

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ГЛАВНАЯ (ПУЛКОВСКАЯ) АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ

ВСЕРОССИЙСКАЯ
АСТРОМЕТРИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ПУЛКОВО–2015»

21 – 25 сентября 2015 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Санкт-Петербург
2015

Сборник содержит тезисы докладов, включенных в программу Всероссийской астрометрической конференции «Пулково-2015», 21–25 сентября 2015, г. Санкт-Петербург. Конференция проводится Главной (Пулковской) астрономической обсерваторией РАН. Тематика конференции включает в себя широкий круг вопросов, посвященных различным сторонам современного состояния астрометрии, эфемеридной астрономии, вращению Земли и геодинамики, звездной астрономии, кинематики и динамики Солнечной и экзопланетных систем и истории астрономии. Кроме российских специалистов в конференции принимают участие ученые из Армении, Великобритании, Италии, Мексики, США, Узбекистана, Украины, Черногории и Чехии.

Программный комитет конференции

Степанов А.В. (ГАО РАН) – председатель
Девяткин А.В. (ГАО РАН) – зам. председателя
Абалакин В.К. (ГАО РАН)
Бобылев В.В. (ГАО РАН)
Витязев В.В. (НИАИ СПбГУ)
Гаязов И.С. (ИПА РАН)
Емельянов Н.В. (ГАИШ МГУ)
Жаров В.Е. (ГАИШ МГУ)
Малкин З.М. (ГАО РАН)
Медведев Ю.Д. (ИПА РАН)
Нефедьев Ю.А. (АОЭ КФУ)
Пинигин Г.И. (НАО, Украина)
Рыхлова Л.В. (ИНАСАН)
Холшевников К.В. (НИАИ СПбГУ)
Шевченко И.И. (ГАО РАН)
Яцкив Я.С. (ГАО НАНУ, Украина)

Местный оргкомитет конференции:

Девяткин А.В. (председатель), Малкин З.М. (зам. председателя),
Борисевич Т.П., Миллер Н.О., Плешаков В.И., Толбин С.В.

Компьютерная верстка оригинал-макета: Е.Л. Терёхина

Конференция поддержана Российским фондом фундаментальных исследований,
грант № 15-02-20745-г

НАБЛЮДАТЕЛЬНАЯ РОТАЦИОННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ПУЛЬСАРОВ

Авраменко А.Е., Лосовский Б.Я.

Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва

Наиболее значимые результаты в изучении пульсаров, начиная с их открытия в 1967 году, связаны с периодичностью радиоизлучения, отождествляемой с наблюдаемыми параметрами вращения постепенно замедляющейся намагниченной нейтронной звезды. Показана инвариантность индекса торможения $n = 2 - P\ddot{P}/\dot{P}^2$, численная величина которого $n = -(0,9 \pm 0,2)$ соответствует согласованным значениям наблюдаемого периода вращения и его производных, подтверждающих когерентность импульсного излучения как секундных, так и миллисекундных пульсаров, образующих два непересекающихся кластера в течение всего жизненного цикла нейтронных звезд $10^6 - 10^7$ лет.

У пульсара B0531+21 в Крабовидной туманности обнаруживаются выраженные отклонения периода наблюдаемых импульсов, которые не связаны со сбоями периода вращения или нарушением когерентности излучения. При типичном $n = -0,94$ производные периода у этого пульсара на несколько порядков больше, чем у остальных пульсаров группы. Спонтанные отклонения периода можно объяснить наблюдаемыми перемещениями пульсара вдоль луча зрения под воздействием неуравновешенных в радиальных направлениях ускоряющих сил, возбуждаемых вихревыми индукционными токами через открытые силовые линии магнитного поля пульсара. Движущие силы достигают значимых величин при больших потерях энергии вращения пульсара в турбулентной ионизированной околозвёздной среде после коллапса ядра при вспышке сверхновой.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МЕЖЗВЕЗДНОГО ПОГЛОЩЕНИЯ СВЕТА ПО ДАННЫМ КАТАЛОГА HIPPARCOS

Амосов Ф.А., Витязев В.В., Цветков А.С.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Основная задача исследования – построение карты градиентов покраснения звезд вдоль луча зрения в окрестности Солнца на основе данных космической миссии Hipparcos. Отсутствующие в каталоге Hipparcos данные о классе светимости 49542 звезд северного экваториального полушария были восстановлены с помощью линейного бинарного классификатора, построенного на обучающем множестве 39807 звезд спектральных классов III и V.

- Для III класса светимости точность классификатора равна 95%, полнота – 89%.
- Для V класса светимости соответствующие характеристики равны 91% и 96%.
- Для 98827 звезд каталога HIPPARCOS определены покраснения звезд по показателю цвета B-V.

Для близких звезд (до 500 пк) получена карта значений градиента покраснения в направлениях, определяемых центрами 3888 равновеликих площадок, построенных методом HealPix. Определена статистическая надежность результатов для каждой площадки. Произведено сравнение наших карт покраснения с аналогичными картами, построенными в оптическом диапазоне, а также с аналогичными результатами, полученными другими авторами по данным каталога 2MASS в ближней инфракрасной области. Практическое совпадение этих карт свидетельствует о надежной работе использованного нами бинарного классификатора.

ИССЛЕДОВАНИЯ СКОПЛЕНИЯ NGC 6800 ПО НАБЛЮДЕНИЯМ НА НОРМАЛЬНОМ АСТРОГРАФЕ И ТЕЛЕСКОПЕ МТМ-500М ПУЛКОВСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

Ананьевская Ю.К., Горшанов Д.Л., Куприянов В.В.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Представлены результаты детального астрометрического и фотометрического исследования площадки размером $80' \times 80'$ в созвездии Лисички. Главная цель работы – подтверждение существования в пределах площадки галактического звездного скопления NGC 6800 и уточнение его физических параметров.

Для решения этой задачи использовались хранящиеся в стеклотехнике Пулковской обсерватории астрограммы, снятые в период с 1930 по 1987 гг. Относительные собственные движения с точностью 2.7 мсд/год были получены для звезд до $B \sim 16.5^m$, что позволило выделить возможные члены скопления.

Фотометрические наблюдения звезд были выполнены в июле 2013 г. на телескопе МТМ-500М, расположенном на Горной астрономической станции Пулковской обсерватории. Всего было снято 33 кадра в полосе B и 28 кадров в полосе V . ПЗС фотометрия 6000 звезд до $B \sim 18^m$, наряду с данными из каталога 2MASS, использовалась для построения двухцветных диаграмм скопления.

Получены физические параметры NGC6800.

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ПУЛЬСАРОВ В ГАЛАКТИКЕ

Андреасян А.Р., Андреасян Р.Р., Паронян Г.М.

Бюраканская астрофизическая обсерватория НАН РА, Армения

Было показано, что нормальные радио пульсары распределены не симметрично относительно плоскости Галактики. Причем, в направлениях к центру Галактики плоскость симметрии пульсаров расположена в среднем на 50 пс выше плоскости Галактики, а в направлениях к антицентру – в среднем на 100 пс ниже этой плоскости.

Распределение всех пульсаров относительно плоскости Галактики можно представить экспоненциальной функцией с характеристическим расстоянием от плоскости Галактики примерно 300 пс. Характеристическое расстояние увеличивается в пределах 130 пс – 420 пс в зависимости от возраста пульсаров.

В распределении поверхностной плотности пульсаров наблюдается максимум на расстояниях примерно 3–4 кпс от центра Галактики. Плотность пульсаров в центральной области Галактики примерно такая же, как вокруг Солнца.

АСТРОМЕТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ НА ТЕЛЕСКОПЕ «САТУРН». ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

**Биколова Д.А., Ершова А.П., Измайлов И.С., Ховричев М.Ю., Рощина Е.А.,
Оськина К.И., Баляев И.А., Шумилов А.А., Петюр В.В., Максимова Л.А.,
Апетян А.А., Куликова А.М.**

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

В конце 2014 года в лаборатории астрометрии и звездной астрономии Пулковской обсерватории частично восстановлен и адаптирован к астрометрическим наблюдениям метровый телескоп «Сатурн» ($D = 1$ м, $F = 4$ м). С начала 2015 г. на телескопе были вы-

полнены астрометрические наблюдения далеких спутников Юпитера в тестовом режиме. При настоящем состоянии зеркала и оборудования экспозиции 30 секунд позволяют получать изображения объектов до 19^m . Внутренняя точность определения координат спутников составила 20–100 mas. Разности О-С в большинстве случаев не превосходят 100 mas по абсолютной величине. К настоящему моменту завершён период тестовых наблюдений по различным программам исследований и сделан вывод, что инструмент пригоден для астрометрических наблюдений.

ОСТАТОЧНОЕ ВРАЩЕНИЕ СИСТЕМЫ HCRF ОТНОСИТЕЛЬНО ИНЕРЦИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ

Бобылев В.В.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

По литературным данным собраны результаты РСДБ-измерений абсолютных собственных движений 23 радиозвезд. Это звезды с мазерным излучением, либо это очень молодые звезды, либо гиганты асимптотической ветви. Из сравнения этих измерений с собственными движениями звезд из оптических каталогов системы HCRF (HIPPARCOS Celestial Reference Frame) найдены компоненты вектора остаточного вращения этой системы относительно инерциальной системы координат, которые составили $(\omega_x, \omega_y, \omega_z) = (-0.39, -0.51, -0.25) \pm (0.58, 0.57, 0.56)$ мсд/год. Далее, на основе всех имеющихся данных определены новые значения компонент вектора остаточного вращения оптической реализации системы HCRF относительно инерциальной системы координат, которые составили $(\omega_x, \omega_y, \omega_z) = (-0.15, +0.24, -0.53) \pm (0.11, 0.10, 0.13)$ мсд/год.

ИЗУЧЕНИЕ КИНЕМАТИКИ ГАЛАКТИКИ ПО ОВ-ЗВЕЗДАМ

Бобылев В.В., Байкова А.Т.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Рассмотрены пространственные скорости трех выборок звезд спектральных классов О и В из околосолнечной окрестности радиусом 0.6–4 кпк. Первая выборка содержит 120 массивных спектрально-двойных или кратных систем. Во вторую выборку вошла 101 О-звезда со спектральными расстояниями из работы Патриарчи и др. Третья выборка состоит из 168 ОВЗ-звезд, расстояния до которых определены по спектральным линиям межзвездного кальция. Показано, что угловая скорость вращения Галактики на околосолнечном расстоянии Ω_0 и две ее производные Ω'_0 , Ω''_0 , компоненты пекулярной скорости Солнца $(U, V, W)_0$, хорошо определяются по всем трем выборкам звезд. С наименьшими ошибками они определяются по выборке спектрально-двойных звезд и по выборке звезд с кальциевой шкалой расстояний. Тонкая структура поля скоростей, связанная с влиянием галактической спиральной волны плотности, отчетливо проявляется в радиальных скоростях спектрально-двойных звезд и в выборке звезд с кальциевой шкалой расстояний.

ЭФФЕКТ ЛИДОВА-КОЗАИ В ПЛАНЕТНЫХ СИСТЕМАХ КРАТНЫХ ЗВЕЗД HD 196885 И 16 CYGNI

Боруха М.А.^{1,2}, Эскин Б.Б.², Мельников А.В.¹, Соколов Л.Л.², Шевченко И.И.¹

¹Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

²Астрономический Институт СПбГУ, Санкт-Петербург

В рамках пространственной эллиптической ограниченной задачи трех тел численно-экспериментально исследуется долговременная динамика планеты двойной звезды HD 196885 и планеты иерархической тройной звезды 16 Cyg. Выбор объектов исследования обусловлен (1) принадлежностью планет к системам кратных звезд и (2) наблюдаемой эксцентricностью их орбит (эксцентricитеты 0.48 и 0.67, соответственно). Варьируя значения неизвестных из наблюдений орбитальных элементов (в частности, наклонения орбиты планеты к плоскости орбиты возмущающего тела), мы установили возможность «флипов» («опрокидывания» орбит – переходов планет с проградных на ретроградные орбиты и обратно) и исследуем соответствующие траектории, а также возможность проявления динамического хаоса в орбитальном движении исследуемых планет. Обе возможности обусловлены эффектом Лидова-Козаи. В первом случае планета может в дальнейшем эволюционировать к стадии «ретроградного горячего юпитера», а во втором случае возможен распад системы.

ПРОБЛЕМЫ ПРИ ОЦЕНКЕ ВЕРОЯТНОСТИ СТОЛКНОВЕНИЯ С ЗЕМЛЕЙ АСТЕРОИДА, ИСПЫТАВШЕГО ТЕСНОЕ СБЛИЖЕНИЕ

Вавилов Д.Е.

Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург

Делается сравнение используемых на данный момент методов оценки вероятности столкновения: линейные методы оценки вероятности столкновения; методы вариации одного параметра; метод Монте-Карло. Отмечаются сложности в ситуации, когда имеется очень тесное сближение астероида с большой планетой до момента потенциального столкновения. В качестве примера был выбран астероид 2010 RF12, который имеет потенциальное столкновение с Землей в 2095 году. Данный астероид был открыт 5 сентября 2010 года и наблюдался вплоть до 8 сентября. За этот период было получено 324 наблюдения. Через несколько часов после последнего наблюдения он испытал тесное сближение с Землей на расстоянии $5.3 \cdot 10^{-4}$ а.е. и на скорости 6 км/с. На данный момент по данным лаборатории реактивного движения NASA и Пизанского университета вероятность столкновения этого астероида с Землей в 2095 году составляет $5.8 \cdot 10^{-2}$ и $8.5 \cdot 10^{-2}$ соответственно. Линейные методы оценки вероятности и методы вариации одного параметра дают вероятности данного события того же порядка. Однако метод Монте-Карло оценивает ее как $< 10^{-6}$.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ПОСАДОЧНЫХ АППАРАТОВ НА ЛУНЕ ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ ЭФЕМЕРИДЫ ЛУНЫ

Васильев М.В., Шуйгина Н.В., Ягудина Э.И.

Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург

Все три современные лунные эфемериды DE, INPOP и EPM-ERA получены из сравнения динамических моделей орбитально-вращательного движения Луны с совре-

менными светолокационными наблюдениями, охватывающими период с 1969 года и по настоящее время. Китайский проект лунного посадочного модуля “Chang”E-3” [1] открывает новые возможности для построения эфемерид Луны с использованием других типов наблюдений, таких как РСДБ и радиолокационные измерения. Целью работы было получение оценок влияния новых типов наблюдений на точность лунных эфемерид в ближайшей и более дальней перспективе. Такие оценки были получены методом математического моделирования для различных сетей наземных радиотелескопов и различных точностных характеристик измерений. Математическое обеспечение для моделирования разработано в рамках системного комплекса ЭРА [2].

1. *Qinghui Liu, Xin Zheng, Yong Huang, et al.* Monitoring motion and measuring relative position of Chang'E-3 rover. *Radio Science*, Vol. 49, Issue 11, pp. 1080–1086, 2014.
2. *Krasinsky G.A., Vasilyev M.V.* ERA: knowledge base for Ephemeris and Dynamical astronomy. *Proceedings of IAU, Colloquium 165, Poland*, pp.239–244, 1996.

ФОТОГРАФИЧЕСКИЙ АРХИВ ПУЛКОВСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

Васильева Т.А., Рощина Е.А.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

В стеклотеке Пулковской обсерватории находится на хранении около 48 тысяч фотопластинок с наблюдениями более 1400 объектов. Пластинки были получены с 1893 года по 2007 год. В архиве хранится около одной тысячи довоенных пластинок – это, главным образом, фотонегативы, полученные на нормальном астрографе А.А. Белопольским, С.К. Костинским, и А.Н. Дейчем. В их числе первые наблюдения Плутона в 1930, а так же наблюдения Марса, Юпитера, Нептуна, Урана, рассеянных звездных скоплений (M35, M38 и др.), шаровых звездных скоплений. Эти фотопластинки представляют огромную ценность.

Основная задача стеклотеки ГАО РАН – надлежащее хранение и систематизация материалов фотографических наблюдений, поэтому с 2000 года начата оцифровка и измерение материалов. В лаборатории астрометрии и звездной астрономии разработаны собственные методы оцифровки и измерения астронегативов, направленные на повышение точности, увеличение производительности и бережное отношение к ценным фотографическим материалам. Всего оцифровано и измерено около 13000 пластинок с наблюдениями двойных звезд и тел Солнечной системы, и работа продолжается. Данные о фотопластинках размещены в электронном каталоге, который пополняется и модернизируется.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОЙ ФОТОМЕТРИЧЕСКОЙ ПЕРЕМЕННОСТИ КОМПОНЕНТ 61 CYG ПО СТОЛЕТНЕМУ РЯДУ ФОТОГРАФИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ НА ПУЛКОВСКОМ НОРМАЛЬНОМ АСТРОГРАФЕ

Василькова О.В., Поляков Е.В., Горшанов Д.Л., Шахт Н.А.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

В связи с тем, что для компонент двойной звезды 61 Лебеда известно существование переменности в рентгеновском диапазоне и в хромосферных линиях, нами была предпринята попытка выявления такой переменности и в интегральном свете оптического диапазона. Исследование было выполнено на основе фотографического ряда,

наблюдённого на нормальном астрографе Пулковской обсерватории с 1897 по 2004 годы.

ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВА ТРОЯНЦЕВ ЮПИТЕРА

Виноградова Т.А.

Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург

В данной работе было изучено распределение троянцев Юпитера по размерам и произведен прогноз количества мелких астероидов. В настоящее время открыто уже свыше 5 тыс. троянцев Юпитера с надежными орбитами. Из-за большой удаленности от Земли полностью открытыми в этой области сейчас можно считать только астероиды с абсолютной звездной величиной $H < 12^m$. Такой блеск могут иметь астероиды-троянцы с диаметрами 20 км. С использованием построенного графика распределения астероидов по размерам получена оценка суммарного количества троянцев с диаметрами больше 1 км. Оценка количества получена для всех астероидов-троянцев $N_{тр} = 6 \times 10^5$, а также по отдельности для троянцев группы L4 и группы L5. Выяснилось, что количество таких астероидов около точки либрации L4 $N_{L4} = 4 \times 10^5$ в два раза больше, чем около точки L5 $N_{L5} = 2 \times 10^5$. Определено также, что величина N_{L4}/N_{L5} не является постоянной, она увеличивается с уменьшением размера астероидов или с ростом абсолютной звездной величины. Для астероидов с $H < 11^m$, то есть имеющих диаметры $D > 30$ км, она составляет всего 1.3. Произведено сравнение прогнозируемого количества троянцев и астероидов главного пояса. В результате получено, что количество астероидов главного пояса с диаметрами больше 1 км превышает количество троянцев таких же размеров примерно в 4 раза.

ГАЛАКТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ, РЕАЛИЗОВАННЫЕ В СИСТЕМАХ КАТАЛОГОВ UCAC4 И XPM

Витязев В.В., Цветков А.С.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Представлены результаты решения задачи о получении систематических разностей координат и собственных движений звезд двух каталогов в Галактической системе координат. На основе разбиения более 40 миллионов общих звезд каталогов UCAC4 и XPM на группы, принадлежащие 12 интервалам звездных величин, в полосе J шириной 0.5^m для средних значений от 10.25 до 15.75^m , получены систематические разности галактических координат и собственных движений звезд обоих каталогов в виде разложения по векторным сферическим функциям с учетом уравнения яркости.

