

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АГЕНТСТВО ПО ВОПРОСАМ НАУКИ,  
ИННОВАЦИЙ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ УКРАИНЫ

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
НИКОЛАЕВСКАЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ

# **НИКОЛАЕВСКАЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ**

## **190 ЛЕТ**

Материалы международной  
научной конференции  
“Астрономические исследования:  
от ближнего космоса до Галактики”  
26-29 сентября 2011 г.

Николаев  
2011

**УДК 520.1 + 52(093)**

**ББК 22.6г**

**Н 63**

Ответственный редактор:

д-р физ.-мат. наук, проф. Г.И. Пинигин

Редколлегия:

канд. физ.-мат. наук Ж.А. Пожалова

канд. физ.-мат. наук А.В. Шульга

канд. физ.-мат. наук А.В. Иванцов

**Н63** **Николаевская астрономическая обсерватория: 190 лет.**  
Материалы международной научной конференции  
“Астрономические исследования: от ближнего космоса до  
Галактики”, 26-29 сентября 2011 г. – Николаев: Издательство  
Ирины Гудым, 2011. – 200 с., 92 илл., 23 табл.

**ISBN 978-617-576-047-5**

Книга содержит научные, методические и технические аспекты исследований околоземного пространства, астрометрии звезд и малых тел Солнечной системы, а также некоторые вопросы историко-астрономических исследований, которые были обсуждены на международной конференции “Астрономические исследования: от ближнего космоса до Галактики”, посвященной 190-летию Николаевской обсерватории. Конференция проходила 26-29 сентября 2011 г. в г. Николаеве, Украина.

Книга представляет интерес для специалистов астрономии, аспирантов и студентов соответствующих специальностей.

**УДК 520.1 + 52(093)**

**ББК 22.6г**

© НИИ “Николаевская астрономическая  
обсерватория”, 2011

© Государственное Агентство  
по вопросам науки, инноваций и  
информатизации Украины, 2011

**ISBN 978-617-576-047-5**

## Содержание

Предисловие редактора.....	4
<i>А.В. Шульга.</i> Исследование объектов ближнего космоса.....	6
<i>А.В. Иванцов, Л.А. Гудкова, Г.И. Пинигин.</i> Точная астрометрия малых тел Солнечной системы в НАО в XXI столетии.....	15
<i>G.I. Pinigin, N.V. Maigurova.</i> The Maintenance of Optical Reference Frame and their Extension on Faint Magnitudes.....	26
<i>А.В. Шульга, Г.И. Пинигин.</i> Развитие приборостроения в Николаевской обсерватории.....	35
<i>Ю.И. Процюк.</i> Развитие информационных технологий в НАО: от одноранговых сетей к виртуальным обсерваториям.....	47
<i>В.К. Абалакин, Г.И. Пинигин, С.Ф. Эраль.</i> Феномен появления астрономических династий Струве – Кнорре в Дерптском университете и длительное сотрудничество обсерваторий в Пулкове и Николаеве.....	60
<i>Wenjing Jin, Gennadiy Pinigin, Zhenghong Tang, Alexander Shulga.</i> The collaboration between ShAO and NAO: Celebration of the 190 <sup>th</sup> anniversary of NAO.....	92
<i>Г.И. Пинигин, Ж.А. Пожалова.</i> Историко-астрономические исследования в Николаевской обсерватории.....	105
<i>Л.А. Гудкова.</i> Фотографические наблюдения малых планет в Николаевской обсерватории.....	115
<i>Ф.И. Бушуев, Н.А. Каложный, А.П. Сливинский, А.В. Шульга.</i> О Службе времени НАО.....	121
<i>Ж.А. Пожалова, М.В. Мартынов, Т.А. Асланова, Л.Г. Карякина, Е.В. Маврокордато.</i> Архив, библиотека, музей НИИ НАО: интеграционные процессы XXI века.....	127
<i>А.В. Иванцов, Ж.А. Пожалова.</i> Развитие вебсайта Николаевской обсерватории.....	136
<i>Г.И. Пинигин.</i> Оценка астрономической экспедиции на Шпицберген через 40 лет.....	140
<i>Ф.Ф. Калихевич.</i> Николаевские астрономы на Шпицбергене в 1974–1975 гг. Из дневника заместителя начальника экспедиции, старшего научного сотрудника Н.С. Калихевича.....	147
<i>В.Н. Пышиненко.</i> Воспоминания о первой зимовке на острове Шпицберген в 1975–1976 гг.....	159
<i>Ф.И. Бушуев.</i> В пасти Черного Дракона (мемуарные записи участника экспедиции на о. Шпицберген).....	173
<i>С.В. Толбин.</i> Воспоминания об астрономе В.П. Сибилеве.....	186
<i>Н.Я. Московченко.</i> Материалы по истории Николаевской астрономической обсерватории в Петербургском филиале архива РАН.....	191

## ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА

В 2011 г. Николаевская астрономическая обсерватория отмечает свой 190-летний юбилей. Она прошла славный путь от Морской обсерватории Черноморского флота до Южного отделения знаменитой Пулковской обсерватории, а на пороге XXI века получила статус самостоятельного научного учреждения Украины. Одним из главных событий в рамках празднования нынешнего юбилея обсерватории стало проведение международной конференции “Астрономические исследования: от ближнего космоса до Галактики” (НАО190), которая проходила с 26 по 29 сентября 2011 г. в Николаеве (Украина) в Научно-исследовательском институте “Николаевская астрономическая обсерватория”. Конференция состоялась при поддержке Государственного агентства по вопросам науки, инноваций и информатизации Украины, Украинской астрономической ассоциации, при содействии и помощи Облгосадминистрации и городской мэрии г. Николаева. В конференции приняли участие более 50 специалистов из 14 астрономических учреждений и обсерваторий Украины, России, Франции и Китая.

В настоящий сборник вошли обзорные статьи по направлениям научных исследований, проводимых в НАО в течение последних 20 лет, которые были представлены в докладах на конференции НАО190. Они включают изучение объектов ближнего космоса, результаты наблюдений малых тел Солнечной системы, создание каталогов положений звезд, использование информационных и виртуальных технологий в астрономии, астрономическое приборостроение. Широкое освещение получили вопросы международного сотрудничества, проводимого Николаевской обсерваторией в последние десятилетия с коллегами из Шанхайской астрономической обсерватории (Китайская Народная Республика), а также в рамках международного проекта по наземному сопровождению космического аппарата GAIA с астрономами из Франции, Турции и России. В ряде статей отражены историко-астрономические исследования, проводимые в НАО, в частности, о многолетней связи двух известных астрономических династий Струве и Кнорре на

основе архивов Пулковской и Николаевской обсерваторий, архивов РАН и ВМФ, а также личных архивов потомков В.Я. Струве и К.Х. Кнорре.

Мемориальная часть книги посвящена высокоширотной научной экспедиции Николаевской обсерватории на остров Западный Шпицберген, которая работала в 1974-77 гг. В ней собраны воспоминания и дневниковые записи участников, которые раньше не публиковались.

Предлагаемый вниманию читателей сборник является логическим продолжением вышедшего в 1998 г. сборника “Николаевская астрономическая обсерватория. Звездный путь длиной в 175 лет”, в котором впервые за историю обсерватории были описаны различные стороны ее деятельности на протяжении 175 лет. Впоследствии эта тематика была расширена серией биобиблиографических сборников, посвященных директорам и выдающимся личностям в истории НАО, которая в настоящий момент насчитывает семь книг на четырех языках.

Мы надеемся, что данное издание будет интересным для читателей и займет достойное место среди книг, посвященных истории Николаевской астрономической обсерватории.

