в несколько другой форме высказывавшиеся другими исследователями:

1. Значимые систематические ошибки ICRF активно обсуждались в период подготовки ICRF2. Само появление этого каталога — очевидный результат обсуждения. Растущая со временем систематика для оптических каталогов давно и естественно объяснялась неточностью собственных движений. Для РСДБ каталогов эффект также имеется и необходимо конкретнее сформулировать причины.

2. Результаты исследования и применения методов аналитического представления систематических разностей каталогов координат радиоисточников требуют конкретизации авторства аналитического представления, поскольку подобных аналитических моделей перехода между реализациями систем координат было несколько, начиная с 70-х годов.

3. Результаты исследования и численные оценки влияния корреляционной информации в РСДБ каталогах на результаты определения взаимной ориентации реализаций системы координат требуют логического пояснения, поскольку автор диссертации является и соавтором каталога ICRF2 и одновременно его критиком. Кроме того, влияние матрицы ковариаций на позиционные каталоги изучается по крайней мере с 60-х годов, в т.ч. и в рамках подготовки ICRF2.

4. Сводные каталоги координат радиоисточников ГАО РАН 2009 и 2016 годов — результат в формулировке, не требующей никаких исправлений.

5. Результаты разработки и практического применения нового метода вычисления структурной задержки протяженных радиоисточников требуют уточнения, поскольку основная идея, выдвинутая в 1990 году, породила массу работ, и в частности, очень близких по теме к защищаемой.

В **первой главе** диссертации, служащей развернутым введением в задачу, содержится описание небесных систем отсчета, основных принципов и истории

развития РСДБ, аналитических методов сравнения позиционных каталогов. Несколько затрудняет восприятие материала заметное число ошибок и описок, например: «Общий вид представление индивидуальных разностей имеет вид» (с. 25), «три вида гармоник сферических функций с различными индексами разложения» (с.28), «первые такие каталоги координат радиоисточников были получены в 1995г. [57], известные как RORF (radio/optical reference frame)» (стр. 38), «в том, что по мимо значительные роста наблюдений и их точности, возросла стабильность и распределение опорной группы источников стало более равномерным» (стр. 47). В перечислении центров обработки РСДБ наблюдений упомянуты не все использовавшиеся программные пакеты.

**Вторая глава** диссертации посвящена поиску систематики в положениях объектов в РСДБ каталогах. Основной упор сделан на исследование разностей координат источников аналитическими методами. Количество ошибок/описок меньше, чем в первой главе, то также заметное: «экспоненциальное весовое сглаживание/интерполяция (метод Гаусса) по сфере» (стр.66). Предложение использовать полную ковариационную матрицу при сравнении позиционных каталогов правильное, но оно достаточно традиционное — соответствующее обоснование имеется, например, в статьях Эйхгорна начала 60-х годов. Парадоксальным результатом второй главы (по данным таблицы 2.5) является тот факт, что каталоги, на основе которых составлен ICRF2, согласуются с ним по направлению осей наилучшим образом при применении полных ковариационных матриц. Логично предположить, что они использованы и составителями ICRF2 задолго до предложений автора.

**В третьей главе** диссертации содержатся предложения и обоснования путей улучшения координатного стандарта ICRF. Автор утверждает преимущество Пулковских сводных каталогов. Основу аргументации составляет тот факт, что разности координат между пулковским сводным каталогом и использованными при его получении каталогами меньше, чем у последних с ICRF2. Остался без

должного освещения вопрос: как реально использовались при составлении ICRF2 позиционные каталоги, полученные программными пакетами, отличными от CALC/SOLVE.

**Четвертая глава** диссертации посвящена описанию одного из методов учета сложной структуры радиоисточника для уточнения результатов РСДБ-наблюдений. Основа метода, предложенная в 90-е годы Шарло, получила значительное развитие, в т.ч. и в процессе обсуждения принципов составления ICRF2, а также в последние годы при попытках уточнить координаты радиоисточников, у которых обоснованно предполагается сложная структура. Результаты четвертой главы представляются важными в процессе составления ICRF3, поскольку структура радиоисточника, будучи источником систематической погрешности, является высокочастотной пространственной помехой и формальной фильтрацией убрана быть не может. Важны и упоминаемые (но не используемые автором) оценки потоков. Теоретические модели излучения квазаров, разрабатываемые с 70-х годов, позволяют уточнить местоположение компактного объекта, но при этом большую помощь окажут оценки абсолютного потока радиоизлучения (отсутствующие в РСДБ). Следует заметить, что правая половина рис. 4.7 — это, конечно, недоразумение, второй радиоисточник — это не компактный объект (последний излучает в существенно более коротковолновом диапазоне), а второе пятно радиояркости, какое-то второе облако в джете.

В **заключении** приведены основные результаты диссертации. Подчеркнем, что сопоставление позиционных каталогов путем разложения разностей координат по сферическим функциям — это стандартная процедура для оптических каталогов. Обсуждалась она и в процессе подготовки ICRF2. Геометрические модели радиоисточников — это также обсуждавшаяся и отвергнутая на тот момент тема. Таким образом, результаты, выносимые на защиту, — это шаги в правильном направлении.

По итогам изложенного выше диссертационная работа Ю.Р.Лопез

«Исследование систематических разностей каталогов координат радиоисточников и построение сводного каталога» представляет законченное исследование, которое можно квалифицировать как научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задачи, имеющей существенное значение для астрометрии. Диссертация отвечает требованиям, установленным ВАК РФ к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 01.03.01 – «Астрометрия и небесная механика» (физико-математические науки). Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Таким образом, соискатель Юлия Робертовна Лопез заслуживает присуждения ученой степени кандидат физико-математических наук по специальности 01.03.01 – «Астрометрия и небесная механика».

Отзыв на диссертационную работу **Ю.Р.Лопез** обсужден и одобрен на заседании Координационного Совета ГАИШ МГУ по астрометрии 11 мая 2018 года, протокол № 03.

Отзыв составил  
Старший научный сотрудник ГАИШ МГУ  
119991, Москва, Университетский проспект, 13  
кандидат физ.-мат. наук

В.Н.Семенов

Председатель координационного  
совета ГАИШ МГУ по астрометрии,  
доктор физ.-мат. наук

А.К.Дамбис

Секретарь координационного  
совета ГАИШ МГУ по астрометрии,

А.Ю.Тушканова

Заместитель директора ГАИШ МГУ,  
доктор физ.-мат. наук



К.А.Постнов