Произведено сравнение стандартной Галактической системы координат с возможными новыми версиями этой системы. Оценки углов ориентации Галактических систем отсчета, построенных по данным каталогов XPM и UCAC4, не превышают по модулю 10 мсд. Анализ систематических разностей XPM-UCAC4 показал, что система отсчета XPM имеет заметную скорость вращения относительно UCAC4, особенно большую (до 2 мсд/год) для ярких звезд нашего диапазона. Показано, что систематические разности собственных движений звезд двух каталогов можно интерпретировать в рамках кинематической модели поля скоростей Огородникова-Милна.

МЕТОД ОЦЕНКИ МОЩНОСТИ КОРЫ ПЛАНЕТ ЗЕМНОЙ ГРУППЫ ПО ДАННЫМ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Габбасов Р.В.

ООО ИЦ «Аэрокосмос и Ноосфера», Уфа

Отсутствие сейсмических экспериментов на Венере и одноразовые сейсмические измерения на Луне, на Марсе не позволяют однозначно определить среднюю мощность или толщину коры этих планет. С толщиной коры планеты связаны такие параметры, как распределение давления, температуры, ускорения силы тяжести по глубине и глубина изостатической компенсации при построении изостатических моделей планет. Поэтому необходимо знать некоторые приближенные оценки мощности коры планет земной группы на основе информации о внешнем гравитационном поле и рельефе, получаемых по данным измерений от космических аппаратов. На основании леммы Брунса в соответствии со схемой изостазии по Эри получена общая формула $M_0 = a \cdot \Delta N/h - b \cdot h$ для определения нормальной мощности M_0 коры планет земной группы, где a и b постоянные, ΔN – аномалия высоты геоида планеты (геоида, ареоида, селеноида, афродитоида), h – высота рельефа относительно нулевого уровня. Расчеты мощности коры для Земли и Венеры показали очень близкое соответствие результатов, полученных по сейсмическим данным для Земли и по данным исследований зарубежных авторов другими методами для Венеры. Получены значения толщины коры для большинства регионов Венеры, Марса, Луны и Земли, которые могут быть использованы в сравнительной планетологии.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕРМИНОЛОГИИ В АСТРОМЕТРИИ И КОСМИЧЕСКОЙ ГЕОДЕЗИИ

Гаязов И.С.¹, Жаров В.Е.²

¹*Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург*

²*Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга МГУ, Москва*

В рекомендациях Международного астрономического союза (IAU) в начале 90-х годов прошлого столетия были введены новые терминологические определения для обозначения систем отсчета и их реализаций. В соответствии с ними в Стандартах и Соглашениях Международной службы вращения Земли и систем отсчета (IERS) уже более 20 лет используются следующие термины: Reference System для обозначения систем координат (небесной и земной) с описанием концепции их построения и Reference Frame для обозначения реализаций таких систем. Однако в научной и технической литературе на русском языке однозначных определений этих понятий до сих пор нет. Для обозначения одного и того же понятия используются различные терминологические определения, зачастую противоречащие друг другу. Хотя отсутствие однозначной трактовки указанных терминов не отражается на результатах расчетов, такое положение нельзя считать приемлемым. Принятие однозначных терминологических определений в этой области становится актуальным в связи с целым рядом факторов, таких как непрерывное повышение требований к точности координатно-временных определений в прикладных областях, необходимость разработки нормативно-правовых актов в области координатно-временного обеспечения, включая разработку соответствующего национального стандарта, а также необходимость унификации учебных программ при подготовке специалистов в области астрометрии, геодезии и навигации. В докладе дается анализ различных трактовок терминов Reference System и Reference Frame, исполь-

зуемых в научно-технической и учебной литературе на русском языке, и подчеркивается необходимость безотлагательной выработки соответствующих рекомендаций с привлечением широкого круга специалистов в данной области науки. Рекомендации могут быть приняты в рамках секции № 9 (астрометрия и прикладная астрономия) Научного совета по астрономии РАН.

ГИПОТЕЗА ОБ ЭВОЛЮЦИИ ПЛАНЕТ

Гончаров Г.А.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Теория эволюции Земли, изложенная О.Г. Сорохтиным и С.А. Ушаковым в монографии "Развитие Земли" (М., изд. МГУ, 2002), на качественном уровне применена к Земле, Луне, Меркурию, Марсу и Венере. Сопоставление их орбитальных и физических характеристик позволяет предположить начальную эволюцию Земли совместно с Марсом, а Меркурия – с Луной, ускоренную гравитационную дифференциацию недр в этих парах из-за приливной силы, передачу тяжелых химических элементов более массивным компонентам пар, реактивное удаление менее массивного компонента от более массивного, миграцию планет к нынешнему состоянию. Эта гипотеза объясняет разделение коры на континентальную и океаническую, позднюю тяжёлую бомбардировку, два периода катастроф в истории Луны и другие факты.

КРУПНЫЕ ПЫЛИНКИ В НАШЕЙ ГАЛАКТИКЕ

Гончаров Г.А.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

По данным из каталогов Tycho-2, 2MASS, WISE, Spitzer проанализировано пространственное распределение крупных (размером более 1 мкм) твёрдых частиц (пылинок) в нашей Галактике. Показана дихотомия космической среды: в диске, благодаря звездообразованию, вещество находится преимущественно в виде звёзд, планет, ионизованного и атомарного водорода и мелких пылинок, а на периферии Галактики из-за отсутствия звездообразования – преимущественно в виде однородной среды из крупных пылинок и, видимо, молекулярного водорода. Но повсюду средняя плотность вещества превосходит 10^{-29} г/см³. Наблюдаемая инфракрасными телескопами плотность распределения крупных пылинок (и, следовательно, всей межзвёздной среды) в широких окрестностях Солнечной системы существенно превосходит ту, что принята в Безансонской модели Галактики. Необходимо формирование новой модели. В то же время, эта наблюдаемая плотность распределения крупных пылинок хорошо согласуется с результатами регистрации ударов пылинок по космическим аппаратам "Пионер", "Улисс" и "Галилео" и, более того, в точности количественно объясняет известную "аномалию "Пионеров"" – как торможение этих аппаратов в сравнительно плотной среде.

НУЖДА В ТОЧНОЙ ИНФРАКРАСНОЙ ФОТОМЕТРИИ ЯРКИХ ЗВЁЗД

Гончаров Г.А.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

В каталогах 2MASS, WISE и других на сегодня имеется точная (с точностью порядка 0.01 звёздной величины) инфракрасная фотометрия миллионов звёзд. С другой стороны, точные (точнее 1 миллисекунды дуги) тригонометрические параллаксы известны для более 30000 звёзд. Казалось бы, объединение этих данных позволяет аккуратно выполнить важные эмпирические фотометрические калибровки: например, начальную главную последовательность (зависимость абсолютной звёздной величины от показателя цвета), особенно для поздних спектральных классов. А дальнейшее сравнение эмпирических и теоретических калибровок позволило бы развивать теорию внутреннего строения и эволюции звёзд. Но менее 1000 звёзд одновременно имеют и точную ИК фотометрию, и точный параллакс, что не достаточно для упомянутых калибровок. Причина: звёзды с точным параллаксом, как правило, слишком ярки для ИК телескопов, использованных при создании упомянутых каталогов. Поэтому ИК фотометрия этих звёзд имеет крайне низкую точность. Предлагается организовать фотометрические наблюдения ярких звёзд в инфракрасном диапазоне.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛОЖЕНИЙ СТАНЦИЙ С НЕСКОЛЬКИМИ ГНСС-ПРИЁМНИКАМИ

Горшков В.Л., Щербакова Н.В.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

В региональных геодинимических исследованиях (поиск внутриплитовых структур, определение разломных зон) достоверность оценок скоростей отдельных ГНСС-станций является существенным фактором при анализе результатов исследований. Это связано с тем, что количество станций с продолжительной историей наблюдений в отдельных регионах невелико. Нередко происходит смена приёмников или антенн, что также приводит к нарушению однородности рядов положений. Для определения неформальной внешней ошибки скоростей ГНСС-станций из различных международных сетей были выбраны более сотни станций, компактно расположенных на одной территории (с базами не более 1 км). По сходимости скоростей этих станций определён верхний предел ошибки скорости случайно выбранной ГНСС-станции, достигающий по исследованному материалу 1–3 мм/год для различных компонент вектора скорости. На примере динамики положений ряда станций выявлены некоторые причины таких уклонений, на порядок превосходящих формальные ошибки в скоростях ГНСС-станций. Более детально исследовано поле скоростей четырёх станций на территории Пулковской обсерватории.

ИССЛЕДОВАНИЯ АСТЕРОИДА 2004 BL86

**Девяткин А.В., Горшанов Д.Л., Львов В.Н., Цекмейстер С.Д.,
Башакова Е.А., Русов С.А., Ляшенко А.Ю., Наумов К.Н., Иванов А.В.,
Слесаренко В.Ю., Куприянов В.В.**

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

По инициативе Пулковской обсерватории была организована международная кампания по наблюдениям астероида 2004 BL86 во время его сближения с Землёй в конце января 2015 года. В кампании принимали участие широко расположенные по долготе обсерватории России (Пулково, Краснодар, Алма-Ата, Иркутск, Уссурийск), а также зарубежные обсерватории (Испания, Чили). Главной целью было проведение квазисовременных наблюдений из разных обсерваторий для выполнения триангуляционных измерений расстояния до астероида. По результатам наблюдений была уточнена его орбита, а также построены кривые блеска.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСЗ

**Девяткин А.В., Горшанов Д.Л., Львов В.Н., Цекмейстер С.Д.,
Башакова Е.А., Русов С.А., Ляшенко А.Ю., Петрова С.Н., Мартюшева А.А.,
Наумов К.Н., Иванов А.В., Слесаренко В.Ю., Куприянов В.В.**

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

На телескопах Пулковской обсерватории ЗА-320М и МТМ-500М ведутся наблюдения сближающихся с Землёй астероидов. Результаты наблюдений подвергаются астрометрической и фотометрической обработке. На основе наблюдательных данных для астероидов (99942) Apophis, 2005 YU55, 2006 DP14, 2010 XZ67, 2013 TV135, 251346, 285263, (367943) Duende и др. проведено улучшение орбит, исследована эволюция их орбит, определены их фотометрические характеристики. Для объектов 2014 HQ124 и (357439) 2004 BL86 проведены базисные астрометрические наблюдения (метод триангуляции) с целью повышения точности определения элементов их орбит.

КВАЗИСПУТНИКИ ПЛАНЕТ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Девяткин А.В., Львов В.Н., Цекмейстер С.Д., Василькова О.О., Смирнов С.С.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Существуют несколько типов орбит, ассоциированных с резонансом 1:1 между периодами обращения астероида и планеты вокруг Солнца. Самые известные из них – орбиты троянцев около треугольных точек либрации L_4 или L_5 . В отличие от них, эпиклики квазиспутниковых орбит “дрейфуют” около самой планеты. Термин «квазиспутник» (QS) был впервые введен в работах [Лидов и Вашковьяк, 1994], где исследовалась устойчивость этих орбит, хотя фактически QS состояние изучалось ранее в работах [Benest, 1976; Коган, 1988]. Наиболее детально проблема описана в работе [Mikkola S., Innanen K., Wiegert P., Connors M., Brassier R., 2006]. Исследования по этой теме в основном посвящены поиску квазиспутников одной из планет Солнечной системы среди известных астероидов и попыткам теоретически объяснить механизм захвата в QS состояние [Mikkola, Brassier, Wiegert, Innanen, 2004; Connors, Veillet, Brassier et al., 2004; Mikkola, Innanen, Wiegert, Connors, Brassier, 2006; Wajer, 2010 и др.]. В отличие от

предыдущих работ, выполненных в основном в рамках ограниченной задачи трех тел, в работах [Василькова, Львов, Смирнов, Цекмейстер, 2013; Девяткин, Львов, Цекмейстер, Василькова, Смирнов, 2014] идентификация астероидов – квазиспутников и троянцев планет Солнечной системы выполняется с учетом возмущений от всех планет и наиболее массивных астероидов. В настоящем докладе описывается экспериментально найденный критерий [Девяткин и др., 2014] для «отсева» потенциальных и реальных квазиспутников Земли с последующим визуальным подтверждением QS состояния при помощи одной из опций программного пакета ЭПОС [Львов, Цекмейстер, 2012]. Квазиспутники Земли принадлежат к опасным объектам (в момент срыва с квазиспутниковой орбиты их движение и степень сближения с Землей становится непредсказуемым). Необходимы наблюдения и исследование этих объектов с целью уточнения элементов их орбит.

АСТРОМЕТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ УРАНА И ЕГО ГЛАВНЫХ СПУТНИКОВ НА НОРМАЛЬНОМ АСТРОГРАФЕ В ПУЛКОВЕ. НОВАЯ РЕДУКЦИЯ

Дементьева А.А.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория, Санкт-Петербург

По астрометрическим ПЗС-наблюдениям, выполненным на нормальном астрографе ($D/F = 0.33$ м/3.5 м, CCD S2C, FOV $18' \times 16'$) Пулковской обсерватории, получены экваториальные координаты Урана и его главных спутников. Редукция ПЗС-кадров выполнена с привязкой к системе каталога UCAC4. Величины (O-C) вычислялись с помощью сервиса “Natural satellites service”.

СТРУКТУРЫ В ПЛАНЕТЕЗИМАЛЬНЫХ ДИСКАХ

Демидова Т.В., Шевченко И.И.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

На начальных этапах эволюции молодые звезды, как одиночные, так и кратные, проходят стадию аккреции вещества из остатков околозвездной оболочки, которая представляет собой протопланетный диск. Со временем газо-пылевой диск теряет газовую составляющую, а пылинки слипаются и увеличиваются в размерах, оседая при этом к плоскости диска. К тому моменту, когда большая часть газа покидает диск, в нем формируются планетезимали (километровых размеров), из которых в дальнейшем образуются протопланеты. Поэтому в диске могут наблюдаться структурные неоднородности, которые свидетельствуют о присутствии в нем массивных тел. Мы исследуем образование структур в планетезимальных дисках двойных звезд, а также в планетезимальных дисках с планетами. Наши численные эксперименты, используя модифицированный нами программный код Gadget-2, показывают, что форма образующихся структур существенным образом зависит от конфигурации и параметров системы. Если рассматривается двойная система без планет, то в диске возникает однорукавная спираль, которая может разрушаться, если в диск двойной системы вводится планета. Планета около двойной или одиночной звезды формирует кольцеобразную структуру вдоль своей орбиты, однако, динамика планетезималей в кольцах различна для случаев двойной и одиночной звезды. Таким образом, присутствие структурных особенностей в планетезимальных дисках может свидетельствовать о наличии в диске массивных тел,

или же о двойственности объекта. Тип неоднородности позволяет косвенно судить о конфигурации системы.

ОЦЕНКА МАССЫ СПУТНИКОВ ПО ГРАВИТАЦИОННЫМ ВОЗМУЩЕНИЯМ В КОЛЬЦАХ САТУРНА

Довгалева И.С.¹, Питъев Н.П.²

¹*Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург*

²*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург*

Спутники Сатурна, двигающиеся достаточно близко от колец или сближающиеся с ними, вызывают заметные, а иногда очень сильные гравитационные возмущения. Выполнено моделирование возмущений кольца для двигающихся по почти коорбитальным орбитам частиц и спутника. Для исследования используются методы задачи N тел. В программе предусмотрено нахождение эффектов гравитационного притяжения со стороны Сатурна и от рассматриваемого спутника на несколько цепочек частиц одновременно, расположенных и двигающихся по круговым дугам и моделирующих движение частиц кольца на разных расстояниях от Сатурна. Дополнительно в программе учитывается сжатие Сатурна и возможная несферичность возмущающего спутника. При интегрировании уравнений движения число участвующих в моделировании тел и частиц кольца в программе ограничивается лишь доступной оперативной памятью компьютера и приемлемым временем. Найдены соотношения амплитуды возмущений и смещения относительно возмущающего спутника в зависимости от его массы и расстояния до кольца. Полученные результаты применены для оценки масс Прометея и Дафниса.

ОБРАБОТКА СПУТНИКОВЫХ СТЕРЕО-ИЗОБРАЖЕНИЙ МАРСА ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ С ПРИВЯЗКОЙ К ОПОРНОМУ АРЕОИДУ ПОЛУЧАЕМЫХ ТРИАНГУЛЯЦИОННЫХ ТОЧЕК

Ершов В.Н.^{1,2}

¹*Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург*

²*Лаборатория космических исследований Малларда, Лондон, Великобритания*

Описывается система обработки спутниковых стереоскопических изображений Марса высокого разрешения для получения цифровых трехмерных моделей поверхности Марса. Неизбежные погрешности определения орбиты космического аппарата обычно приводят к расхождениям между цифровыми моделями поверхности, построенными для различных стереопар, как по широте, долготе, так и по радиусу планеты. В описываемой системе обработки на начальном этапе производится корегистрация (согласование по широте и долготе) исходных изображений высокого разрешения (камеры CTX и HiRISE на борту космического аппарата НАСА Mars Reconnaissance Orbiter) с опорными изображениями более низкого разрешения (камера HRSC на борту космического аппарата ЕКА Марс-Экспресс). После получения карты разностей между левым и правым изображениями стереопары и построения соответствующего облака триангуляционных точек в трехмерном пространстве, это облако точек привязывается к опорной трехмерной модели поверхности более низкого разрешения, получаемой с помощью той же камеры HRSC космического аппарата Марс-Экспресс. При отсутствии необходимых данных камеры HRSC для исследуемого участка поверхности привязка может

производиться к глобальной модели ареоида низкого разрешения, построенной на базе данных лазерного высотомера, полученных в 1997–2001 годах с борта космического аппарата НАСА Mars Global Surveyor. В системе обработки данных используется пакет программ Integrated Software for Imagers and Spectrometers (ISIS-3) Геологического обзора США и пакет НАСА Ames Stereo Pipeline.

ВИДИМЫЕ ДВИЖЕНИЯ КВАЗАРОВ И ПРЕЦЕССИОННЫЕ ПОСТОЯННЫЕ

Жаров В.Е.^{1,2}

¹*Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

²*Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга
МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

По рекомендациям Международного астрономического союза в начале 90-х годов прошлого столетия были определены принципы построения международной небесной системы отсчета (International Celestial Reference System, ICRS) и ее реализаций (International Celestial Reference Frame, ICRF) в виде каталогов опорных квазаров. Постулируется, что стабильность осей небесной системы в пространстве гарантируется постоянством координат квазаров из-за больших расстояний до них от Солнечной системы и, по этой причине, малых собственных движений квазаров. Однако уже при построении каталога ICRF-2 (Fey et al., 2015) было доказано наличие у многих квазаров значимых видимых движений, которые намного превышают по величине возможные собственные движения. Было показано, что эти движения включают систематическую составляющую, связанную с вековой абберацией (Titov, 2010, 2011; Liu et al., 2012), и случайную составляющую, которая определяется процессами в джете квазара (Жаров и др., 2009).