Г.И. Пинигин, директор НИИ НАО

## Точная астрометрия малых тел Солнечной системы в НАО в XXI столетии

А.В. Иванцов, Л.А. Гудкова, Г.И. Пинигин

### Введение

Астероиды представляют собой относительно малые, но в то же время многочисленные тела Солнечной системы, орбиты подавляющего большинства которых находятся между орбитами Марса и Юпитера. Если верхняя граница размеров астероидов определяется размером Цереры, составляющим около тысячи километров, то для нижней границы числовое определение дать затруднительно, поскольку должен быть выделен класс метеороидов, еще более мелких тел, которые в случае падения на Землю, в подавляющем большинстве сгорят в атмосфере в виде метеоров. Существуют оценки, что за нижнюю границу размера астероидов можно принять 10 м. В то же время астероиды следует отличать от комет, проявляющих заметную газопылевую активность вблизи перигелия. Общее число открытых астероидов по состоянию на 13 октября 2011 г. в базах данных насчитывало 566020 объектов, у 297233 из них уверенно определены орбиты и им присвоен официальный номер. Среди них имеются такие тела, которые пересекают, близко подходят или движутся вдоль орбиты Земли (группы Аполлона, Атона, Амура, Атиры). Наблюдение подобных объектов – астероидов, сближающихся с Землей (АСЗ), необходимо для предупреждения возможной опасности столкновения такого объекта с Землей, и может быть целой “службой безопасности Земли”.

На XXVI генеральной ассамблее Международного астрономического союза в августе 2006 г. было решено отказаться от ранее использовавшегося термина “малая планета” в качестве точного синонима “астероид” вследствие возможного отождествления первого с термином “планета”. С этого времени в составе Солнечной системы выделяют следующие основные классы: планеты, карликовые планеты (Церера, Плутон) и малые тела Солнечной системы. В класс малых тел Солнечной системы включены астероиды, естественные спутники больших планет, большинство транснептуновых объектов, имеющих большую полуось более 30 а.е., кометы и другие малые тела.

Астероиды вследствие своего размера обладают малой массой, а следовательно испытывают многочисленные гравитационные возмущения от планет и взаимные возмущения в самом поясе астероидов. По сравнению с кометами астероиды представляют собой более простой случай

для исследования их динамики – нет надобности учитывать реактивную силу, возникающую каждый раз у кометы в случае истечения вещества с поверхности. Тем не менее, астероиды испытывают и негравитационные возмущения, природа которых связана с конечным временем (не мгновенно) прогревания тела астероида от Солнечного излучения (эффекты Ярковского и ЯОРИ, аббревиатура от Ярковский – Окиф – Радзиевский – Паддак). Первый приводит к изменению орбиты астероида, тогда как второй – к изменению состояния вращения астероида.

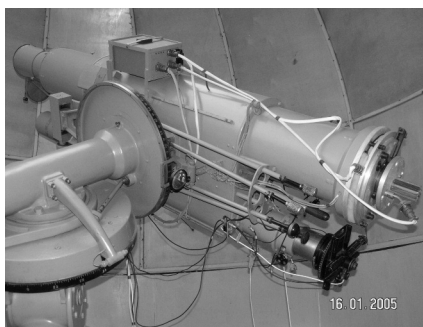
В настоящее время слабо изученными в отношении динамики астероидов остаются относительно малые возмущения, как гравитационные, например, от больших астероидов, так и негравитационные, например, эффекты Ярковского и ЯОРИ. В первом случае неопределенность в гравитационном возмущении происходит из-за неопределенности в оценке массы возмущающего астероида и неточности определения орбиты возмущенного астероида, во втором случае определяется неопределенностью в физических параметрах поверхности астероида. Напомним, что вышеуказанные возмущения действительно являются очень малыми, как правило, менее одной секунды дуги и меньше, и поэтому тяжело обнаруживаются из наземных наблюдений.

Одной из интересных задач, актуальной для уточнения современных численных теорий движения больших планет, Солнца и Луны, исследования состава и строения астероидов, является определение масс астероидов на основе анализа их возмущающего воздействия на другие тела этого класса меньшего размера. Решение этой задачи требует высокоточных астрометрических положений астероидов малой массы, испытывающих гравитационное возмущение от астероидов большой массы (в дальнейшем будем использовать словосочетания “возмущенный астероид” и “возмущающий астероид”). Если речь идет об относительно коротком промежутке времени, например, 50 лет, то в течение этого периода времени возмущенный астероид может испытать “единичные” возмущения от ряда различных возмущающих тел. Существуют также случаи, когда возмущающий и возмущенный астероиды имеют соизмеримые средние движения, а, значит, возмущенный астероид за тот же промежуток времени может испытать очень большое количество возмущений от одного и того же возмущающего тела. В последнем случае этот эффект может накапливаться, так что со временем удастся измерить суммарную величину такого возмущения. Таким образом, решение этой задачи требует планирования наблюдений специально отобранных астероидов, у которых эффект возмущения существенно больше погрешности наблюдений.

В последнее время особое внимание астрономы уделяют астероидам, сближающимся с Землей (АСЗ). Изучение этого класса тел является актуальной задачей современной наблюдательной астрономии, так как среди них могут оказаться опасные для земной цивилизации объекты. Число потенциально опасных для Земли объектов – астероидов, которые в будущем могут приблизиться к Земле до расстояния 0.1 а.е. – в настоящее время по разным оценкам насчитывает от 500 до 2 тысяч объектов. Поэтому, наряду с постоянным мониторингом таких объектов, для повышения точности определения их координат необходима разработка методики наблюдений и обработки слабых быстродвижущихся объектов, каковыми являются АСЗ.

### **ПЗС наблюдения астероидов на МКТ в НАО**

В 1998 году в связи с отсутствием астронегативов были завершены фотографические наблюдения тел Солнечной системы на зонном астрографе (ЗА) НАО, а в 2000 г. на главной трубе ЗА была установлена ПЗС камера, созданная сотрудниками Николаевской обсерватории (ISD017P, 1040 x 1160, 16 x 16 мкм<sup>2</sup>), рис. 1. Начались, или скорее, продолжились наблюдения тел Солнечной системы с новым приемником излучения. Поле зрения такой системы составило 28' x 32', масштаб 1.61 "/pixel. При экспозициях в 2-3 минуты в кадре получали изображения звезд до 13 звездной величины. В 2001 г. были проведены две серии наблюдений астероидов, сближающихся с Землей (АСЗ), 1999KW4 и 1998WT24. Несмотря на сложность наблюдений из-за очень быстрого движения астероидов, серия наблюдений астероида 1998WT24 оказалась удачной благодаря выбору подходящей методики наблюдений [1,2]. Позднее для



**Рис. 1. Современный вид  
Зонного астрографа  
(мультиканального телескопа)**

наблюдения искусственных спутников Земли на гид телескопа была установлена промышленная телевизионная камера. Переоборудованный астрограф получил название мультиканального телескопа (МКТ).

В 2000 и 2001 гг. велись только пробные наблюдения с целью совершенствования методики и техники ПЗС наблюдений на МКТ. Из-за отсутствия точной привязки моментов наблюдений к шкале времени число окончательно вы-

веденных положений наблюдаемых объектов в эти годы невелико. Эти наблюдения обработаны программным пакетом “Астрометрика” под DOS в системе не очень точного опорного каталога USNO-A2.0 (точность каталожных положений составляет 220-250 mas). Вычисление (O-C) – сравнение наблюденных (O) и вычисленных (C) координат – производилось с помощью имеющегося тогда программного пакета “Ceres”. Как видно из табл. 1, точность одного положения по наблюдениям 6 избранных малых планет в 2000 г. составила 0.34" и 0.46" по прямому восхождению и склонению соответственно, и точность определения одного положения AC3 по наблюдениям в 2001 г. составила соответственно 0.60" и 0.36".

Регулярные ПЗС наблюдения избранных астероидов для улучшения их орбит и определения масс ряда крупных возмущающих астероидов

Таблица 1

Результаты обработки наблюдений малых планет на МКТ

Год	$\sigma_{\alpha}$ (")	$\varepsilon_{\alpha}$ (")	$\sigma_{\delta}$ (")	$\varepsilon_{\delta}$ (")	N	Число объектов
2000	0.34		0.46		72	6
2001	0.60		0.36		59	1 AC3
2002	0.21	0.16	0.21	0.19	217	18
2003	0.24	0.16	0.28	0.20	179	7
2004	0.28	0.16	0.19	0.17	177	6
2005	0.07	0.07	0.14	0.09	51	1

Примечания к табл. 1:

$\sigma_{\alpha, \delta}$  - внешняя погрешность определения одного (O-C), вычисленная по объектам, имеющим ~ 2 серии наблюдений в году;

$\varepsilon_{\alpha, \delta}$  - внутренняя погрешность определения одного (O-C) – усредненное значение СКО, вычисленных по каждой серии наблюдений;

N - число положений.