В данной работе предполагается, что видимые движения квазаров включают дополнительную систематическую составляющую, связанную с ошибками прецессионных постоянных. Для оценки поправок к постоянным прецессии были использованы временные ряды координат квазаров, которые были получены при обработке наблюдений на РСДБ с 1980 по 2014 гг. В докладе дается анализ результатов вычислений и делаются предложения для построения нового каталога ICRF-3.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЗВЕЗДЫ В ГРАВИТАЦИОННОМ ПОЛЕ ДВОЙНОЙ ЧЕРНОЙ ДЫРЫ

Жуйко С.В.¹, Орлов В.В.^{2,3}, Широкова К.С.^{2,3}

¹*Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга МГУ, Москва*

²*Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург*

³*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург*

Рассмотрены различные подходы к численному моделированию движения звезды в гравитационном поле двойной черной дыры с различными отношениями масс компонентов: задача двух неподвижных центров; ограниченная задача трех тел; общая задача трех тел. Определены условия применимости каждого из рассмотренных подходов. Получены оценки вероятностей формирования высокоскоростных звезд в результате таких взаимодействий. Рассмотрено применение результатов к ядрам галактик с двойными черными дырами (объект OJ 287, галактика M 31 и др.). Начальные условия для численных экспериментов были выбраны на основе наблюдательных данных для центральных областей реальных галактик.

АНАЛИЗ ДВИЖЕНИЯ ПОЛЮСА ЗЕМЛИ

Заббарова Р.Р., Лапаева В.В., Нефедьев Ю.А., Чуркин К.О.
Астрономическая обсерватория им. В.П. Энгельгардта КФУ, Казань

В работе рассмотрены следующие задачи: 1. Анализ движения полюса Земли; 2. Сейсмическая обстановка и корреляционные связи с параметрами положения земного полюса; 3. Анализ положений координат станций наблюдений широты. Для исследования были рассмотрены координаты полюса (X и Y) Международной службы вращения Земли за 1995–2014 гг. (IERS Annual Report). Необходимо отметить, что в последние годы положение полюса Земли достаточно сильно сместилось относительно его среднего положения и интенсивно перемещалось в сторону обсерватории в Гринвиче, в настоящее время полюс стал смещаться в сторону России. Это следует из соответствующего графика, где ось X лежит в плоскости опорного меридиана, а опорный меридиан проходит примерно в 5,3" к востоку (примерно 102 метра) от оси пассажного инструмента Гринвичской обсерватории.

О ПОСТРОЕНИИ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ВРАЩЕНИЯ ЛУНЫ В ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЕ

Иванова Т.В.

Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург

Целью данной работы является практическая реализация построения тригонометрической теории вращения Луны без фиктивных вековых членов в рамках общей планетной теории. Эта теория основывается на разделении быстрых и медленных угловых переменных как в уравнениях движения больших планет и Луны, так и в уравнениях вращения Луны. При этом объединенная система уравнений движения больших планет и Луны и уравнений вращения Луны сводится с помощью ряда нормализующих преобразований переменных к автономной вековой системе, решение которой можно получить в тригонометрической форме. В качестве переменных, характеризующих вращение Луны, как правило, берутся параметры, непосредственно связанные с углами Эйлера. В настоящей работе используются малые отклонения этих параметров от их некоторых номинальных значений, что повышает практическую эффективность методики общей планетной теории. Получены основные члены разложений параметров вращения в чисто аналитическом виде относительно малых параметров, характеризующих форму Луны, и в тригонометрическом виде относительно времени.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ФОТОГРАФИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ 1972–1974 гг. СИСТЕМЫ САТУРНА В НОВОЙ РЕДУКЦИИ ПО ОЦИФРОВАННЫМ АСТРОНЕГАТИВАМ И ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕОРИЙ ДВИЖЕНИЯ СПУТНИКОВ САТУРНА

Киселева Т.П., Васильева Т.А., Рощина Е.А., Измайлов И.С.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

В работе представлены результаты новой редукции старых фотографических наблюдений в Пулковской обсерватории 1972–74 гг. по оцифрованным фотопластинкам системы спутников Сатурна, полученным на 26-дюймовом рефракторе и Нормальном астрографе. Описана методика оцифровки с помощью камеры MDD (Mobile Device to Digitize), измерений и астрометрической редукции. Получены списки точных положений 2–6-го и 8-го спутников и Сатурна, координаты которого вычислены по измерениям положений спутников 4–6 без измерений изображений самой планеты. Списки экваториальных координат спутников и Сатурна размещены в Пулковской базе данных по телам Солнечной системы и доступны в Интернете по адресу www.pulldb.ru. С помощью программного комплекса MULTISAT выполнено сравнение результатов старой и новой редукций с новейшими эфемеридами спутников Сатурна. На основе этого сравнения выполнен анализ точности результатов наблюдений, сделана оценка точности современных теорий движения спутников. Точность результатов наблюдений в новой редукции оказалась в 3 раза выше точности координат спутников в старой редукции, выполненной с использованием опорного каталога AGK3. Точность современных эфемерид спутников Сатурна по результатам наблюдений на 26-дюймовом рефракторе оказалась на уровне 50–60 mas. Показана высокая точность современных звездных каталогов используемых для астрометрической редукции. Наибольшую погрешность при новой редукции в наблюдаемые положения спутников вносят ошибки измерений, в то время как в старой редукции преобладают ошибки каталожных положений опорных звезд. Таким образом показано преимущество новой редукции по точности по сравнению со старой редукцией по визуальным измерениям и старым звездным каталогам. Делается вывод о целесообразности переработки большого массива старых наблюдений спутников планет по оцифрованным пластинкам в системе новых современных каталогов опорных звезд с целью повышения точности координат спутников и Сатурна.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 12-02-000675-а.

ПАМЯТИ А.А. КИСЕЛЕВА и Е.В. ХРУЦКОЙ

Княева О.В.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Осень 2013 года была тяжелой для нашей лаборатории астрометрии и звездной астрономии (ЛАЗА) Пулковской обсерватории. 30 сентября не стало Алексея Алексеевича Киселева, а 4 октября совсем неожиданно для всех от тяжелейшей болезни умерла Евгения Владимировна Хруцкая. Оба этих человека были моими учителями не только в науке, но и в отношении к жизни. Они были совершенно разные, но все же было то общее, что в моих воспоминаниях связало их навечно. Они были иноходцами – не плыли по течению жизни, а следовали своим индивидуальным путем, который был по силам только им. Мои личные воспоминания об этих людях, которые оставили свой след в истории Пулковской обсерватории, представлены в этом докладе.

ИССЛЕДОВАНИЕ КРАТНЫХ ЗВЕЗД ПУЛКОВСКОЙ ПРОГРАММЫ НАБЛЮДЕНИЙ НА 26-ДЮЙМОВОМ РЕФРАКТОРЕ

Кияева О.В.¹, Орлов В.В.^{1,2}, Жучков Р.Я.³

¹Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

²Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

³Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

Предложен алгоритм анализа динамики кратных звезд разной иерархии с целью оценки вероятности их физической связи. Рассмотрены 13 визуальных кратных звезд с общим собственным движением компонентов, которые имеют длинные ряды позиционных фотографических наблюдений на 26-дюймовом рефракторе ГАО РАН. По данным архивных наблюдений из каталога WDS и оригинальных наблюдений на 26-дюймовом рефракторе определены параметры видимых движений, оценены вероятности физической связанности систем в целом и отдельных двойных подсистем. Большинство исследованных звезд являются далекими и не имеют измеренных тригонометрических параллакса. Проводится анализ движений в картинной плоскости, из которого мы получаем максимальные отношения модуля потенциальной энергии к кинетической энергии ($\kappa = |U/T|$) системы. Из этого можно сделать вывод, что если $\kappa \ll 1$, то система с большой степенью вероятности является оптической; если $\kappa \geq 1$, то требуется дополнительно учитывать лучевые скорости компонентов и уточненное значение параллакса.

КИНЕМАТИЧЕСКАЯ КАЛИБРОВКА ШКАЛ РАССТОЯНИЙ ДЛЯ ПЛАНЕТАРНЫХ ТУМАННОСТЕЙ

Кривошеин С.Б., Никифоров И.И.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Разработана и реализована новая версия предложенного ранее метода кинематической калибровки шкал расстояний для планетарных туманностей (Nikiforov, Bobrova, 1999). Метод включает пространственно-кинематическое моделирование системы планетарных туманностей (ПТ) диска Галактики, которое позволяет получить кинематическую оценку расстояния до центра Галактики (R_0) в принятой шкале расстояний ПТ и одновременно построить кинематическую модель для ансамбля ПТ, исправленную за искажения, вносимые неверным масштабом шкалы. Сопоставление найденной оценки R_0 с её наилучшим значением, найденным по всей совокупности измерений этого параметра (например, $\langle R_0 \rangle_{best} = 7.9 \pm 0.2$ кпк, Nikiforov, 2004), даёт поправочный коэффициент для принятой шкалы, который устраняет среднее искажение масштаба последней.

Построен максимально формализованный алгоритм, который обеспечивает самосогласованное решение следующих задач: получение точечных оценок параметров и их доверительных интервалов; оптимизацию порядка модели; исключение объектов балджа с оптимизацией границы исключения; исключение объектов с большими невязками и объектов смещающих оценку R_0 .

Разработанный алгоритм был применён к трём каталогам расстояний ПТ: Asker (1978), Zhang (1995) и Stanghellini et al. (2008). Для всех шкал получена сходимость алгоритма, найдены калибровочные коэффициенты и кинематические параметры. Подтверждена укороченность шкалы Asker (1978). Установлена корректность средней калибровки шкалы Stanghellini et al. (2008), что делает её особенной на фоне обычной ди-

хотомии «длинные – короткие шкалы». Выявлена кинематическая заниженность шкалы Zhang (1995), которая до сих пор считалась «длинной». Алгоритм планируется использовать для калибровки большого числа каталогов с целью построения синтетического каталога расстояний до ПТ.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРБИТЫ ПО ДВУМ ВЕКТОРАМ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДОМ ПРОДОЛЖЕНИЯ РЕШЕНИЯ ПО ПАРАМЕТРУ С НАИЛУЧШЕЙ ПАРАМЕТРИЗАЦИЕЙ

Кузнецов В.Б.

Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург

Рассмотрена старая классическая задача определения орбиты небесного тела по двум его положениям в два момента времени. Исследование основывается на методе Шефера (Шефер, 2010), который свободен от неопределённостей и может быть применим для всех типов кеплеровских движений. Этот метод использует одно трансцендентное уравнение с одним неизвестным, однако для некоторых гиперболических орбит требуется альтернативная формула. В настоящей работе получено универсальное трансцендентное уравнение содержащее Φ функцию Лерха (Erdelyi, 1953) и применимое для любых начальных данных. Для решения уравнения предлагается использовать метод продолжения решения по параметру с наилучшей параметризацией (Шалашилин, 1999). Данный метод сводится к решению задачи Коши системы двух дифференциальных уравнений с начальными условиями независимыми от начальных данных исходного трансцендентного уравнения. При этом находятся все возможные решения. К недостаткам метода следует отнести потерю эффективности и надёжности для орбитальных дуг близких к 2π .

Шефер В.А., 2010, Новый метод определения орбиты по двум векторам положения, основанный на решении уравнений Гаусса, *Астрономический вестник*, том 44, № 3, с. 273–288.

Erdelyi A., 1953, *Higher Transcendental Functions*, vol. 1. McGraw-Hill, New York.

Шалашилин В.И., Кузнецов Е.Б., 1999, Метод продолжения решения по параметру и наилучшая параметризация (в прикладной математике и механике). Эдиториал УРСС, Москва.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРИЕНТАЦИИ ЗВЕЗДНЫХ КАТАЛОГОВ ОТНОСИТЕЛЬНО ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ DE405 ПО НАБЛЮДЕНИЯМ НУМЕРОВАННЫХ АСТЕРОИДОВ

Кузнецов В.Б., Медведев Ю.Д., Чернетенко Ю.А.

Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург

Рассмотрена возможность определения параметров вращения систем координат семи современных звездных каталогов: USNO-A1.0, USNO-A2.0, USNO-B1.0, UCAC-2, UCAC-3, UCAC-4, 2MASS, полученных в системе каталога Tycho 2, относительно динамических эфемерид DE405, по позиционным наблюдениям астероидов. Произведен анализ ошибок отдельных обсерваторий, наиболее активно наблюдавших астероиды. Вычисления показали, что наименьшую случайную ошибку в современных позиционных наблюдениях (наблюдениях, произведенных после 2000 г.) имеют обсерватории Pan-STARRS 1 и Mt. Lemmon Survey. Результаты определения параметров вращения, полученные по позиционным наблюдениям более 400 тысяч астероидов, исправленным за систематические ошибки опорных каталогов, говорят о том, что рассогласование си-

стем каталогов и динамической системы составляет, в среднем, ~ 50 mas, что значительно больше, чем соответствующая величина для каталога Hipparcos.

ДИНАМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ВЫСОКООРБИТАЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В ОКРЕСТНОСТИ РЕЗОНАНСОВ

Кузнецов Э.Д., Захарова П.Е., Гламазда Д.В.

Коуровская астрономическая обсерватория УрФУ, Екатеринбург

Исследуется динамическая эволюция объектов в окрестности движения высокоэллиптических спутников. По результатам наблюдений на телескопе СБГ Коуровской астрономической обсерватории УрФУ определены улучшенные орбиты высокоэллиптических объектов. Эти улучшенные элементы орбит используются в качестве начальных данных для численного моделирования движения объектов. Численное моделирование выполняется с помощью «Численной модели движения ИСЗ», разработанной в НИИ ПММ ТГУ. Модель возмущающих сил учитывает основные возмущающие факторы: гравитационное поле Земли, притяжение Луны и Солнца, приливы в теле Земли, световое давление с учетом тени Земли, влияние эффекта Пойнтинга-Робертсона, сопротивление атмосферы. Отношение миделева сечения к массе объекта выбрано равным 0.02 м²/кг, что соответствует характерным значениям парусности спутников. Моделирование движения выполняется на интервале 5 лет с целью определения возможности прохождения спутниками через зоны резонансов высоких порядков. Такие прохождения возможны вследствие вековых возмущений большой полуоси орбиты обусловленных сопротивлением атмосферы и влиянием эффекта Пойнтинга-Робертсона. Результаты моделирования прохождения объектами резонансных зон сравниваются с улучшенными орбитами, полученными по результатам наблюдений на телескопе СБГ. Разности эпох прохождения объектом через области резонансов высоких порядков, полученных из наблюдений и по результатам моделирования, используются для уточнения отношения миделева сечения к массе.

ВЕРИФИКАЦИЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ $\Delta\mu$ -ДВОЙНЫХ ЗВЕЗД НИЗКОЙ СВЕТИМОСТИ. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВОЙНЫХ СИСТЕМ

Куликова А.М.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Результаты космической миссии GAIA должны стать определяющими для астрометрии и многих направлений в астрофизике и галактической астрономии. Это касается и исследований двойных систем, особенно в случае звезд низкой светимости (до 1 светимости Солнца) в солнечной окрестности. Весьма продуктивной представляется комбинация данных GAIA с результатами наземных наблюдений для данной области астрономии. Уже сейчас можно оценить потенциал этих исследований, сравнивая результаты определения собственных движений звезд на основе данных наземных и космических обзоров неба для разных интервалов времени. В представленной работе демонстрируется попытка выявления астрометрических двойных по результатам наблюдений, выполненных на Нормальном астрографе в 2007–2015 годах, и данным цифровых обзоров неба (2MASS, SDSS DR12, WISE). В наблюдательную программу были включены 1974 звезды с большими собственными движениями (> 150 mas/yr) до 18 звездной величины. Большинство этих объектов являются маломассивными звездами (до 0.5

массы Солнца). Анализ данных позволил выявить 139 звезд – кандидатов в астрометрические двойные ($\Delta\mu$ -двойные). Основная идея поиска сводится к сравнению среднего (POSSII–POSSI; разность эпох ≈ 50 лет) и «квази-мгновенного» (2MASS, SDSS, WISE, Pulkovo; разность эпох ≈ 10 лет) собственных движений. Если различие значимо по сравнению с ошибками определения, то объект может рассматриваться как кандидат в астрометрические двойные. Однако среди причин значимых различий рассмотренных «сортов» собственных движений могут быть систематические ошибки координат звезд. Поэтому актуально провести численное моделирование движения двойных систем для выявленных случаев $\Delta\mu$ -двойных. Цель моделирования — оценить, возможно ли наблюдать выявленные различия собственных движений для определенного набора орбитальных элементов, масс компонент и расстояния до Солнца. Для 122 $\Delta\mu$ -двойных указанное моделирование было выполнено. Результаты показали, что для 87 звезд (71%) удастся подобрать разумные значения динамических параметров, оправдывающих отнесение данных звезд к категории астрометрических двойных. Видно, что предложенный подход позволяет, во-первых, оценить наиболее вероятные физические параметры компонент системы, и, во-вторых, исключить из дальнейшего анализа явные ошибки детектирования.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ ДВИЖЕНИЙ БЫСТРЫХ ЗВЕЗД НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ЦИФРОВЫХ ОБЗОРОВ НЕБА

Куликова А.М., Ховричев М.Ю.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Большие надежды на существенный выигрыш в точности собственных движений и параллаксов сравнительно ярких звезд (до 15–16 звездной величины) возлагают на комбинацию данных наземных каталогов и первый релиз данных космической миссии GAIA. Актуальность этого направления подтверждается публикациям в международной научной периодике, в которых обсуждаются комбинации GAIA — Hipparcos и GAIA — Tycho-2. Астрометрическая история более слабых звезд, тем более обладающих большими собственными движениями, не столь богата. Представляемая работа имеет целью получить высокоточные собственные движения этих объектов на основе данных обзоров DSS (POSS1 и POSS2), 2MASS, SDSS DR12, WISE. В качестве материала используются ПЗС-кадры для более чем 2000 быстрых звезд, вошедших в пулковскую программу исследования звезд с большими собственными движениями. Все необходимые изображения были автоматически загружены с соответствующих серверов. Была проведена астрометрическая редукция, построены «карты систематических ошибок» координат для каждого обзора. Итоговая точность собственных движений составила 1–4 mas/год. Что позволяет говорить о целесообразности распространения описанного подхода для всего неба. Полученный материал используется для поиска астрометрических двойных звезд среди объектов низкой светимости, для выполнения кинематического анализа поля скоростей звезд в солнечной окрестности.

ИСТОРИЯ ВЫБОРА ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ КООРДИНАТ В РОССИИ

Левитская Т.И.

Уральский федеральный университет, Екатеринбург

Проблема создания единой координатной основы является одной из важнейших задач геодезии и может решаться для всей Земли в целом или в пределах одного государства. Излагается история координатизации территории России в XIX–XXI вв. и ее совершенствование со временем. Обсуждаются трудности построения единой системы координат, вопросы совершенствования методики и точности измерений, упорядочения старых и новых триангуляций, установления единого эллипсоида для геодезических работ на территории России. Отмечается вклад нескольких поколений выдающихся астрономов и геодезистов в решении этой задачи.

Показано значение астрономических определений координат основных пунктов как наиболее оперативного способа создания геодезической основы для производства топографических съемок. Особое внимание уделяется применению геодезических сетей в виде сети треугольников не только для обоснования топографических съемок, но и для координатизации окружающего пространства путем формирования единой системы координат.

Использование единых систем координат необходимо как геодезическая основа в практической и научной сферах человеческого общества.