были начаты в 2002 г. по программе, согласованной с Институтом прикладной астрономии РАН и французской обсерваторией в Бордо.

Обработка регулярных наблюдений за 2002-2005 гг. осуществлена программным пакетом “Астрометрика” под Windows в системе значительно более точного опорного каталога UCAC2, средняя точность каталожного положения в котором  $\sim 50$  mas. Количество опорных звезд в поле кадра и возможности используемого программного пакета позволили проводить редукцию измерений с учетом редукционных членов третьего порядка, что в 1.5-2 раза уменьшило среднюю ошибку редукции [3].

Все положения переданы в MPC [4-7]. Наблюдения за 2002, 2003 и 2005 годы вошли в таблицу результатов наблюдений малых планет базы данных MPC с буквой “h” (high-precision astrometry), подтвердив преимущество и высокую точность позиционных наблюдений малых планет в Николаевской обсерватории.

### **Использование наблюдений на РТТ150 (Турция) для изучения динамических и кинематических характеристик астероидов**

Задача определения масс крупных астероидов требовала расширения списка возмущенных ими более мелких объектов в слабую область звездных величин и повышения точности определения положений возмущаемых тел. Характеристики МКТ (действующее отверстие 120 мм и фокусное расстояние 2 м) перестали удовлетворять целям и задачам современной астрометрии. Однако в обсерватории к этому времени уже имелся опыт использования большого 1.5-метрового российско-турецкого телескопа (РТТ150) для определения точных астрометрических положений радиоисточников и слабых звезд в площадках вокруг этих радиоисточников. Точность определения положений точечных объектов до 20 звездной величины из наблюдений на этом телескопе оказалась весьма обнадеживающей [8]. Поэтому в рамках договора о научном сотрудничестве НАО с Казанским государственным университетом (Россия) и обсерваторией TUBITAK (Турция) с мая и до конца 2004 года для оценки точности наблюдений движущихся объектов на РТТ150 были получены первые наблюдения нескольких астероидов в диапазоне звездных величин 12.5-18 и нескольких быстро движущихся объектов (АСЗ) с блеском до 21 звездной величины с экспозициями от 10 до 60 сек.

1.5-метровый зеркальный телескоп РТТ-150 изготовлен на известном оптическом объединении ЛОМО (С.-Петербург) и в 1995 г. установлен в Национальной обсерватории TUBITAK (Турция) на высоте 2.5 км над уровнем моря. Телескоп имеет оптическую систему Кассегрена и оборудован двумя ПЗС камерами (<http://www.tug.tubitak.gov.tr/rtt150>), рис. 2.

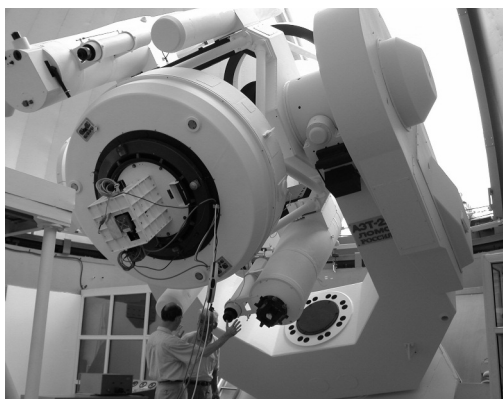


Рис. 2. Общий вид Российско-турецкого телескопа РТТ150

В табл. 2 приведены характеристики телескопа и ПЗС камеры, с которой проводились наблюдения малых планет и АСЗ.

Обработка наблюдений астероидов, полученных на РТТ150, проводилась с использованием программного пакета “Astrometrica” и современных опорных каталогов, реализованных в международной системе ICRS, UCAC2 и USNO-B1 (который использовался из-за отсут-

ствия или недостаточного количества опорных звезд в каталоге UCAC2).

Сравнение наблюденных положений (O) астероидов для вывода разностей (O-C) проводилось с эфемеридными положениями (C), вычисленными с использованием программного пакета “HORIZONS” (Лаборатория реактивного движения, США, <http://ssd.jpl.nasa.gov/?horizons>).

Точность положений астероидов оценивалась как среднеквадратичное отклонение значений  $(O-C)_i$ , полученных по каждому  $i$ -ому изображению, от среднего значения (O-C) внутри каждой серии наблюдений – внутренняя погрешность одного наблюдения. Внешняя случайная погрешность наблюдений вычислялась по сходимости  $(O-C)_i$  по всему периоду наблюдений объекта, имеющего не менее 3 серий наблюдений.

Исследования показали, что внутренняя погрешность одного положения ярких астероидов до 18 звездной величины в 95% случаях не превышает 200 mas, составляя в среднем около 75 mas по обеим координатам в

Таблица 2

Характеристики и оснащение РТТ-150 для наблюдений малых планет

Телескоп	ПЗС камера	Служба времени	Общие характеристики
D = 1.5 m F = 11.6 m	ANDOR, 2Kx2K 13.5x13.5 $\mu\text{m}^2$ бинирование 1 и 2	GPS округлен до 0.1 <sup>s</sup>	8' x 8' 0.52 "/pixel 0.26 "/pixel

системе каталога UCAC2. Для быстродвижущихся и более слабых (до 20.5 звездной величины) АСЗ точность положений меньше, чем для ярких астероидов, что объясняется, во-первых, плохим качеством изображений определяемых быстродвижущихся объектов и, во-вторых, непродолжительной историей наблюдений этих объектов (в некоторых случаях число наблюдений не превышает 3-х десятков положений), что, как следствие, приводит к неуверенному определению элементов их орбит и вносит дополнительную погрешность в вычисляемые положения. СКП положений определяемых объектов почти не зависит от их звездной величины и при редукации ПЗС кадров, главным образом, определяется соотношением сигнал/шум измеряемых изображений и характером опорной системы: количеством, конфигурацией и составом опорных звезд. Таким образом, основываясь на результатах, подтвердивших высокую точность определения положений небесных объектов из наблюдений на РТТ-150, в 2005 г. были начаты регулярные наблюдения для определения масс ряда крупных астероидов динамическим методом и астероидов, сближающихся с Землей до расстояния, не превышающего 0.07 а.е.

Для выбора подходящих астероидов-кандидатов для определения масс были использованы расчеты обстоятельств сближения пар астероидов, выполненные в работах [9-12]. Были отобраны астероиды, разности положений которых в 2005-2007 гг. на возмущенной и невозмущенной орбите превышают 50 mas хотя бы по одной из координат, а также такие, что имели значительные возмущения в недалеком прошлом (не раньше 1990 г.) и не были использованы в других исследованиях. Таким образом, в первый список наблюдений астероидов на РТТ-150 вошли 12 возмущающих астероидов и 30 возмущаемых ими более мелких объектов. Программа наблюдений астероидов, сближающихся с Землей, корректировалась каждые полгода, поскольку список этих объектов постоянно обновляется за счет вновь открываемых АСЗ.

В дальнейшем и список возмущенных астероидов (ВА) для определения масс также несколько раз дополнялся новыми объектами, а в 2008 г. по согласованию с ИМССЕ (Франция) был существенно обновлен и расширен в слабую область с 15 до 20 звездных величин.

В общей сложности за период наблюдений с 2004 по 2010 гг. включительно было получено число положений и объектов, приведенных в табл. 3 по годам.

Как видно из табл. 3, начиная с 2008 г. число положений ВА существенно уменьшилось по сравнению с предыдущими годами. Кроме того, по сходимости (О-С) внутри каждой серии наблюдений была получена оценка случайной погрешности одного наблюдения из нового списка ВА,

Таблица 3

Количество обработанных ПЗС кадров и объектов, полученных по наблюдениям ВА и АСЗ на РТТ-150 в 2004-2010 гг.