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ НЕИЗВЕСТНЫХ ФРАГМЕНТОВ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА В ГЕОСТАЦИОНАРНОЙ ОБЛАСТИ

Левкина П.А.¹, Бахтигараев Н.С.¹, Чазов В.В.²

¹Институт астрономии РАН, Москва

²Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга МГУ, Москва

Ежегодно на комплексе телескопа Zeiss-2000 ($D = 2$ м, $F = 16$ м) обсерватории на пике Терскол (Северный Кавказ) в рамках научной программы «Астрономия в Приэльбрусье» проводятся оптические наблюдения фрагментов космического мусора в геостационарной области и на высокоэллиптических орбитах. Во время наблюдательных сеансов регулярно обнаруживаются ранее не наблюдавшиеся фрагменты космического мусора слабее 18-й звёздной величины, отсутствующие в каталогах. В данной работе представлены результаты обработки наблюдений таких объектов. Приводятся результаты анализа кривых блеска, параметры движения этих объектов.

РАДИОИЗЛУЧЕНИЕ ЗВЕЗД ZET CYG, HR2956, HR2988, HD114149 И БЛИЖАЙШИХ К НИМ ЗВЕЗД

Липовка Н.М.¹, Липовка А.А.²

¹Санкт-Петербург

²Центр физических исследований, Университет Соноры, Эрмосийо, Мексика

Для выполнения правильных отождествлений небесных объектов радио-оптика мы использовали высокоинформационный радиообзор северного неба NRAO обсерватории (NVSS обзор), насчитывающий 2×10^6 радиообъектов, выполненный с чувствительностью 2,6 мЯн на волне 21 см, с диаграммой направленности $\theta = 45''$, и каталог

звезд UCAC. При предложенной в обзоре NVSS привязке координат радио-оптика ни один радиисточник не отождествился с оптическими объектами, расположенными на трех площадках размером $1^\circ \times 1^\circ$. Даже яркий диффузный объект NGC4993 (галактика, 9^m) попал в пустое поле в оптическом изображении. Привязка координат радиообъектов к оптическим объектам производилась нами методом локальной привязки по зонам, на которых имеется достаточное количество звезд. Применяв разработанный нами метод привязки ЛКЛ (LKL), мы отождествили на трех одноградусных площадках 27 звезд ярче 9^m и один объект с диффузным изображением NGC4993 (9^m). С яркой звездой zet Cyg отождествился сильный радиисточник с плотностью потока 700 мЯн (на волне 21 см), который числится в каталоге ICRF2 как квазар. Таким образом, было обнаружено, что все яркие звезды излучают в радиодиапазоне и что координаты каталога ICRF2, который рекомендован для привязки небесных объектов радио-оптика и координат земных пунктов, нуждаются в проверке.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КИТАБСКОГО ПУНКТА МЕЖДУНАРОДНОЙ СЕТИ ISON

Литвиненко Е.А.¹, Молотов И.Е.², Куприянов В.В.¹, Алиев А.Т.³

¹*Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург*

²*Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Москва*

³*Китабская широтная станция, Астрономический институт АН РУз, Узбекистан*

Китабская широтная станция имени Улугбека начала работать в 1930 году – регулярные определения широты проводились для определения параметров вращения Земли. В связи с прекращением классических оптических наблюдений за изменчивостью широт и долгот наблюдения в Китабе были прекращены. Новый этап в истории КШС начался в 2006 году после присоединения обсерватории к международной наблюдательной сети ISON (ПулКОН). Вначале наблюдения велись на двойном астрографе Цейсса. В 2009 году был построен павильон сразу на три телескопа. Осенью того же года туда был установлен на автоматизированную монтировку EQ6Pro зеркально-линзовый телескоп конструкции Теребижа-Борисова ORI-22. С ПЗС-камерой FLI PL4301E этот телескоп имеет поле зрения $5.5^\circ \times 5.5^\circ$, и на нем проводится обзор геостационарной области. Второй телескоп того же производителя, ORI-40, начал работать в январе 2011 г. Телескоп установлен на автоматизированную монтировку WS-240 и с ПЗС-камерой ML09000 имеет поле зрения $2.3^\circ \times 2.3^\circ$. На нем ведутся наблюдения фрагментов космического мусора до 17^m . В ближайшее время должен быть установлен третий телескоп 30-см ГенонМакс с полем зрения $4.8^\circ \times 4.8^\circ$. Этот телескоп заменит ORI-22 для обзоров ГСО, а на ORI-22 будут наблюдаться яркие объекты по целеуказаниям. Первичная обработка полученных наблюдений проводится при помощи пакета программ Арх II. Планирование наблюдений и управление монтировкой обеспечивает программа CHAOS.

ВЛИЯНИЕ ГАЛАКТИЧЕСКОЙ АБЕРРАЦИИ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВЯЗИ ОПТИЧЕСКОЙ И РАДИО СИСТЕМ КООРДИНАТ

Малкин З.М.^{1,2}

¹Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

²Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

К концу текущего – началу следующего десятилетия ожидается появление высокоточной оптической системы отсчета нового поколения GCRF (Gaia Celestial Reference Frame). К этому же времени ожидается выход новой версии радио системы ICRF (International Celestial Reference Frame). Точность положения объектов в обеих системах отсчета должна быть на уровне первых десятков микросекунд дуги. При этом ICRF является официально признанной МАС реализацией системы небесных координат ICRS (International Celestial Reference System). Поэтому привязка GCRF к ICRS будет производиться путем ее привязки (фактически определения взаимной ориентации) к ICRF по внегалактическим радиоисточникам, наблюдаемым как в радио (РСДБ), так и в оптике (Gaia). Такая привязка должна производиться на микросекундном уровне точности, что, в частности, предполагает применение наиболее точных алгоритмов астрометрических редуций. Одной из таких редуций, пока не вошедших в практику регулярной обработки наблюдений, является галактическая абберация в собственных движениях. В работе исследуется ее влияние на определение взаимной ориентации ICRF и GCRF.

НОВАЯ ВЕРСИЯ КАТАЛОГА ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АСТРОМЕТРИЧЕСКИХ РАДИОИСТОЧНИКОВ OCARS

Малкин З.М.^{1,2}

¹Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

²Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Представлена новая версия каталога оптических характеристик астрометрических радиоисточников OCARS. Каталог включает радиоисточники, наблюдавшиеся в астрометрических и геодезических РСДБ-программах 1979–2015 гг., их красные смещения, а также оптические и инфракрасные величины. Каталог непрерывно развивается в отношении включения новых источников (число источников почти удвоилось) и добавления новых оптических данных. Основными источниками информации служат базы данных NED и SIMBAD. Кроме того регулярно отслеживаются публикации в основных астрономических журналах и arXiv. На август 2015 г. каталог содержит 9392 источника, из которых для 5117 известно красное смещение и для 7054 оптическая или инфракрасная величина. Если в старых версиях каталога OCARS приводилась только одна оптическая величина в оптическом или инфракрасном диапазоне, в новой версии приводятся величины в тринадцати диапазонах от u до K , принятых в SIMBAD. Каталог OCARS обновляется несколько раз в год, последняя версия всегда доступна по адресу http://www.gao.spb.ru/english/as/ac_vlbi/ocars.txt.

О ТОЧНОСТИ ПРОГНОЗА КООРДИНАТ НЕБЕСНОГО ПОЛЮСА

Малкин З.М.^{1,2}

¹Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

²Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Для многих практических приложений, таких как спутниковые навигационные системы, оперативное определение всемирного времени и космическая навигация необходимо знать координаты небесного полюса в реальном времени, а иногда и с некоторым упреждением. В настоящее время наиболее точные значения координат небесного полюса получаются из РСДБ-наблюдений на глобальных сетях станций, результаты которых бывают обычно доступны только через две-четыре недели после наблюдений. Поэтому на практике используются их прогнозные значения. В настоящей работе исследуется точность прогнозов координат небесного полюса на материале реальных данных, полученных за последние годы в разных центрах вычисления и прогнозирования параметров вращения Земли: Морской обсерватории США, Парижской обсерватории и Пулковской обсерватории.

СВЯЗЬ РАДИО И ОПТИЧЕСКОЙ НЕБЕСНЫХ СИСТЕМ ОТСЧЕТА

Малкин З.М.^{1,2}

¹Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

²Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

К концу текущего – началу следующего десятилетия ожидается появление оптической небесной системы отсчета нового поколения, полученной по наблюдениям космического аппарата Gaia в 2014–2019 гг. В результате этой миссии будет создан каталог GCRF (Gaia Celestial Reference Frame) положений звезд и внегалактических объектов, внутренне согласованный на микросекундном уровне точности. К этому же времени запланирован выход новой версии небесной системы отсчета ICRF (International Celestial Reference Frame) близкой точности, создаваемой на основе обработки РСДБ-наблюдений с 1979 г. Обе системы отсчета в радио (ICRF) и оптическом (GCRF) диапазонах волн должны в идеале служить реализациями единой небесной системы координат ICRS на микросекундном уровне точности. Поэтому стоит вопрос о согласовании систем ICRF и GCRF по общим объектам, в первую очередь по радио- и оптически-ярким активным ядрам галактик (АЯГ). Однако согласование этих двух систем с такой точностью является нетривиальной задачей по причине больших случайных и систематических расхождений координат небесных объектов в различных диапазонах длин волн. Эти расхождения обусловлены как ошибками, присущими разным методам наблюдений и их обработки, так и физическими особенностями строения и механизмов излучения АЯГ. В докладе рассматривается современное состояние проблемы связи радио и оптической систем отсчета.

О ПЕРИОДИЧЕСКИХ ВЫБРОСАХ ВЕЩЕСТВА С ЯДРА КОМЕТЫ ЭНКЕ ПРИ ЕЕ ДВИЖЕНИИ ВБЛИЗИ СОЛНЦА

Медведев Ю.Д., Чернетенко Ю.А.

Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург

На интервале 1993–2014 гг., охватывающем 7 появлений кометы (3042 оптических наблюдений), получена орбита кометы Энке. Учет негравитационных эффектов проводился по модели Марсдена. Получены следующие значения составляющих негравитационного ускорения и их ошибки:

$$A_1 = 0.0081 \pm 0.0006, A_2 = -0.000656 \pm 0.000001 (10^{-8} \text{ а.е. сут}^{-2}),$$

что близко к соответствующим значениям, приводимым на сайте Minor Planet Center (http://www.minorplanetcenter.net/db_search/). Анализ остаточных разностей O–C показал, что вблизи перигелиев всех рассматриваемых появлений значительно возрастает число наблюдений, исключаемых из решения МНК по правилу 3σ ($\sigma = 0.80''$). Аномальные наблюдения мы интерпретируем как смещение центра яркости кометы относительно ее ядра, которое возникает в результате выброса вещества в виде облака. По нашим оценкам, периодичность выбросов составляет примерно 15 суток. Эти облака прослеживаются до расстояний 1000–1500 км от ядра и затем рассеиваются.

Для оценки размера частиц в облаке, скорости и направления выброса их движение моделировалось с учетом гравитационного влияния ядра кометы и Солнца, светового давления и газодинамического давления молекул газа, сублимирующих с поверхности ядра. Наилучшее представление аномальных наблюдений дает движение облака, состоящего из частиц диаметром 1.0–1.5 мм, выброшенных с поверхности со скоростью нескольких метров в секунду в направлении, близком к направлению на Солнце.

ВЕКОВАЯ ДИНАМИКА ПЛАНЕТНОЙ СИСТЕМЫ 16 Cyg

Мельников А.В.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Рассмотрена возможная хаотическая динамика в орбитальном движении планеты в широкой визуально-двойной звездной системе 16 Cyg. Единственная известная в данной системе планета имеет массу в $1.5 \sin i$ массы Юпитера и существенный эксцентриситет орбиты $e = 0.69$. Ранее Хольман и др. (Holman, Touma, Tremaine, 1997, Nature, 386, 254) указали на возможность наличия хаоса в орбитальной динамике планеты из-за близости системы 16 Cyg к сепаратрисе резонанса Лидова-Козаи (ЛК). Нами проведено массовое вычисление характеристических показателей Ляпунова (ХПЛ) на множестве возможных значений орбитальных параметров планеты. Величина ляпуновского времени (время предсказуемой динамики) для системы 16 Cyg более 30 000 лет (оценка снизу), что составляет 1.5–2 периода возмущения орбиты планеты со стороны удаленной компоненты звездной системы и примерно 15 000 орбитальных периодов планеты. Подробно рассмотрена динамика для нескольких возможных моделей планетной орбиты – построены зависимости величин ХПЛ от времени их вычисления и зависимости оскулирующих элементов орбиты от времени. Для всех моделей построены сечения фазового пространства динамики системы в окрестности резонанса ЛК и изучены основные особенности, наблюдаемые на них. Показано, что для возможных начальных значений орбитальных параметров планеты система 16 Cyg в фазовом пространстве находится вдали от сепаратрисы резонанса ЛК. Поэтому, в отличие от выводов, сделанных в

работе Хольмана и др., существование хаотического поведения в орбитальном движении планеты в системе 16 Cyg маловероятно.

BAO PLATE ARCHIVE DIGITIZATION, CREATION OF ELECTRONIC DATABASE AND ITS SCIENTIFIC USAGE

Mickaelian A.¹, Nikogosian E.¹, Gigoyan K.¹, Paronyan G.¹, Abrahamyan H.¹, Azatyan N.¹, Andreasyan H.¹, Gyulzadian M.¹, Khachatryan K.¹, Kostandyan G.¹, Vardanyan A.¹, Mikayelyan G.², Farmanyan S.³, Knyazyan A.⁴

¹*Byurakan Astrophysical Observatory, Armenia*

²*Web designer*

³*National Academy of Sciences of Armenia*

⁴*Institute for Informatics and Automation Problems, Armenia*

Astronomical plate archives created on the basis of numerous observations at many observatories are important part of the astronomical heritage. Byurakan Astrophysical Observatory (BAO) plate archive consists of 37,500 photographic plates and films, obtained at 2.6 m telescope, 1m and 0.5 m Schmidt telescopes and other smaller ones during 1947–1991. In 2002–2005, the famous Markarian Survey (First Byurakan Survey, FBS) 2000 plates were digitized and the Digitized FBS (DFBS, <http://www.aras.am/Dfbs/dfbs.html>) was created. New science projects have been conducted based on these low-dispersion spectroscopic material. In 2015, we have started a project on the whole BAO Plate Archive digitization, creation of electronic database and its scientific usage. A Science Program Board is created to evaluate the observing material, to investigate new possibilities and to propose new projects based on the combined usage of these observations together with other world databases. The Executing Team consists of 9 astronomers and 3 computer scientists and will use 2 EPSON Perfection V750 Pro scanners for the digitization, as well as Armenian Virtual Observatory (ArVO) database to accommodate all new data. The project will run during 3 years in 2015–2017 and the final result will be an electronic database and online interactive sky map to be used for further research projects.

ДОЛГОПЕРИОДИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЛЮСА, ПОЛУЧЕННЫЕ ИЗ РЯДА ИЗМЕНЕНИЯ ШИРОТЫ ПУЛКОВА ЗА 1840–2014 гг.

Миллер Н.О.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Движение полюса может быть представлено как сумма тренда, чандлеровского колебания, годового колебания и ряда остатков. Исследована тонкая структура каждой составляющей, в результате выявлены особенности и закономерности в их поведении. Некоторые из обнаруженных тенденций заметны только при исследовании длинных рядов наблюдений. Например, характер тренда за последние 20 лет существенно изменился. Это не связано с переходом на новые методы наблюдений, т.к. в работе в основном использовались наблюдения на одном инструменте. Исследование ЧДП включает в себя: подробный анализ тонкой структуры, вычисление параметров колебания, спектральный анализ. С помощью преобразования Гильберта были вычислены изменение амплитуды и фазы со временем для годового и чандлеровского компонента. Для чандлеровского компонента подтверждается наличие повторяющейся структуры с интервалом 80 лет, максимальный коэффициент корреляции (0.93) приходится на интервалы

1850–1930, 1930–2010. В годовом компоненте наблюдается увеличение амплитуды на 0.003" и фазы на 45 градусов за 174 года. Кроме того в работе выполнен анализ ряда остатков, который имеет распределение Гаусса. Таким образом, в работе представлена полная схема математической структуры движения полюса.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПОЛЮСА С ПОМОЩЬЮ ССА

Миллер Н.О.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

В работе представлены результаты прогнозирования координат полюса и изменения широты Пулково различными модификациями метода сингулярного спектрального анализа. В данном методе имеется два способа реализации – геометрический и аналитический. Для геометрического способа базовый вектор совпадает с восстановленным вектором, а для аналитического способа он может быть восстановленным, исходным или аппроксимирующим. Таким образом, было получено по четыре варианта прогноза для различной длины. При этом было проведено исследование с целью выбора оптимальной базы прогноза. Прогноз выполнялся как для всего ряда целиком, так и для отдельно взятой компоненты.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПОЛЮСА

Миллер Н.О., Воротков М.В.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

В работе представлены на примере рядов координат полюса и изменения широты Пулково представлены разные подходы к созданию модели сложных нестационарных процессов. Для моделирования использовались ряды на всем протяжении истории наблюдений более 170 лет. Для модели использовались восстановленные с помощью сингулярного спектрального анализа ряды свободные от случайной составляющей. В результате было получено несколько вариантов моделей и на основе этих моделей выполнен прогноз движения полюса, который сопоставляется с реальными наблюдениями.

НАБЛЮДЕНИЯ ШИРОТЫ ПУЛКОВА И ИСТОРИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ XX ВЕКА

Миллер Н.О., Прудникова Е.Я.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

История наблюдений широты Пулково естественным образом разделяется на три этапа. Первый этап – наблюдения с 1840 по 1890 гг. на пассажном инструменте Репсольда в первом вертикале и на большом вертикальном круге Эртеля. Выдающийся вклад в наблюдения широты внесли В.Я. Струве, Х.И. Петерс, Г. Гюльден, М.О. Нюрен, А.А. Иванов, Б. Ванах, С.К. Костинский. Началом второго этапа совпадает с началом плановых наблюдений широты Пулково. Эти наблюдения начались в 1890 году и выполнялись на пассажном инструменте в первом вертикале (ПИПВ) Б. Ванахом, С.К. Костинским, А.Р. Педашенко, А.С. Васильевым. В 1904 г. в строй вступил зенитный телескоп Фрейберга-Кондратьева (ЗТФ-135). Первая мировая война, революция,

гражданская война, сталинские репрессии значительно усложнили работу ученых, но, несмотря на это, мы имеем непрерывные ряды наблюдений вплоть до 1941 г. Основными наблюдателями на ПИПВ до войны 1941 г. был А.С. Васильев, а на ЗТФ-135 – С.В. Романская. Первая мировая война практически никак не отразилась на наблюдениях, а с началом Отечественной войны они были прерваны. Возобновились наблюдения в 1948 году на ЗТФ-135 и были завершены в 2006 году. Усилиями 36 наблюдателей с помощью ЗТФ-135 был получен ряд наблюдений, который включает около 170 тыс. значений широты. Около половины всех наблюдений на ЗТФ-135 были получены С.В. Романской, Л.Д. Костиной и Н.Р. Персияниновой. В результате мы имеем уникальный ряд изменений широты Пулкова с 1840 по 2006 г.

РАЗЛОЖЕНИЕ СКОРОСТЕЙ ПУНКТОВ ПО СФЕРИЧЕСКИМ ФУНКЦИЯМ

Мохнаткин А.В.^{1,2}, Петров С.Д.², Горшков В.Л.^{1,2}

¹Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

²Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

В классической теории литосферной тектоники литосфера включает в себя около двадцати плит, которые считаются абсолютно твердыми. Однако современные астрономические наблюдения выявляют отклонения от классической теории. В связи вновь открывшимися фактами используемый математический аппарат литосферной тектоники более не удовлетворяет современным наблюдениям. В настоящей работе предлагается новый подход к теории литосферной тектоники, а именно представление скоростей геодезических пунктов (станций) в виде ряда по сферическим функциям.