Год	Число малых планет	Число кадров	Число АСЗ	Число кадров
2004	25	2264	5	105
2005	40	1543	9	188
2006	18	1361	5	226
2007	18	1466	0	0
2008	24	929	4	372
2009	23	627	2	28
2010	16	280	1	5
Всего		8470		924

составившая  $\sim 0.19''$  по прямому восхождению и  $\sim 0.14''$  по склонению. Анализ результатов обработки ПЗС кадров показал, что уменьшение числа успешно обработанных кадров до вывода сферических координат, а также понижение точности внутри каждой серии наблюдений астероидов в 2008-2010 гг. объясняется недостаточно хорошо отработанной методикой проведения наблюдений с тремя разными фильтрами, установленными на телескоп в 2008 г., и выбором недостаточно оптимальной продолжительности экспозиции для наблюдений более слабых программных объектов по новому списку. Более 80% объектов, включенных в этот список, представляют собой слабые астероиды с порядковыми номерами за 10 тысяч, с небольшим количеством наблюдений и недостаточно уверенным определением элементов их орбит. Кроме того, эти объекты имели в прошлом или должны были иметь в период их наблюдений сближение с крупными астероидами, массы которых предполагается определить. Взаимное возмущение сближающихся тел в зависимости от

их массы, расстояния и взаимной скорости в период сближения может приводить к возникновению больших (O-C), что и является основой для динамического определения массы крупного астероида. Как показал анализ результатов наблюдений, в среднем значения (O-C) по обеим координатам не превышают 0.5". Однако в некоторых случаях значения (O-C) достигают 1-2" при весьма незначительных погрешностях их определения, что можно объяснить особенностью наблюдавшихся объектов, в том числе и возмущающим влиянием на движение данного объекта со стороны крупного астероида.

Поскольку наблюдения АСЗ проводились по уже отработанной методике и в одном фильтре R, полученная точность наблюдений АСЗ сохранилась в среднем на уровне 0.25", что соответствует лучшим достижениям в наблюдениях таких быстродвижущихся объектов. Ненулевые средние значения (O-C) в положениях большинства АСЗ, особенно по прямому восхождению, свидетельствуют о неуверенности определения их орбит и наличии возможных систематических ошибок наблюдений и редукации, зависящих от большой скорости движения этих объектов [13].

### **Заключение**

Малые значения СКП одного положения астероида, в среднем на уровне 80 mas для внутренней погрешности и 120 mas для внешней, полученные из наблюдений ярких астероидов на РТТ-150, свидетельствуют об исключительно высоком качестве этих наблюдений, сравнимом с лучшими достижениями в наземной астрометрии астероидов, что позволяет использовать эти положения для улучшения орбит данных астероидов, определения масс возмущивших их крупных астероидов, поиска малых систематических эффектов в движении этих тел [14-18]. Высокоточные продолжительные ряды наблюдений нумерованных астероидов необходимы для связи динамических и звездных координатных систем, обнаружения систематических ошибок звездных каталогов, улучшения значений ряда динамических постоянных, связанных с движением Земли. Каталог около 9.5 тыс. положений 78 выбранных астероидов и 17 АСЗ ввиду его высокой точности может быть использован для наземной поддержки наблюдений астероидов будущей Европейской космической миссии GAIA (2012 г.).

### **Благодарности**

Авторы статьи выражают свою признательность за многолетнюю поддержку отдельных работ данного проекта грантами Российского фонда

фундаментальных исследований в течение 2004-10 гг., Министерства образования и науки Украины в течение 2005-06 гг., Государственного агентства по вопросам науки, инноваций и информации Украины в 2011 г.