В качестве исходных данных в работе используются скорости более чем двух тысяч пунктов глобальной геодезической сети, определенных в ITRF2008 сотрудниками Лаборатории реактивного движения (Jet Propulsion Laboratory). При разложении поля скоростей пунктов в ряд по сферическим функциям были приняты соглашения, используемые в геомагнетизме, в которых векторное поле разделяется на радиальную, сфероидальную и тороидальную компоненты. Получены коэффициенты сферических гармоник для сфероидальной и тороидальной компонент вплоть до степени двенадцать. Предпринята предварительная попытка их геофизической интерпретации. Кроме того, дана интерпретация сферических функций с точки зрения вращений литосферных плит по сфере, а также их деформаций.

ГЕОДИНАМИКА БАЛТИЙСКОГО ЩИТА И РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ ПО ГНСС-ДАНЫМ

Мохнаткин А.В.^{1,2}, Петров С.Д.², Горшков В.Л.^{1,2}, Щербакова Н.В.^{1,2}

¹Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

²Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

На основе метода совместного оценивания компонент угловой скорости и деформаций литосферного блока исследована геодинамика взаимодействия Балтийского щита и Русской платформы. Данный подход для коллокации искомым параметров использует метод наименьших квадратов и модельные ковариационные функции, принятые в методах геостатистики. В качестве исходного материала для исследования использованы скорости ГНСС-станций соответствующего региона, редуцированные за модельное

последледниковое поднятие. Оценены возможности и ограничения метода в сравнении с применяемыми подходами, не учитывающими деформации геотектонических блоков.

ОБЪЕДИНЕННАЯ БАЗА ДАННЫХ ПО ЛУННЫМ ПОКРЫТИЯМ ВЫПОЛНЕННЫХ В УЗБЕКИСТАНЕ ЗА ПЕРИОД 1882-1996 ГГ.

**Муминов М.М.¹, Казанцева Л.В.², Ижакевич Е.М.²,
Эгамбердиев Ш.А.¹, Каххаров Б.Б.¹**

¹*Астрономический институт АН РУз, Ташкент, Узбекистан*

²*Главная астрономическая обсерватория НАН Украины, Киев, Украина*

В Узбекистане наблюдения лунных покрытий проводили сотрудники Ташкентской обсерватории с конца XIX века. Объединив базу данных Международного центра лунных покрытий (ILOС) и Киевской обсерватории по пунктам на территории Узбекистана, была выполнена переобработка наблюдений с использованием полуаналитической эфемериды движения Луны VSOP87A с учетом поправок за рельеф краевой зоны по картам Уоттса. Наблюдения предполагается продолжить на 48 см телескопе Майданакской обсерватории. Отобранный массив данных (1145 результатов наблюдений) представляет собой длительный временной период (1882–1993 гг.), но имеет неравномерное распределение по времени. Четко выделяются 4 периода активности наблюдений: 1882–1890, 1927–1938, 1948–1972 и 1993 гг. При этом на протяжении года распределение наблюдений практически равномерно, большая часть явлений наблюдалась на темном крае Луны, преимущественно во время покрытий звезды лунным диском. В целом наблюдательный материал, отобранный для анализа, демонстрирует достаточную точность и хорошее качество, что позволяет его использовать в дальнейшем при общей обработке лунных покрытий.

КАТАЛОГ ЭКВАТОРИАЛЬНЫХ КООРДИНАТ И В-ВЕЛИЧИН ЗВЕЗД ЭКВАТОРИАЛЬНОЙ ЗОНЫ ПРОГРАММЫ ФОН НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ ОЦИФРОВАННЫХ АСТРОНЕГАТИВОВ КИТАБСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

**Муминов М.М.¹, Каххаров Б.Б.¹, Йулдошев К.Х.¹,
Андрук В.Н.², Вавилова И.Б.², Головня В.В.²**

¹*Астрономический институт АН РУз, Ташкент, Узбекистан*

²*Главная астрономическая обсерватория НАН Украины, Киев, Украина*

Для экваториальной зоны программы ФОН на основе обработки оцифрованных астронегативов, снятых в Китабской обсерватории республики Узбекистан, создан каталог экваториальных α, δ координат и В-величин звезд. Ширина зоны – 5 градусов, количество обработанных пластинок равно 90. Оцифровка астронегативов осуществлялась с помощью сканера Epson Expression 10000XL, режим сканирования – 1200 dpi, размер пластинок – 30×30 см или 13000×13000 px. Каталог содержит 1 795640 звезд и галактик до $B \leq 16.5^m$ на эпоху 1983.2 г. Координаты звезд и галактик получены в системе каталога Tycho-2, В-величины в системе фотоэлектрических стандартов. Внутренняя точность каталога для всех объектов составляет $\sigma_{\alpha, \delta} = \pm 0.20''$ и $\sigma_B = \pm 0.18^m$ (для звезд в интервале $B = 6^m - 14^m$ ошибки равны $\sigma_{\alpha, \delta} = \pm 0.13''$ и $\sigma_B = \pm 0.11^m$) для экваториальных координат и звездных В-величин соответственно. Сходимость между нами вычисленными и опорными положениями составляет $\sigma_{\alpha, \delta} = \pm 0.066''$ (для 64 840 звезд каталога Tycho-2), а сходимость с фотоэлектрическими звездными В-величинами равна

$\sigma_B = \pm 0.19^m$ (для 1 635 измерений звезд). Ошибки по отношению к каталогу UCAC-4 примерно равны $\sigma_{\alpha, \delta} = \pm 0.35''$.

ФРАКТАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ, АНАЛИЗА И КЛАССИФИКАЦИИ БОЛЬШИХ ПОТОКОВ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Мышев А.В.

*Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ –
Обнинский институт атомной энергетики, Обнинск*

Рассматриваются новые подходы построения моделей и логических схем алгоритмов и процедур информационных технологий обработки, анализа и классификации больших потоков астрономических данных об орбитах и траекториях малых тел. Методология построения таких моделей и схем основана на построении оценок критериев близости и связанности орбит и траекторий в пространстве возможных состояний, используя соответствующий математический аппарат теории фрактальных размерностей. Логическая, алгоритмическая и содержательная сущность методов и технологий теории заключается в следующем. Во-первых, обработка и анализ потока данных орбит и траекторий состоит в том, чтобы описать фрактальную структуру их информационного пространства. Во-вторых, выделить монофрактальные структуры в потоке и классифицировать их по признаку принадлежности к классам перколирующего фрактала или фрактального агрегата.

НАБЛЮДЕНИЯ ГАЛИЛЕЕВЫХ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА НА ПУЛКОВСКОМ НОРМАЛЬНОМ АСТРОГРАФЕ

Нарижная Н.В.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Приводятся результаты наблюдений Юпитера и его галилеевых спутников, выполненные на нормальном астрографе Пулковской обсерватории за период 2009–2011 гг. Получено 140 положений галилеевых спутников и 42 вычисленных положения Юпитера в системе каталога UCAC4 (ICRS, J2000.0). Полученные экваториальные координаты спутников были сравнены с 9 наиболее современными теориями движения планет и спутников. В среднем (О-С) по обеим координатам относительно всех выбранных теорий движения не превышает $0.08''$. Поведение и величины разностей (О-С) для положений спутников Ганимеда и Каллисто свидетельствуют о том, что теории их движения изучены хуже, чем у Ио и Европы. Для Каллисто распределение разностей (О-С) оказалось отличным от нормального закона распределения. Добавление новой планетной теории INPOP13C в проведенный анализ полученных положений галилеевых спутников выводы не изменило. Сравнение экваториальных координат Юпитера, вычисленных на основе наблюдаемых положений спутников и их теоретических ювицентрических координат, с теорией планетного движения INPOP10 показало удовлетворительные результаты. Средние отклонения равны соответственно $(O-C)_\alpha = 0.040''$ и $(O-C)_\delta = -0.053''$ при нормальном законе распределение разностей.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВНУТРЕННЕЙ КИНЕМАТИКИ СФЕРИЧЕСКИХ ЗВЕЗДНЫХ СКОПЛЕНИЙ ПО СОБСТВЕННЫМ ДВИЖЕНИЯМ

Осипков Л.П.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Рассмотрена ставшая актуальной в последнее время задача определения внутренней кинематики сферических звездных систем по спроектированным на картинную плоскость собственным движениям. Выведено интегральное уравнение, связывающее соответствующие функции распределения, которое исследовано методом моментов. Получены явные выражения для дисперсий радиальных и поперечных скоростей и моментов четвертого порядка через моменты собственных движений. Сделан вывод о единственности решения интегрального уравнения. Показано, как можно заключить о несферичности распределения скоростей по собственным движениям. В случае изотропии найдено явное выражение для функции распределения пространственных скоростей как решение интегрального уравнения.

УТОЧНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОРБИТЫ И ЛИБРАЦИИ ЛУНЫ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ JPL DE430

Павлов Д.А.

Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург

В рамках работы над эфемеридами EPM реализована модель орбитально-вращательного движения Луны, основанная на уравнениях движения, принятых в эфемеридах JPL DE430. Луна рассматривается как эластичное тело с вращающимся жидким ядром. В модель включены: возмущения орбиты и Луны от неоднородного гравитационного потенциала Земли; вращательный момент, возникающий от неоднородного гравитационного потенциала Луны; возмущения орбиты Луны из-за лунных и солнечных приливов на Земле; деформация Луны в результате её вращения и гравитационного влияния Земли; вращательный момент от жидкого ядра.

Была использована модель гравитационного потенциала на основе решения EGM2008 (для Земли) и GL660B (для Луны). Использовались общепринятые модели вращения Земли, смещений пунктов наблюдений и задержек сигнала в тропосфере, рекомендованные соглашениями IERS2010.

Уточнение параметров модели осуществлялось на основе данных наблюдений лунной лазерной локации (LLR). Были обработаны наблюдения со станций: Haleakala, McDonald/MLRS1/MLRS2, CERGA, Apache, Matera. Получена эфемерида Луны, сопоставимая с международными аналогами. Есть основания для дальнейших исследований в области приливных эффектов и внутреннего строения Луны.

УПРОЩЁННАЯ ФОРМА УРАВНЕНИЙ ГИДРОДИНАМИКИ ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ ВРЕМЕННОЙ ЗАВИСИМОСТИ МОМЕНТА СИЛ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО СЦЕПЛЕНИЯ МАНТИИ И ЯДРА ЗЕМЛИ

Пасынок С.Л.

*Всероссийский научно-исследовательский институт
физико-технических и радиотехнических измерений, Москва*

Доклад посвящен уточнению теории нутации Земли в связи с приближением точности определения параметров вращения Земли (ПВЗ) к субмикросекундному, а в перспективе и к микросекундному уровню, для чего Международным астрономическим союзом (IAU) в 2013 году была создана рабочая группа № 19 по уточнению принятой теории нутации.

Предложенная Пасынком и Кузнецовой (Пасынок, Кузнецова, 2014) интерпретация остаточных расхождений принятой теории нутации Земли и измерений, в принципе, позволяет объяснить их структуру. Однако для построения высокоточной модели необходимо уточнить временную зависимость момента сил электромагнитного сцепления мантии и ядра Земли. Для этого нужно решить уравнения магнитной гидродинамики и определить временную зависимость возмущений магнитного поля, обусловленных дифференциальным вращением.

Точные уравнения магнитной гидродинамики очень сложны, приходится делать ряд упрощений и допущений, позволяющих прийти к сравнительно простой форме уравнений. В докладе рассматривается переход от точных уравнений магнитной гидродинамики к приближённым, обсуждаются допущения, приближения и упрощения, которые могут быть сделаны. Полученные упрощённые уравнения гидродинамики выносятся на обсуждение. Результаты работы планируется использовать для уточнения временной зависимости момента магнитных сил с целью дальнейшего уточнения теории нутации Земли.

ОПЕРАТИВНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПВЗ В ГМЦ ГСВЧ

Пасынок С.Л., Безменов И.В., Цыба Е.Н.

*Всероссийский научно-исследовательский институт
физико-технических и радиотехнических измерений, Москва*

Согласно положению о Государственной службе времени, частоты и определения параметров вращения Земли (ГСВЧ), утвержденному Постановлением Правительства РФ № 225, на ГСВЧ возложена ответственность за формирование официальной информации о времени, частоте и параметрах вращения Земли. В настоящее время в связи с повсеместным применением глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) повышаются требования к значениям параметров вращения Земли (ПВЗ), формируемым ГСВЧ, прежде всего, в части оперативности и временного разрешения. Согласно положению о полномочиях федеральных органов исполнительной власти по поддержанию, развитию и использованию модернизированной ГНСС ГЛОНАСС, утвержденному Постановлением Правительства РФ № 323, на Ростехрегулирование возложена ответственность за обеспечение системы ГЛОНАСС эталонными значениями времени и частоты, национальной шкалой времени и данными о параметрах вращения Земли.

В докладе представлены результаты деятельности ГМЦ ГСВЧ, связанной с осуществлением оперативной службы определения ПВЗ ГСВЧ в 2014 году.

ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ВРАЩЕНИЕ ТЕЛ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ ДИНАМИЧЕСКИ СОГЛАСОВАННОЕ С ЭФЕМЕРИДОЙ DE422/LE422

Пашкевич В.В.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Данное исследование является продолжением изучения геодезического (релятивистского) вращения Луны, Солнца и больших планет Солнечной системы. На 2000-летнем (1000 г. – 3000 г.) интервале времени с шагом в 1 сутки для каждого из исследуемых тел были образованы массивы значений компонент вектора угловой скорости геодезического вращения относительно их собственных систем координат. При этом положения и скорости тел задавались фундаментальной эфемеридой DE422/LE422. В результате методами наименьших квадратов и спектрального анализа определены новые наиболее существенные вековые и периодические члены компонент векторов геодезического вращения исследуемых тел Солнечной системы.

ПОСТРОЕНИЕ ОСРЕДНЕННЫХ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ ЧЕТЫРЕХПЛАНЕТНОЙ ЗАДАЧИ МЕТОДОМ ХОРИ-ДЕПРИ

Перминов А.С., Кузнецов Э.Д.

Уральский федеральный университет, Екатеринбург

Работа посвящена исследованию динамической эволюции планетных систем. Рассмотрен алгоритм разложения гамильтониана задачи в ряд Пуассона по элементам орбиты и малому параметру. В качестве малого параметра выбрано отношение суммы масс планет к массе звезды. Гамильтониан записывается в системе координат Якоби. Разложение ведется по элементам второй системы Пуанкаре. Эта система содержит только одну угловую переменную – среднюю долготу, что значительно упрощает угловую часть разложения.

Далее с помощью метода осреднения Хори-Депри, использующего формализм скобок Пуассона, построен гамильтониан задачи в осредненных элементах. Представлен алгоритм построения уравнения движения планетной задачи, уравнения перехода от оскулирующих элементов к осредненным и производящая функция преобразования.

Для разложения гамильтониана в ряд и для реализации метода Хори-Депри используется система компьютерной алгебры Piranha, которая представляет собой эшелонированный пуассоновский процессор. Для сокращения числа слагаемых и экономии оперативной памяти в разложении гамильтониана в символьном виде сохраняются скалярные произведения радиус-векторов.

Разложение гамильтониана построено с точностью до 11 степени по элементам орбиты и до 3 степени по малому параметру. На примере Солнечной системы и нескольких внесолнечных систем даны оценки точности, полученных разложений. Уравнения движения планетной задачи построены для первого и второго приближения метода осреднения.

РАДИО ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЙ КАТАЛОГ

Петров Л.Ю.

Астрогео Центр, г. Фолс Чёрч, США

Основой астрометрии являются фундаментальные каталоги абсолютных положений астрономических объектов с наивысшей точностью. Таким каталогом в радио диапазоне является Радио Фундаментальный Каталог, построенный по результатам анализа 11 миллионов РСДБ наблюдений, выполненных главным образом в 1994–2015 годах. Каталог содержит более 9000 источников и имеет медианную ошибку 3 нанорадиана (600 микросекунд дуги). Целью доклада является дать обзор состояния проекта создания радио фундаментального каталога, последних достижений с 2013 года, и фронта работ, которые ведутся в настоящее время и завершатся к 2017 году.

О ПОЛОЖЕНИЯХ ОБЛАСТЕЙ, ВЕДУЩИХ К СОУДАРЕНИЯМ АСТЕРОИДА АПОФИС С ЗЕМЛЕЙ

Петров Н.А., Соколов Л.Л., Васильев А.А.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Исследуются области начальных данных, ведущие к соударениям астероида Апофис с Землей в текущем столетии, и эволюция этих областей со временем. Их знание необходимо при планировании предотвращения соударений. Несмотря на уточнение орбиты Апофиса из наблюдений в 2013 году, имеется много (более 100) возможных соударений, и Апофис по-прежнему остается опасным астероидом. Приводятся положения и размеры щелей, ведущих к соударениям, в разные моменты времени. На веб-сайте neo.jpl.nasa.gov/risk/ приводятся характеристики 9 возможных соударений Апофиса с Землей в текущем столетии из числа наиболее опасных. Сравнение их с нашими результатами демонстрирует удовлетворительное согласие. Обсуждается методика нахождения траекторий с соударениями и устойчивость основных характеристик этих траекторий при малых изменениях модели движения (альтернативные модели движения планет, методы интегрирования и т.п.). Аналогичная структура фрактального типа для начальных данных, ведущих к соударениям, должна иметь место и для других опасных астероидов из-за резонансных возвратов.

НИКОЛАЕВСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ГАО ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА

Пинигин Г.И., Пожалова Ж.А.

НИИ «Николаевская астрономическая обсерватория», Николаев, Украина

Во второй половине XX века вплоть до момента распада СССР в начале 90-х годов Николаевская обсерватория находилась в статусе отделения Пулковской обсерватории, основной задачей которого было создание базы для астрометрических исследований на юге. В период быстрого развития науки, связанного с послевоенным возрождением, в Николаевской обсерватории появляются новые направления исследований (фотографическая астрометрия, наблюдения ИСЗ). Переданные из ГАО инструменты – Меридианный круг Репсольда (1955 г.) и Зонный астрограф (1960 г.) – после ремонта и модернизации приступили к выполнению новых союзных и международных программ (АГКЗР, КСЗ, программа ИТА по наблюдению ИМП и т.д.). Существенно была мо-

дернизирована и переоснащена Служба времени, которая приняла активное участие в международных программах. В 1974–1977 гг. наша обсерватория была инициатором и организатором высокоширотной экспедиции совместно с Пулковской обсерваторией на о. Западный Шпицберген. В 80-е годы в сотрудничестве с ГАО и АОЭ (Казань) проводились работы по разработке и созданию новых автоматических телескопов и приборов (АМК, МАГИС, ПАРСеК). Достаточно прочный фундамент и уровень научных исследований, созданный под руководством директоров обсерватории Я.Е. Гордона (1951–1978 гг.), Р.Т. Федоровой (1978–1986 гг.) и Г.И. Пинигина (с 1986 г.), позволил Николаевской обсерватории пережить трудное время преобразования в самостоятельное научное учреждение Украины.

АСТРОМЕТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ПЛАНЕТНЫХ ЭФЕМЕРИД

Питьева Е.В.

Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург

Астрометрические наблюдения являются основой для построения планетных эфемерид и одним из основных факторов повышения их точности. Астрометрические наблюдения планет с 1961 г., после успешной радиолокации Венеры, делятся на две большие группы: оптические и радиотехнические наблюдения. Радиотехнические наблюдения принесли в астрономию два новых вида измерений: измерение расстояний и относительных скоростей, кроме того, эти наблюдения на несколько порядков более точные, чем оптические измерения. Именно поэтому эфемериды внутренних планет, хорошо обеспеченных радиотехническими наблюдениями, целиком основаны на этих данных. Однако, оптические наблюдения по-прежнему необходимы для уточнения эфемерид внешних планет. Кроме наблюдений самих планет, для уточнения их эфемерид мы используем также позиционные наблюдения основных спутников этих планет, т. к. эти наблюдения зависят и от положений спутников, и от положений самих планет. Для эфемерид ЕРМ2014 мы использовали около 800000 наблюдений 1913–2013 гг. Значительное уточнение эфемерид в зависимости от наблюдений демонстрируется, в частности, на примере Плутона, когда в 2013–2014 гг. были предприняты значительные усилия для расширения наблюдательной базы этого объекта для обеспечения успешного полета КА New Horizons. Были добавлены переобработанные старые фотографические наблюдения, выполненные в обсерваториях Lowell и Пулково с 1930 г., а также новые ПЗС наблюдения с 1995 г., полученные в Бразилии. Исключительно важно получение наблюдательных данных на разных обсерваториях (например, Flagstaff и Пулково), что позволяет судить о реальной точности наблюдений и учитывать этот фактор при улучшении эфемерид.

О ВОЗМОЖНЫХ ЦИРКУМБИНАРНЫХ КОНФИГУРАЦИЯХ ПЛАНЕТНЫХ СИСТЕМ ALPHA CENTAURI И EZ AQUARI

Попова Е.А., Шевченко И.И.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Определены параметры наиболее вероятных орбит гипотетических планет, обращающихся вокруг двойных звезд Alpha Cen A–B и EZ Aqr A–C. Исследуются орбиты Р-типа — циркумбинарные, то есть орбиты вокруг обеих звезд двойной. Система Alpha

Сеп — наиболее близкая к нам в Галактике; система EZ Aqr — наиболее близкая, чьи циркумбинарные планеты могут находиться в «зоне обитаемости». Анализ проведен в рамках плоской ограниченной задачи трех тел. Построены диаграммы устойчивости циркумбинарного движения: на представительных множествах начальных данных (на плоскости «перицентрическое расстояние — эксцентриситет») вычислены ляпуновские спектры движения планеты, и путем их статистического анализа отождествлены области регулярного и хаотического движения. Исходя из современных представлений о динамике и архитектуре циркумбинарных систем, наиболее вероятное положение орбит планет определено в главных резонансных ячейках на границе области динамического хаоса вокруг центральной двойной, что позволяет предсказать значения основных элементов орбит циркумбинарных планет.

ЧИСЛЕННОЕ И АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЦИРКУМБИНАРНЫХ ПЛАНЕТНЫХ СИСТЕМ

Попова Е.А., Шевченко И.И.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Для семи открытых к настоящему времени циркумбинарных планетных систем (Кеплер-16, 34, 35, 38, 47, 64 и 413) численно и аналитически определяются области регулярного/хаотического движения на плоскости начальных условий «перицентрическое расстояние — эксцентриситет» планетных орбит. Исходя из аналитического критерия хаотичности планетных орбит в двойных звездных системах (Шевченко, 2015), построены кривые, описывающие глобальную границу области динамического хаоса вокруг центральной двойной для каждой из систем. Кроме того, на основе теории Мардлинг (2008), описывающей отдельные резонансные «зубцы» (соответствующие целым резонансам между орбитальными периодами планеты и двойной), построены локальные границы хаоса. Показано, что аналитические кривые (как для глобальной границы, так и для локальных границ) дают удовлетворительное описание диаграмм устойчивости, построенных путем численного интегрирования уравнений движения в рамках плоской ограниченной задачи трех тел. Однако в случае описания локальных границ зубцы, соответствующие резонансам низких порядков, у некоторых циркумбинарных систем оказываются несколько смещенными относительно своих номинальных положений, что объясняется необходимостью учета начальных взаимных ориентаций орбит и учета начального положения планеты на орбите.

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ КВАЗИСУТОЧНЫХ ВАРИАЦИЙ ШИРОТЫ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ НА ШПИЦБЕРГЕНЕ

Прудникова Е.Я.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Для определения околосуточных вариаций широты были использованы наблюдения, выполненные за полярным кругом на о. Западный Шпицберген в течение трёх экспедиций (1977–1978, 1978–1979 и 1979–1980 гг.). В каждом из этих рядов были выбраны участки непрерывных наблюдений продолжительностью от одних до четырёх суток. Спектральный анализ этих рядов широты выявил полосу частоты в области около суток с амплитудой 0.30 ± 0.08 мсд.

ДРАМАТИЧЕСКАЯ ИСТОРИЯ НАЦИСТСКОГО ПОДАРКА ИТАЛЬЯНСКОЙ АСТРОНОМИИ: «ТЕЛЕСКОПЫ МУССОЛИНИ»

Птицына Н.Г.¹, Альтаморе А.²

¹Санкт-Петербургский филиал ИЗМИРАН, Санкт-Петербург

²3-й Римский университет, Рим, Италия

Эта история началась в мае 1938 г., когда Гитлер на площади Венеции в Риме с большой помпой объявил о том, что в честь Галилео Галилея он дарит итальянскому народу в лице Муссолини научное оборудование для астрономической обсерватории. Это оборудование включало несколько больших телескопов, павильоны к ним и дополнительные инструменты. Под этот подарок в 20 км от Рима в местечке Монте Порцио Катоне было начато строительство Итальянской Национальной Обсерватории. На заводе Цейса в Йене уже в 1941 г. были изготовлены павильоны для телескопов. Они были оплачены Третьим Рейхом, отправлены в Италию и частично смонтированы. Далее мы прослеживаем драматические повороты в истории павильонов и телескопов, связанные с ходом второй мировой войны. В 1945 г. «телескопы Муссолини» были вывезены из Германии в Ленинград на ЛОМО в счет репараций и затем распределены в Пулковскую обсерваторию, в КрАО и Бюракан. Приводятся некоторые соображения в пользу того, что, возможно, Цейсовский коронограф Кисловодской Горной станции также принадлежит к группе телескопов, предназначенных для обсерватории Монте Порцио Катоне.

ЯВЛЯЕТСЯ ЛИ ЧЕТВЕРНАЯ ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СИСТЕМА 17 ЛЕБЕДЯ ГРАВИТАЦИОННО СВЯЗАННОЙ?

Романенко Л.Г.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Наблюдения визуально-двойных звезд в Пулкове продолжают традиционные для Пулковской обсерватории исследования в области звездной астрономии со дня ее образования, начатые еще в XIX веке В.Я. Струве.

Исследуемый в данной работе объект 17 Суг состоит из двух визуально-двойных звезд: яркой широкой пары АВ = ADS 12913 = GL761.1 ($\rho \sim 26.0''$) и тесной слабой пары FG = ADS 12889 = GL765.4 ($\rho \sim 2.6''$), расстояние между этими парами около 800'' (иерархическая система?).

Проведено динамическое исследование относительных движений компонент внутренних пар, а также внешней пары АВ-FG. Основу исследования составляют позиционные наблюдения из Вашингтонского каталога двойных звезд (WDS), фото- и ПЗС-наблюдения на 26'' рефракторе Пулковской обсерватории, параллаксы из каталога Гиппаркос и лучевые скорости компонент по данным из литературы. Оказалось, что все орбиты как пары АВ, так и пары FG круто наклонены к плоскости Галактики.

С помощью эфемерид полученных ПВД-орбит пар АВ и FG (с периодами 6000 лет и 233 года соответственно), а также позиционных данных пары АF, приведенных в каталоге WDS (11 положений за 1893–2002 гг.), вычислены параметры видимого движения внешней пары АВ-FG. Относительное движение внешней пары в картинной плоскости слишком велико для подтверждения физической связи между внутренними парами. С другой стороны, исходных данных слишком мало, требуются дальнейшие наблюдения и исследования.

ПОЛУЧЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ ДВИЖЕНИЙ КОМПОНЕНТ ЧЕТВЕРНОЙ ЗВЕЗДЫ 17 ЛЕБЕДЯ

Романенко Л.Г., Калиниченко О.А.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Исследуемый в данной работе объект 17 Cyg состоит из двух визуально-двойных звезд: яркой широкой пары AB = ADS 12913 = GL761.1 ($\rho \sim 26.0''$) и тесной слабой пары FG = ADS 12889 = GL765.4 ($\rho \sim 2.6''$), расстояние между этими парами около $800''$ (иерархическая система).

В рамках динамического исследования этой звезды были измерены ПЗС-наблюдения на 26-дюймовом рефракторе ГАО РАН за 2007–2013 гг. (30 серий пары AB, 42 серии пары FG). Цель этих измерений – получение относительных положений широкой пары AF. В связи с тем, что размер матрицы не позволяет наблюдать всю четверную систему целиком, были проведены измерения компонент относительно опорных звезд. Использована программа обработки izmcsd.

Методом наименьших квадратов вычислены точные положения всех компонент системы и их собственные движения на средний момент 2010.73. Собственные движения, полученные для компонент A и B согласуются с данными каталога UCAC4, отдельные результаты для компонент F и G выведены впервые.

Авторы выносят благодарность И.С. Измайлову за предоставленные ПЗС-кадры, а также Е.А. Рощиной и О.В. Кияевой за консультации.

ОЦИФРОВКА, ИЗМЕРЕНИЯ И КАЛИБРОВКА АСТРОНЕГАТИВОВ ПРИ ПОМОЩИ ЦИФРОВОЙ ФОТОКАМЕРЫ

Рощина Е.А., Измайлов И.С.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Стеклотека обсерватории насчитывает более 50000 астронегативов с наблюдениями визуально-двойных звезд, звезд с темными спутниками, тел солнечной системы, звездных скоплений и других объектов. Ввиду проблематичности транспортировки стеклянного архива к высокоточным измерительным машинам предлагается метод оцифровки и астрометрической редукиции фотопластинок с помощью цифровой камеры Canon EOS 5D Mark II. Калибровка производилась при помощи измерений шаблона, предварительно оцифрованного на высокоточном бельгийском сканере ROB Digitizer. Модель редукиции включает наряду с линейными членами полином 3-й степени для учета aberrаций объектива. Метод был исследован на стабильность и результаты измерений сравнены с предыдущими, выполненными другими способами. Для тестирования метода была выбрана серия параллактических наблюдений ADS 8002. Внутренняя точность измерений составила около 1 мкм что эквивалентно 20 mas для пластинок, полученных на 26-дюймовом рефракторе.

В работе представлены результаты определения относительных положений 358 пар звезд. Наблюдения были выполнены в 1960–2007 гг. на 26-дюймовом рефракторе Пулковской обсерватории. Всего было оцифровано и измерено более 9000 фотопластинок, после фильтрации оставлены 6488 фотопластинок наилучшего качества. Применение новой методики оцифровки, измерений и калибровки позволило увеличить точность по сравнению с прошлыми измерениями в 1.5–3 раза.

ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ВЗАИМНЫХ ЯВЛЕНИЙ В СИСТЕМЕ ГАЛИЛЕЕВЫХ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА В 2014–2015 гг.

Рощина Е.А.¹, Измайлов И.С.¹, Горшанов Д.Л.¹, Назаров С.В.²

¹*Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург*

²*Крымская астрофизическая обсерватория, Научный*

Фотометрические наблюдения взаимных покрытий и затмений естественных спутников планет имеют большое значение для уточнения теорий движения спутников. Фотометрические наблюдения позволяют определить видимые взаимные положения спутников с точностью до 0.01 секунды дуги, что на уровне точности космических наблюдений с близких расстояний. В августе закончился очередной период наблюдений взаимных покрытий и затмений галилеевых спутников Юпитера. В работе представлены первые предварительные результаты фотометрических наблюдений взаимных явлений в системе галилеевых спутников Юпитера. Наблюдения выполнялись на 26-дюймовом рефракторе, нормальном астрографе и телескопе ЗА-320 Пулковской обсерватории, телескопе МТМ-500 Горной станции ГАО РАН в Кисловодске и в Крымской астрофизической обсерватории. Всего было получено 74 наблюдения. Приводятся первые полученные кривые блеска и их анализ.

ПЗС-НАБЛЮДЕНИЯ СПУТНИКОВ БОЛЬШИХ ПЛАНЕТ НА 26-ДЮЙМОВОМ РЕФРАКТОРЕ В ПУЛКОВЕ

Рощина Е.А., Измайлов И.С., Киселева Т.П.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Наблюдения планет и их естественных спутников дают материал, необходимый для построения и уточнения теорий движения небесных тел. В свою очередь, совершенствование теорий важно для не только для согласования звездной и динамической систем координат, но и для обеспечения космических миссий более точными эфемеридами. Для построения теории движения планет и спутников используется весь накопленный ряд наблюдений от открытия небесного тела до наших дней. В настоящее время ведутся наблюдения спутников Урана и Юпитера на 26"-рефракторе при помощи ПЗС-камеры FLI Pro Line 09000 с полем зрения 12'×12', что позволяет получать экваториальные координаты спутников с использованием опорного каталога UCAC4. Сатурн и его спутники в Пулковке с 2014 г. временно не наблюдаются ввиду их малой высоты над горизонтом.

В работе представлены результаты наблюдений спутников Сатурна, Урана и Юпитера, а также сравнение наблюденных и теоретических положений спутников. Все теоретические положения спутников были получены при помощи сервера эфемеридной поддержки MULTI-SAT IMCCE, разработанным Н.В. Емельяновым. По дисперсии эфемерид и наблюденных положений была оценена внутренняя точность полученных экваториальных координат спутников планет, она составляет от 5 до 60 mas, в зависимости от объекта и условий наблюдения. Результаты наблюдений размещены в пулковской астрономической базе данных www.puldb.ru.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ ПЛУТОНА В ПУЛКОВЕ 1930–1996 гг.

Рыльков В.П.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

В системе ICRF (J2000) вычислено более 420 положений Плутона, полученных фотографическим путем за период с 1930 года до 1996 год на трех телескопах и обработанных в Пулково. Основной ряд наблюдений из 240 пластинок, выполнен на нормальном астрографе (33/346) с 16 марта 1930 г. до перехода планеты по условиям наблюдений в Пулково в южное полушарие в 1996 г. По инициативе автора для подтверждения обнаруженного тренда в значениях (О-С) относительно эфемериды JPL DE-200 в начале 90-х были организованы и проведены позиционные наблюдения Плутона еще на двух телескопах. В течение 6 лет с 1991 на телескопе Шмидта (80/120/240) в Балдоне (Латвия) получили 53 фотопластинки с Плутоном, которые были измерены в Пулково, вычислены 74 положения. Несколько пластинок с изображением планеты были получены автором на широкоугольном астрографе Цейс-400 (40/200) Казанской обсерватории Энгельгардта, расположенном рядом с 6-метровым БТА в Архызе. Всего с Цейса-400 обработано 17 фотопластинок: девять пластинок 1994 года, астрономы Казанской станции передали 6 пластинок 1985 года и по одной 1988 и 1991 года.

В работе исследован ряд положений Плутона, вычисленных в 2004–2005 гг. с использованием в качестве единого опорного каталога UCAC3. Добавлены результаты нескольких ранее неизмеренных пластинок, методами спектрального анализа исследованы разности (О-С) относительно эфемерид.

СИСТЕМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ОСНОВНЫХ ЗАДАЧ МОРЕХОДНОЙ АСТРОНОМИИ

Свешников М.Л.¹, Свешников А.М.², Павлов Д.А.¹, Лукашова М.В.¹

¹*Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург*

²*Чешский технический университет, Прага, Чехия*

В рамках работы по созданию полной электронной версии «Морского астрономического ежегодника» разработана программа по решению основных задач морской астронавигации: определение местоположения судна по наблюдениям до 4-х светил (Солнца, планет и 268 ярких звезд) и определения широты и поправки компаса по близполюсным звездам (α UMi и σ Oct). Программа написана в среде Windows на языке C++ и использует 2D графическую библиотеку Cairo. Задание осуществляется с помощью графической оболочки, обеспечивающей редактирование, диагностику входных параметров и запуск задачи. Решение представляется в графической форме планшета с выводом окончательного результата и контрольного полного протокола решения в текстовой форме. Для решения задач по 4 светилам могут быть использованы различные методы (МНК или метод Кондрашихина).

АСТРОНОМО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЭКСПЕДИЦИИ РАМЗАЯ НА КОЛЬСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ

Смирнов С.С.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Почти до самого конца XIX века не существовало точных карт центральной части Кольского полуострова. Это было крупнейшее белое пятно на карте Европы. Ситуация изменилась к лучшему только после серии экспедиций под руководством Вильгельма Рамзая. Первая экспедиция была снаряжена в 1887 г. Финляндским Обществом исследователей фауны и флоры при содействии Императорского Александровского университета. Участники экспедиции пересекли Кольский полуостров с северо-запада на юго-восток, исследуя его геоморфологию, геологию, климат, растительность и животный мир. Значительны результаты экспедиции в картографировании края. Рамзай составил первую подробную карту Хибино-Ловозерского горного массива, Линден – реки Ноты и Нотозера, Эдгрэн – Умбозера. Геодезист и топограф Альфред Густав Петрелиус выполнил особенно большие топографические, картографические и астрономо-геодезические работы. Составил карты Кольского полуострова и впервые – озера Имандра, определил координаты десятков астрономических пунктов. Среди экспедиционных инструментов был призмозеркальный круг Пистора. К тому времени эти приборы были вытеснены из точных геодезических работ появившимися еще в XVIII веке теодолитами.

КАРЛИКОВЫЕ ПЛАНЕТЫ И РЕЗОНАНСНАЯ СТРУКТУРА СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Смирнов С.С.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Полвека назад А.М. Молчанов выдвинул гипотезу резонансной структуры Солнечной системы. Изменение астрономического статуса Плутона и введение понятия карликовой планеты, обнаружение многочисленных мультirezонансов в поясе астероидов привлекает дополнительный интерес к этой проблеме. Средние движения Цереры, Эриды, как и Плутона, с высокой точностью находятся не только в парных, но и групповых соизмеримостях со средними движениями больших планет. Многие семейства астероидов дополняют и подчеркивают роль этой закономерности. Планеты земной группы демонстрируют к тому же и спин-орбитальные резонансы. Выявлено определяющее значение нескольких циклов повторения конфигураций планет Солнечной системы. Для земной группы это Пентастра (32 года) = 5 Квинтам. Для планет-гигантов – РОСС (4448 лет) = 5 периодов Большого неравенства движения Юпитера и Сатурна (890 лет) = 25 Беросов (178 лет). Успешный поиск экзопланет и обнаружение планетных систем у других звезд выдвинуло задачу анализа полноты текущей информации о составе этих систем. Одним из способов уточнения статуса кандидатов в экзопланеты и прогноза открытия новых экзопланет является анализ соизмеримостей движения уже обнаруженных членов экзопланетных систем.

УТОЧНЕНИЕ СОСТАВА СЕМЕЙСТВ АСТЕРОИДОВ ЧЕРЕЗ АНАЛИЗ ФАЗОВЫХ ПОРТРЕТОВ В ПРОСТРАНСТВЕ ОРБИТАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Смирнов С.С., Львов В.Н., Цекмейстер С.Д.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Сложная динамическая эволюция орбит астероидов с наклонами больше 20° и малое число известных объектов затрудняли в прошлом уверенное выделение их семейств. Сейчас известны уже многие тысячи таких астероидов, и стало возможным выделение их кластеров разного порядка и происхождения. С помощью программного пакета ЭПОС проводится изучение Галереи фазовых портретов в пространстве элементов орбит астероидов. В случае больших значений наклонов орбит особенно эффективным оказалось рассмотрение наряду со стандартными вариантами распределений $a - i$, $a - e$, $e - i$, $a - H$ зависимостей аргумент перигелия ω – наклон i и аргумент перигелия ω – эксцентриситет e . Например, семейство (2) Pallas определено в составе 265 астероидов.

ПРОШЛОЕ ПУЛКОВА В ФОТОГРАФИЯХ (первая половина XX века)

Соболева Т.В.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Архив ГАО РАН содержит большое количество научных и организационных документов, авторских рукописей и фотографий. На основании архивных фотоматериалов в докладе представлен процесс восстановления разрушенной в годы Великой Отечественной войны Пулковской обсерватории. Показана степень разрушения и утрат, демонстрируется восстановление старых и строительство новых зданий и павильонов. Приводятся фотоматериалы, содержащие сведения об экспедициях ГАО в первой половине XX века.

ОКЕАНИЧЕСКИЙ НАГРУЗОЧНЫЙ ЭФФЕКТ

Спиридонов Е.А., Виноградова О.Ю.

Институт физики Земли РАН, Москва

Усовершенствована методика расчета нагрузочных чисел Лява, предназначенных для вычисления океанического нагрузочного эффекта. Для этого осуществлен учет диссипации и добавлена возможность работы по более современной модели строения Земли *IASP91*.

Сформулирована краевая задача для упругой, самогравитирующей, сжимаемой сферы с зависящими от широты и глубины распределениями плотности, упругих параметров Ламе и геопотенциала (обобщение задачи М.С. Молоденского). В отличие от последних работ других авторов, решение не зависит от внешнего потенциала. Путем численного интегрирования полученной системы шестого порядка получены значения чисел Лява для упругой Земли без океана второго и третьего порядка, а также нагрузочные числа h'_n и k'_n до порядка $n = 10000$. По этим значениям, в свою очередь, вычислены величины обычных и нагрузочных дельта-факторов с учетом их зависимости от широты.

При расчете океанического гравиметрического эффекта, высоты основных приливных волн океанической приливной модели *FES2012* были разложены по сферическим функциям до 1120 порядка. При этом была применена система рекуррентных формул для интегралов от полиномов и присоединенных полиномов Лежандра. Показано, что подход, основанный на применении сферических функций, на практике приводит к более точным результатам, чем основанный на вычислении океанического нагрузочного эффекта при помощи функций Грина с учетом ближней зоны.

Для нужд гравиметрии разработана программа прогноза параметров земных приливов *ATLANTIDA3.1_2014*. После небольшой доработки с учетом пожеланий заинтересованных специалистов программа также сможет вычислять приливные смещения, изменения потенциала, деформации и напряжения как в недрах Земли, так и на ее поверхности.

N-BODY МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ПОИСКЕ СОЛНЕЧНЫХ СИБЛИНГОВ

Степанищев А.С., Бобылев В.В.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Солнечные сиблинги – это звёзды, родившиеся в одном скоплении вместе с Солнцем. В работе Валтонена и др. (Valtonen et al., Probabilities for Solar Siblings, arXiv:1501.0522v1, 2015) осуществлена оценка числа сиблингов в солнечной окрестности моделированием орбит членов родительского скопления в галактическом потенциале с учётом спиральных волн. Но в этой работе не было учтено внутреннее взаимодействие между членами скопления, которое может повлиять на результат. N-body моделирование эволюции скопления в галактическом потенциале и будет представлено в настоящем докладе.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАБОТКИ ГНСС-ИЗМЕРЕНИЙ В ИПА РАН

Суворкин В.В., Курдубов С.Л., Гаязов И.С

Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург

В 2014 году в Институте прикладной астрономии РАН было внедрено новое программное обеспечение для обработки ГНСС-измерений. В докладе представлены результаты работы обновлённой службы обработки ГНСС-измерений глобальной сети станций. Приводятся сравнения определяемых параметров вращения Земли, зенитной тропосферной задержки, параметров орбит спутников и др. с данными международных служб.

ПУТИ И ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ПРОГНОЗА ПВЗ

Тиссен В.М.¹, Малкин З.М.², Вараксин А.А.³

¹*Сибирский НИИ метрологии, Новосибирск*

²*Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург*

³*Сибирский государственный университет геосистем и технологий, Новосибирск*

Высокоточное прогнозирование ПВЗ – координат полюса и всемирного времени является сложной задачей. Сложность заключается в том, что при разработке прогностических моделей необходимо учитывать разнообразные природные факторы, пара-

метры которых могут быть определены только на основе косвенных измерений. В настоящее время ведущими мировыми службами при разработке моделей учитываются: влияние лунно-солнечных приливов в океане, сезонные изменения в скорости вращения Земли, а также колебания суммарного атмосферного углового момента. Рядом авторов исследуются корреляции между ПВЗ и изменениями климата, геомагнитного поля Земли и другими природными явлениями.

По материалам компании IERS по сравнению прогнозов, ведущейся с сентября 2010 г. можно отметить устойчивые результаты классических методов: детерминированные модели приливных и сезонных изменений ПВЗ, используемые в USNO и фильтр Калмана: JPL (NASA). Одни из наиболее точных прогнозов обеспечивает метод, разработанный в СНИИМ, в котором расчет гармонических компонент изменений ПВЗ производится на длительных интервалах. В то же время, применение ряда новых методов, в частности, нейронных сетей не оправдало ожиданий.

Для нас особый интерес представляет вопрос выбора наиболее перспективного подхода в формировании устойчивых прогнозов ПВЗ. Пойти по пути дальнейшего совершенствования, какого-либо одного метода прогнозирования или использовать для этого комбинированный (осредненный) прогноз, составленный по результатам прогностических моделей, выбранных по определенным правилам.

ИСТОРИЯ ОСНОВАНИЯ И ПОСЛЕВОЕННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПУЛКОВСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

Толбин С.В.¹, Семенова Г.В.

¹*Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург*

Знаменитая Пулковская астрономическая обсерватория, которой исполнилось в 2014 году 175 лет, заслуженно снискала мировую славу в научном сообществе. Построенная по проекту выдающегося российского архитектора А.П. Брюллова, обсерватория стала одним из архитектурных шедевров Петербурга XIX века. В годы Второй мировой войны Обсерватория понесла тяжелые потери и была полностью разрушена. Однако сразу же после снятия блокады Ленинграда в начале 1944 года встал вопрос о её восстановлении. Разработка проекта восстановления была поручена начальнику Академ-проекта видному зодчему А.В. Щусеву. Было решено воссоздать не только Главное здание Пулковской обсерватории, но построить целый комплекс новых сооружений. Все здания проектировались и строились в едином с Главным зданием архитектурном стиле русского классицизма. В мае 1954 года состоялось торжественное открытие восстановленной Пулковской обсерватории, которая продолжила свою успешную научную деятельность. В 1989 году ансамбль Пулковской обсерватории был включен в число объектов, охраняемых ЮНЕСКО, а 20 февраля 1995 года ансамбль объявлен памятником истории и культуры федерального значения. В апреле 1997 года Обсерватория была включена в Государственный свод особо ценных объектов культурного наследия народов Российской Федерации.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ НОВЫХ ГНСС СТАНЦИЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ УЗБЕКИСТАНА

Фаилова Д.Ш.

Астрономический институт АН РУз, Ташкент, Узбекистан

Проводимые в настоящий момент геодезические измерительные и вычислительные работы в Республике Узбекистан носят урывочный характер и не имеют привязки к опорным международным станциям. Нет научно обоснованных рекомендаций по установке, обслуживанию, а самое главное по обработке данных, получаемых с новых ГНСС станций. Актуальными научными вопросами являются определение минимального количества опорных станций, разработка методики по развертыванию геодезической сети с учетом территориальных особенностей нашей Республики. В работе рассмотрены вопросы совершенствования государственной геодезической сети (ГГС) РУз с использованием методов космической геодезии. Рассмотрены возможности решения задачи выбора места установки опорных станций ГНСС сети с учетом сейсмических и рельефных особенностей Республики. Для получения начальных значений и оценки точности координат новых вводимых пунктов сети ГНСС (Майданак и Фергана) в настоящей работе использован метод PPP (Precise Point Positioning) определения координат.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта ГКНТ РУз ФА-А5-Ф014.

TRANS-NEPTUNIAN BINARIES: A LABORATORY FOR TESTING THE EXISTENCE OF THE GRAVITATIONAL ANOMALIES

Hajduković D.S.

Institute of Physics, Astrophysics and Cosmology, Cetinje, Montenegro

We point out that some of trans-Neptunian binaries are a natural laboratory for testing the existence of an anomalous gravitational field as weak as 10^{-11} m/s² (with the next generation of telescopes the anomalous gravitational field of the order of 10^{-12} m/s might be revealed). The method is based on the measurement of the perihelion precession of the orbit. The unrivalled advantage of tiny trans-Neptunian binaries is that they are the best available realisation of an isolated two body system with very weak external and internal Newtonian gravitational field. As a consequence, the known Newtonian precession might be dominated by anomalous perihelion precession. While these measurements are significant independent of any theory they were initially proposed as a crucial test of a new model of the Universe based on the hypothesis that quantum vacuum fluctuations are virtual gravitational dipoles. According to the new model, *the only* content of the Universe is the known Standard Model matter (i.e. matter made from quarks and leptons interacting through the exchange of gauge bosons) immersed in the quantum vacuum “enriched” with virtual gravitational dipoles. Apparently, what we call dark matter and dark energy, can be explained as the local and global effects of the gravitational polarization of the quantum vacuum by the immersed baryonic matter.

ПРИМЕНЕНИЕ СПЕКТРА ВИНЕРА-ЛИУВИЛЛЯ К АНАЛИЗУ ДВИЖЕНИЯ ПОЛЮСА И ВОЗМУЩАЮЩИХ ФУНКЦИЙ АТМОСФЕРЫ

Цуркис И.Я., Кучай М.С.

Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Москва

Предложен вариант гармонического анализа, специально предназначенный для изучения возмущающих функций атмосферы и океана, а также наблюдаемого движения полюса. Проанализированы временные ряды возмущающих функций атмосферы, полученные Международной службой вращения Земли за период с 01.01.1980 по 20.06.2014. Показано, что барическая возмущающая функция содержит устойчивую моду с периодом 485–490 суток, получена оценка интенсивности этой моды. Ответная мода с тем же периодом найдена в спектре Винера-Лиувилля движения полюса (её можно увидеть и в Фурье-спектре возмущающей функции атмосферы и движения полюса, если знать, что она есть).

Гипотеза о существовании моды с периодом 14–16 месяцев, обусловленной вариациями барического поля, принадлежит Х.-П. Плагу. По его мнению, эта мода вносит основной вклад в возбуждение чандлеровского движения полюса. В данной работе показано, что гипотеза Х.-П. Плага отчасти верна: угловой момент атмосферы действительно содержит моду с периодом 16 (но никак не 14!) месяцев, но не эта мода является причиной ЧДП.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВРАЩЕНИЯ ЗЕМЛИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЛАЗЕРНОЙ ЛОКАЦИИ ИСЗ В ГМЦ ГСВЧ

Цыба Е.Н.

Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений, Москва, Менделеево, Московская обл.

В конце 2014 года в ГМЦ ГСВЧ завершена разработка программы определения параметров вращения Земли (ПВЗ) по данным лазерной локации ИСЗ. На основе новых программных разработок в 2015 году организованы регулярные оперативные вычисления ПВЗ с минимальной задержкой и точностью, соответствующей современным требованиям.

ОРБИТАЛЬНАЯ ЗВЕЗДНАЯ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ — ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ НАУЧНОЙ ПРОГРАММЫ, СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ ПРОЕКТА

Чубей М.С.¹, Куприянов В.В.¹, Бахолдин А.В.², Львов В.Н.¹, Цекмейстер С.Д.¹, Маркелов С.В.³, Левко Г.В.⁴

¹Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

²Национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (НИУ ИТМО), Санкт-Петербург

³Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, Ставропольский край

⁴НИИ телевидения, Санкт-Петербург

Орбитальная Звездная Стереоскопическая Обсерватория (ОЗСО) оснащается астрографами, рассчитанными на получение прямых снимков в оптическом диапазоне, в поле с угловыми размерами 40'×40', отображаемом ПЗС-мозаикой в круге диаметром

350 мм, с масштабом 6.7"/мм. Пиксель квадратный со стороной 10 мкм, соответствует квадрату на небе со стороной 0.069". Положение фотоцентра изображения точечного источника в поле пикселей определяется в пределе с точностью $\sigma_1 = \pm 0.0001''$. Многополосная фотометрия планируется с точностью $|\sigma_{\phi}| < 0.05^m$. Предложена система подвеса и наведения телескопов, позволяющая навести телескоп на любую точку небесной сферы. Обеспечены возможности выполнить все виды наблюдений, выполнявшиеся с классическим астрографом, за исключением спектральных.

Рассмотрены научная программа фундаментальных и прикладных исследований, критические вопросы проекта и представлены иллюстрации его возможностей в графиках, таблицах и цифрах, а также в сопоставлениях с другими проектами.

К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТА МАКСВЕЛЛА ИЗ НАБЛЮДЕНИЙ ПОКРЫТИЙ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА И САТУРНА С ОРБИТАЛЬНОЙ ОБСЕРВАТОРИИ «СТЕРЕОСКОП»

Чубей М.С., Толчельникова С.А.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

Эффектом Максвелла принято называть способность «наблюдателя», оснащенного специализированным оборудованием, обнаружить пространственное движение Солнечной системы в целом и определить параметры этого движения из наблюдений астрономических (небесно-механических в основном) движений объектов в спутниковых системах больших планет, не используя информацию о звездных движениях и о движении Солнца — относительно центра Галактики и относительно звезд Местной системы. Рассматривается возможность организовать наблюдения с инструментами ОЗСО в определенном порядке, ориентируясь на построение «кинематической картины» высокого разрешения для явлений в спутниковых системах Юпитера и Сатурна.

СОЗДАНИЕ БАЗЫ НАБЛЮДЕНИЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ЗВЕЗД ЛУНОЙ

Чуркин К.О., Нефедьев Ю.А.

Астрономическая обсерватория им. В.П. Энгельгардта КФУ, Казань

В последнее время достигнуты большие успехи в создании инерциальной системы координат. На основе наземных и космических наблюдений получены каталоги звездных положений и собственных движений, в том числе и каталог 118218 звезд Hipparcos. Классический подход предполагает исследование ориентации космической системы координат каталога Hipparcos относительно динамической производилось по результатам наблюдений 48 малых планет с астрометрического спутника HIPPARCOS. Нами предлагается альтернативный метод анализа звездных каталогов, основанный на редукации фотоэлектрических покрытий звезд Луной, выполненных с 1960 г. до настоящего времени. Также следует отметить, что применение в данном анализе более совершенных карт краевой зоны Луны при редукации наблюдений позволит получить более надежные результаты сравнительно с зарубежными аналогами при прочих равных условиях. Данная работа посвящена созданию мировой электронной базы фотоэлектрических покрытий звезд Луной.

ДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ STEIN 2051

Шахт Н.А., Измайлов И.С., Рощина Е.А.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

В данной работе приводятся результаты динамического исследования звездной системы STEIN 2051. Элементы орбиты определены методом параметров видимого движения (ПВД) на основе пулковских наблюдений на 26-дюймовом рефракторе и наблюдений обсерватории Ватикана начала XX в., дополненных параллаксом и новейшими определениями лучевой скорости. Сумма масс была принята как 0.72 массы Солнца. Фотографические наблюдения 1966–2005 гг. были оцифрованы и измерены с точностью около 1 мкм при помощи новой методики, разработанной в Пулковской обсерватории. Ошибки среднегодовых положений составили 0.022 угл. сек. в угловом расстоянии и 0.21 гр. в позиционном угле, в среднем, что в два раза точнее старых измерений. Фотографические наблюдения были дополнены новыми ПЗС-наблюдениями 2004–2014 гг., ошибки относительных среднегодовых положений составили около 0.008 угл. сек. в угловом расстоянии и 0.03 гр. в позиционном угле. Сравнение фотографических и ПЗС-наблюдений 2005 г. показало отсутствие систематической разности между разными методиками наблюдений в пределах случайных ошибок. Для уточнения орбиты был применен дифференциальный метод ПВД, в котором первоначальные значения ПВД согласуются с наблюдениями путем определения поправок параметров на основе дифференциальных формул образующих систему условных уравнений по числу наблюдений для решения по способу наименьших квадратов. Получены следующие динамические параметры: большая полуось – 139 а.е., период обращения – 1900 лет, эксцентриситет – 0.3. Результаты были сравнены с прошлыми определениями.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ СТЕНД ДЛЯ ПРЕДВЫЧИСЛЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ АСТЕРОИДОВ И КОМЕТ С ЗЕМЛЕЙ И ПОСТРОЕНИЯ СЦЕНАРИЕВ ВЫЗВАННЫХ ИМИ КАТАСТРОФ

**Шор В.А.¹, Дерюгин А.В.³, Железнов Н.Б.¹, Зайцев А.В.²,
Кочетова О.М.¹, Чернетенко Ю.А.¹**

¹*Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург*

²*НП Центр планетарной защиты, Химки, Московская обл.*

³*НПО им. С.А. Лавочкина, Химки, Московская обл.*

С целью заблаговременной подготовки к активному или пассивному противодействию угрозе столкновения с космическим телом разработан вычислительный комплекс, в автоматическом режиме обрабатывающий поступающую информацию об открытиях и наблюдениях потенциально опасных небесных тел. Комплекс периодически считывает информацию с сайта Центра малых планет и других источников. В случае ее обновления вычисляется новая или исправленная орбита с оценкой ошибок параметров. Осуществляется прогноз движения тела на протяжении его нескольких оборотов вокруг Солнца. Оценка вероятности столкновения производится либо в случае проникновения тела на номинальной орбите в атмосферу Земли, либо в момент его прохождения мимо Земли внутри сферы действия на минимальном расстоянии. В последнем случае оценивается вероятность попадания точек земной поверхности в полосу риска. Движение в атмосфере определяется с учетом ее сопротивления. Учитывается возможность взрыва в атмосфере или выделения энергии при ударе о землю. Сценарий разрушений, подсчет числа раненых и погибших ведется в зависимости от высоты и энергии

взрыва, района падения, степени урбанизации населения и т.п. Стенд может использоваться не только как рабочий инструмент, но и в режиме обучения действиям в условиях чрезвычайной ситуации.