### **Литература**

1. Иванцов А.В. Результаты переобработки наблюдений АСЗ (66391) 1999 KW4 и (33342) 1998 WT24, выполненных в Николаевской обсерватории // Всеросс. конф. “Астероидно-кометная опасность – 2005”. – СПб.: ИПА РАН, 2005. – С. 156-158.
2. Ivantsov A.V., Pozhalova Zh.A., Pyshnenko V.N. Minor Planet Observations [089 Nikolaev] // Minor Planet Circular, Cambridge (USA). – 2002. – № 44286, 1. [Errata: Minor Planet Circular, Cambridge (USA). – 2002. – № 44683, 2.]
3. Hudkova L.A., Gorel G.K., Ivantsov A.V. CCD observations of minor planets in Mykolaiv in 2002-2003 // Kinem. & Phys. Cel. Bod., Suppl. – 2005. – № 5. – P. 431-433.
4. Ivantsov A.V., Gudkova L.A., Pozhalova Zh.A. Minor Planet Observations [089 Nikolaev] // Minor Planet Circular, Cambridge (USA). – 2005. – № 53630, 3.
5. Ivantsov A.V., Gudkova L.A., Pyshnenko V.N., Procyuk S.V., Pozhalova Zh.A. Minor Planet Observations [089 Nikolaev] // Minor Planet Circular, Cambridge (USA). – 2006. – № 56149, 9.
6. Ivantsov A.V., Gudkova L.A., Pyshnenko V.N., Pozhalova Zh.A. Minor Planet Observations [089 Nikolaev] // Minor Planet Circular, Cambridge (USA). – 2004. – № 52494, 5.
7. Ivantsov A.V., Pyshnenko V.N., Pozhalova Zh.A. Minor Planet Observations [089 Nikolaev] // Minor Planet Circular, Cambridge (USA). – 2006. – № 57111, 9.
8. Aslan Z., Gumerov R., Jin W., Khamitov I., Maigurova N., Pinigin G., Protsyuk Y., Shulga A., Tang Z., Wang S. Results of Joint project on linking optical–radio reference frames // Kinematics and Physics of Celestial Bodies Suppl. Ser.– 2005. – № 5. – P. 333-337.
9. Fienga A., Bange J.F., Bec-Borsenberger A., et al. Close encounters of asteroids before and during the ESA GAIA mission // Astron. and Astrophys. – 2003. – 406. - P. 751-758.
10. Galad A. Asteroids candidates for mass determination // Astron. and Astrophys. – 2001. – 370. – P. 311-319.
11. Galad A., Gray B. Asteroid encounters suitable for mass determinations // Astron. and Astrophys. – 2002. – 391. – P. 1115-1123.

12. Thuillot W., Bec-Borsenberger A., Rapaport M., Arlot J.-E., Bange J.-F. Observational programs for asteroid mass determination // Proc. of Ceres 2001 Workshop, Eds. Arlot J.-E., Thuillot W. – Paris: IMC editions, 2004. – P. 125-130.
13. Ivantsov A.V., Aslan Z., Gumerov R.I., Hudkova L.A., Khamitov I., Pinigin G.I. Position Observations of NEAs at the RTT150 // Exploring the Solar system and the Universe. American Institute of Physics Conf. Proc., Eds: V. Mioc, C. Dumitrache, N.A. Popescu. – 2008. – Vol. 1043. – P. 167-170.
14. Hudkova L., Ivantsov A., Pinigin G. et al. Current state and development of the minor planets research in Nikolaev Astronomical Observatory // Planetary and Space Science. – 2008. – Vol. 56, issue 14. – P. 1835-1838.
15. Aslan Z., Gumerov R., Hudkova L., Ivantsov A., Khamitov I., Pinigin G. Mass Determination of Small Solar System Bodies with Ground-based Observations // “Solar and Stellar Physics Through Eclipses”, ASP Conference Series, Eds. O. Demircan, S.O. Selam, B. Albayrak. – 2007. – Vol. 370. – P. 52-57.
16. Иванцов А.В. Определение масс ряда астероидов динамическим методом // Кинем. и физ. небес. тел. – 2007. – Т. 23, № 3. – С. 158-166.
17. Иванцов А.В. Визначення мас великих астероїдів на основі наземних позиційних спостережень: Автореф. дис. ... канд. фіз.-мат. наук: 01.03.01 / Голов. астроном. обсерват. НАН України. – К., 2007. – 23 с.
18. Ivantsov A. Asteroid mass determination at Nikolaev // Planetary and Space Science. – 2008. – Vol. 56, issue 14. – P. 1857-1861.