СПИСОК АВТОРОВ

- Abrahamyan H.* 27
Авраменко А.Е. 3
Azatyun N. 27
Алиев А.Т. 23
Альтаморе А. 38
Амосов Ф.А. 3
Ананьевская Ю.К. 4
Андреасян А.Р. 4
Андреасян Р.Р. 4
Andreasyan H. 27
Андрук В.Н. 30
Апетян А.А. 4
Байкова А.Т. 5
Баляев И.А. 4
Бахолдин А.В. 47
Бахтигараев Н.С. 22
Башакова Е.А. 12
Безменов И.В. 33
Бикулова Д.А. 4
Бобылев В.В. 5, 44
Боруха М.А. 6
Вавилов Д.Е. 6
Вавилова И.Б. 30
Вараксин А.А. 44
Vardanyan A. 27
Васильев А.А. 35
Васильев М.В. 6
Васильева Т.А. 7, 17
Василькова О.В. 7, 12
Виноградова О.Ю. 43
Виноградова Т.А. 8
Витязев В.В. 3, 8
Воротков М.В. 28
Габбасов Р.В. 9
Гаязов И.С. 9, 44
Gigoyan K. 27
Гламазда Д.В. 20
Головня В.В. 30
Гончаров Г.А. 10, 11
Горшанов Д.Л. 4, 7, 12, 40
Горшков В.Л. 11, 29
Gyulzadian M. 27
Девяткин А.В. 12,
Дементьева А.А. 13
Демидова Т.В. 13
Дерюгин А.В. 49
Довгалев И.С. 14
Ершов В.Н. 14
Ершова А.П. 4
Жаров В.Е. 9, 15
Железнов Н.Б. 49
Жуйко С.В. 15
Жучков Р.Я. 18
Заббарова Р.Р. 16
Зайцев А.В. 49
Захарова П.Е. 20
Иванов А.В. 12
Иванова Т.В. 16
Ижсакевич Е.М. 30
Измайлов И.С. 4, 17, 39, 40, 49
Йулдошев К.Х. 30
Казанцева Л.В. 30
Калиниченко О.А. 39
Каххаров Б.Б. 30
Киселева Т.П. 17, 40
Кияева О.В. 17, 18
Кпуазуан А. 27
Kostandyan G. 27
Кочетова О.М. 49
Кривошеин С.Б. 18
Кузнецов В.Б. 19
Кузнецов Э.Д. 20, 34
Куликова А.М. 4, 20, 21
Куприянов В.В. 4, 12, 23, 47
Курдубов С.Л. 44
Кучай М.С. 47
Лапаева В.В. 16
Левитская Т.И. 22
Левкина П.А. 22
Левко Г.В. 47
Липовка А.А. 22
Липовка Н.М. 22
Литвиненко Е.А. 23
Лосовский Б.Я. 3
Лукашова М.В.
Львов В.Н. 12, 43, 47
Ляшенко А.Ю. 12
Максимова Л.А. 4
Малкин З.М. 24, 25, 44
Маркелов С.В. 47
Мартюшева А.А. 12
Медведев Ю.Д. 19, 26
Мельников А.В. 6, 26
Mickaelian A. 27
Mikayelyan G. 27
Миллер Н.О. 27, 28

Молотов И.Е. 23
Мохнаткин А.В. 29
Муминов М.М. 30
Мышев А.В. 31
Назаров С.В. 40
Нарижная Н.В. 31
Наумов К.Н. 12
Нефедьев Ю.А. 16, 48
Никифоров И.И. 18
Nikogosian E. 27
Орлов В.В. 15, 18
Осипков Л.П. 32
Оськина К.И. 4
Павлов Д.А. 32,
Паронян Г.М. 4, 27
Пасынок С.Л. 33
Пашкевич В.В. 34
Перминов А.С. 34
Петров Л.Ю. 35
Петров Н.А. 35
Петров С.Д. 29
Петрова С.Н. 12
Петюр В.В. 4
Пинигин Г.И. 35
Питьев Н.П. 14
Питьева Е.В. 36
Пожалова Ж.А. 35
Поляков Е.В. 7
Попова Е.А. 36, 37
Прудникова Е.Я. 28, 37
Птицына Н.Г. 38
Романенко Л.Г. 38, 39
Рощина Е.А. 4, 7, 17, 39, 40, 49
Русов С.А. 12
Рыльков В.П. 41
Свешников А.М. 41
Свешников М.Л. 41
Семенова Г.В. 45
Слесаренко В.Ю. 12
Смирнов С.С. 12, 42, 43
Соболева Т.В. 43
Соколов Л.Л. 6, 35
Спиридонов Е.А. 43
Степанищев А.С. 44
Суворкин В.В. 44
Тиссен В.М. 44
Толбин С.В. 45
Толчельникова С.А. 48
Фазилова Д.Ш. 46
Farmanyan S. 27

Hajduković D.S. 46
Khachatryan K. 27
Ховричев М.Ю. 4, 21
Цветков А.С. 3, 8
Цекмейстер С.Д. 12, 43, 47
Цуркис И.Я. 47
Цыба Е.Н. 33, 47
Чазов В.В. 22
Чернетенко Ю.А. 19, 26, 49
Чубей М.С. 47, 48
Чуркин К.О. 16, 48
Шахт Н.А. 7, 49
Шевченко И.И. 6, 13, 36, 37
Широкова К.С. 15
Шор В.А. 49
Шуйгина Н.В. 6
Шумилов А.А. 4
Щербакова Н.В. 11, 29
Эгамбердиев Ш.А. 30
Эскин Б.Б. 6
Ягудина Э.И. 6

СО Д Е Р Ж А Н И Е

Авраменко А.Е., Лосовский Б.Я. Наблюдательная ротационная устойчивость пульсаров	3
Амосов Ф.А., Витязев В.В., Цветков А.С. Определение параметров межзвездного поглощения света по данным каталога Hipparcos	3
Ананьевская Ю.К., Горшанов Д.Л., Куприянов В.В. Исследования скопления NGC 6800 по наблюдениям на Нормальном астрографе и телескопе МТМ-500М Пулковской обсерватории	4
Андреасян А.Р., Андреасян Р.Р., Паронян Г.М. О распределении пульсаров в Галактике	4
Биккулова Д.А., Ершова А.П., Измайлов И.С., Ховричев М.Ю., Рощина Е.А., Оськина К.И., Баляев И.А., Шумилов А.А., Петюр В.В., Максимова Л.А., Анетян А.А., Куликова А.М. Астрометрические наблюдения на телескопе «Сатурн». Первые результаты	4
Бобылев В.В. Остаточное вращение системы HCRF относительно инерциальной системы координат	5
Бобылев В.В., Байкова А.Т. Изучение кинематики Галактики по ОВ-звездам	5
Боруха М.А., Эскин Б.Б., Мельников А.В., Соколов Л.Л., Шевченко И.И. Эффект Лидова-Козаи в планетных системах кратных звезд HD 196885 и 16 Cygni	6
Вавилов Д.Е. Проблемы при оценке вероятности столкновения с Землей астероида, испытавшего тесное сближение	6
Васильев М.В., Шуйгина Н. В., Ягудина Э.И. Использование радиотехнических наблюдений посадочных аппаратов на Луне для уточнения эфемериды Луны	6
Васильева Т.А., Рощина Е.А. Фотографический архив Пулковской обсерватории	7
Василькова О.В., Поляков Е.В., Горшанов Д.Л., Шахт Н.А. Исследование возможной фотометрической переменности компонент 61 Cyg по столетнему ряду фотографических наблюдений на Пулковском Нормальном астрографе	7
Виноградова Т.А. Оценка количества троянцев Юпитера	8
Витязев В.В., Цветков А.С. Галактические системы координат, реализованные в системах каталогов UCAC4 и XPM	8

<i>Габбасов Р.В.</i> Метод оценки мощности коры планет земной группы по данным космических аппаратов	9
<i>Гаязов И.С., Жаров В.Е.</i> Актуальные вопросы терминологии в астрометрии и космической геодезии	9
<i>Гончаров Г.А.</i> Гипотеза об эволюции планет	10
<i>Гончаров Г.А.</i> Крупные пылинки в нашей Галактике	10
<i>Гончаров Г.А.</i> Нужда в точной инфракрасной фотометрии ярких звезд	11
<i>Горшков В.Л., Щербакова Н.В.</i> Исследование положений станций с несколькими ГНСС-приёмниками	11
<i>Десяткин А.В., Горшанов Д.Л., Львов В.Н., Цекмейстер С.Д., Башакова Е.А., Русов С.А., Ляшенко А.Ю., Наумов К.Н., Иванов А.В., Слесаренко В.Ю., Куприянов В.В.</i> Исследования астероида 2004 BL86	12
<i>Десяткин А.В., Горшанов Д.Л., Львов В.Н., Цекмейстер С.Д., Башакова Е.А., Русов С.А., Ляшенко А.Ю., Петрова С.Н., Мартюшева А.А., Наумов К.Н., Иванов А.В., Слесаренко В.Ю., Куприянов В.В.</i> Результаты исследования ОСЗ	12
<i>Десяткин А.В., Львов В.Н., Цекмейстер С.Д., Василькова О.О., Смирнов С.С.</i> Квазиспутники планет Солнечной системы	12
<i>Дементьева А.А.</i> Астрометрические наблюдения Урана и его главных спутников на Нормальном астрографе в Пулковке. Новая редукция	13
<i>Демидова Т.В., Шевченко И.И.</i> Структуры в планетезимальных дисках	13
<i>Довгалева И.С., Питъев Н.П.</i> Оценка массы спутников по гравитационным возмущениям в кольцах Сатурна	14
<i>Ершов В.Н.</i> Обработка спутниковых стерео-изображений Марса высокого разрешения с привязкой к опорному ареоиду получаемых триангуляционных точек	14
<i>Жаров В.Е.</i> Видимые движения квазаров и прецессионные постоянные	15
<i>Жуйко С.В., Орлов В.В., Широкова К.С.</i> Моделирование движения звезды в гравитационном поле двойной черной дыры	15
<i>Заббарова Р.Р., Лапаева В.В., Нефедьев Ю.А., Чуркин К.О.</i> Анализ движения полюса Земли	16
<i>Иванова Т.В.</i> О построении аналитической теории вращения Луны в тригонометрической форме	16

Киселева Т.П., Васильева Т.А., Рощина Е.А., Измайлов И.С. Повышение точности фотографических наблюдений 1972–1974 гг. системы Сатурна в новой редукции по оцифрованным астронегативам и оценка точности современных теорий движения спутников Сатурна	17
Кияева О.В. Памяти А.А. Киселева и Е.В. Хруцкой	17
Кияева О.В., Орлов В.В., Жучков Р.Я. Исследование кратных звезд Пулковской программы наблюдений на 26-дюймовом рефракторе	18
Кривошеин С.Б., Никифоров И.И. Кинематическая калибровка шкал расстояний для планетарных туманностей	18
Кузнецов В.Б. Определение орбиты по двум векторам положения методом продолжения решения по параметру с наилучшей параметризацией	19
Кузнецов В.Б., Медведев Ю.Д., Чернетенко Ю.А. Определение ориентации звездных каталогов относительно динамических систем DE405 по наблюдениям нумерованных астероидов	19
Кузнецов Э.Д., Захарова П.Е., Гламазда Д.В. Динамическая эволюция высокоорбитальных космических объектов в окрестности резонансов	20
Куликова А.М. Верификация детектирования $\Delta\mu$ -двойных звезд низкой светимости. Численное моделирование двойных систем	20
Куликова А.М., Ховричев М.Ю. Определение собственных движений быстрых звезд на основе данных цифровых обзоров неба	21
Левитская Т.И. История выбора единой системы геодезических координат в России	22
Левкина П.А., Бахтигараев Н.С., Чазов В.В. Результаты наблюдений неизвестных фрагментов космического мусора в геостационарной области	22
Липовка Н.М., Липовка А.А. Радиоизлучение звезд zet Cyg, HR2956, HR2988, HD114149 и ближайших к ним звезд	22
Литвиненко Е.А., Молотов И.Е., Куприянов В.В., Алиев А.Т. Перспективы развития Китабского пункта международной сети ISON	23
Малкин З.М. Влияние галактической абберации на результаты определения связи оптической и радио систем координат	24
Малкин З.М. Новая версия каталога оптических характеристик астрометрических радиоисточников OCARS	24

Малкин З.М. О точности прогноза координат небесного полюса	25
Малкин З.М. Связь радио и оптической небесных систем отсчета	25
Медведев Ю.Д., Чернетенко Ю.А. О периодических выбросах вещества с ядра кометы Энке при ее движении вблизи Солнца	26
Мельников А.В. Вековая динамика планетной системы 16 Cyg	26
Mickaelian A., Nikogosian E., Gigoyan K., Paronyan G., Abrahamyan H., Azatyan N., Andreasyan H., Gyulzadian M., Khachatryan K., Kostandyan G., Vardanyan A., Mikayelyan G., Farmanyan S., Knyazyan A. BAO plate archive digitization, creation of electronic database and its scientific usage	27
Миллер Н.О. Долгопериодические закономерности движения полюса, полученные из ряда изменения широты Пулкова за 1840–2014 гг.	27
Миллер Н.О. Прогнозирование движения полюса с помощью ССА	28
Миллер Н.О., Воротков М.В. Моделирование движения полюса	28
Миллер Н.О., Прудникова Е.Я. Наблюдения широты Пулкова и исторические события XX века	28
Мохнаткин А.В., Петров С.Д., Горшков В.Л. Разложение скоростей пунктов по сферическим функциям	29
Мохнаткин А.В., Петров С.Д., Горшков В.Л., Щербакова Н.В. Геодинамика Балтийского щита и Русской платформы по ГНСС-данным	29
Муминов М.М., Казанцева Л.В., Ижакевич Е.М., Эгамбердиев Ш.А., Каххаров Б.Б. Объединенная база данных по лунным покрытиям выполненных в Узбекистане за период 1882–1996 гг.	30
Муминов М.М., Каххаров Б.Б., Йулдошев К.Х., Андрук В.Н., Вавилова И.Б., Головня В.В. Каталог экваториальных координат и В-величин звезд экваториальной зоны программы ФОН на основе обработки оцифрованных астронегативов Китабской обсерватории	30
Мышев А.В. Фрактальная теория информационных технологий обработки, анализа и классификации больших потоков астрономических данных	31
Нарижная Н.В. Наблюдения галилеевых спутников Юпитера на Пулковском Нормальном астрографе	31

Осипков Л.П.

Определение внутренней кинематики сферических звездных скоплений по собственным движениям 32

Павлов Д.А.

Уточнение параметров орбиты и либрации Луны на основе модели JPL DE430 32

Пасынок С.Л.

Упрощенная форма уравнений гидродинамики для уточнения временной зависимости момента сил электромагнитного сцепления мантии и ядра Земли 33

Пасынок С.Л., Безменов И.В., Цыба Е.Н.

Оперативное определение ПВЗ в ГМЦ ГСВЧ 33

Пашкевич В.В.

Геодезическое вращение тел Солнечной системы динамически согласованное с эфемеридой DE422/LE422 34

Перминов А.С., Кузнецов Э.Д.

Построение осредненных уравнений движения четырехпланетной задачи методом Хори-Депри 34

Петров Л.Ю.

Радио Фундаментальный Каталог 35

Петров Н.А., Соколов Л.Л., Васильев А.А.

О положениях областей, ведущих к соударениям астероида Апофис с Землей 35

Пинигин Г.И., Пожалова Ж.А.

Николаевское отделение ГАО во второй половине XX века 35

Питьева Е.В.

Астрометрические наблюдения для построения планетных эфемерид 36

Попова Е.А., Шевченко И.И.

О возможных циркумбинарных конфигурациях планетных систем Alpha Centauri и EZ Aquarii 36

Попова Е.А., Шевченко И.И.

Численное и аналитическое описание устойчивости циркумбинарных планетных систем 37

Прудникова Е.Я.

Об определении квазисуточных вариаций широты по наблюдениям на Шпицбергене 37

Птицына Н.Г., Альтаморе А.

Драматическая история нацистского подарка итальянской астрономии: «Телескопы Муссолини» 38

Романенко Л.Г.

Является ли четверная иерархическая система 17 Лебеда гравитационно связанной? 38

Романенко Л.Г., Калиниченко О.А.

Получение собственных движений компонент четверной звезды 17 Лебеда 39

Рощина Е.А., Измайлов И.С. Оцифровка, измерения и калибровка астронегативов при помощи цифровой фотокамеры	39
Рощина Е.А., Измайлов И.С., Горшанов Д.Л., Назаров С.В. Фотометрические наблюдения взаимных явлений в системе галилеевых спутников Юпитера в 2014–2015 гг.	40
Рощина Е.А., Измайлов И.С., Киселева Т.П. ПЗС-наблюдения спутников больших планет на 26-дюймовом рефракторе в Пулкове	40
Рыльков В.П. Анализ результатов наблюдений Плутона в Пулкове 1930–1996 гг.	41
Свешников М.Л., Свешников А.М., Павлов Д.А., Лукашова М.В. Система для решения основных задач мореходной астрономии	41
Смирнов С.С. Астрономо-геодезические работы экспедиции Рамзая на Кольском полуострове	42
Смирнов С.С. Карликовые планеты и резонансная структура Солнечной системы	42
Смирнов С.С., Львов В.Н., Цекмейстер С.Д. Уточнение состава семейств астероидов через анализ фазовых портретов в пространстве орбитальных элементов	43
Соболева Т.В. Прошлое Пулкова в фотографиях (первая половина XX века)	43
Спирidonov Е.А., Виноградова О.Ю. Океанический нагрузочный эффект	43
Степанищев А.С., Бобылев В.В. N-body моделирование при поиске солнечных сиблингов	44
Суворкин В.В., Курдубов С.Л., Гаязов И.С. Результаты обработки ГНСС-измерений в ИПА РАН	44
Тиссен В.М., Малкин З.М., Вараксин А.А. Пути и проблемы повышения точности прогноза ПВЗ	44
Толбин С.В., Семенова Г.В. История основания и послевоенного восстановления Пулковской обсерватории	45
Фазилова Д.Ш. Предварительные результаты обработки данных новых ГНСС станций геодезической сети Узбекистана	46
Hajduković D.S. Trans-neptunian binaries: a laboratory for testing the existence of the gravitational anomalies	46
Цуркис И.Я., Кучай М.С. Применение спектра Винера-Лиувилля к анализу движения полюса и возмущающих функций атмосферы	47

Цыба Е.Н. Определение параметров вращения Земли по результатам лазерной локации ИСЗ в ГМЦ ГСВЧ	47
Чубей М.С., Курпьянов В.В., Бахолдин А.В., Львов В.Н., Цекмейстер С.Д., Маркелов С.В., Левко Г.В. Орбитальная Звездная Стереоскопическая Обсерватория — фундаментальные и прикладные задачи научной программы, сравнительные оценки проекта	47
Чубей М.С., Толчельникова С.А. К вопросу о возможности определения эффекта Максвелла из наблюдений покрытий спутников Юпитера и Сатурна с орбитальной обсерватории «Стереоскоп»	48
Чуркин К.О., Нефедьев Ю.А. Создание базы наблюдений фотоэлектрических покрытий звезд Луной	48
Шахт Н.А., Измайлов И.С., Рощина Е.А. Динамическое исследование системы STEIN 2051	49
Шор В.А., Дерюгин А.В., Железнов Н.Б., Зайцев А.В., Кочетова О.М., Черненко Ю.А. Вычислительно-аналитический стенд для предвычисления столкновений астероидов и комет с Землей и построения сценариев вызванных ими катастроф	49
Список авторов	51