

ГЛАВНАЯ (ПУЛКОВСКАЯ) АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



**ВСЕРОССИЙСКАЯ
АСТРОМЕТРИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ПУЛКОВО-2018»**

1 –5 ОКТЯБРЯ 2018 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ



Санкт-Петербург, ГАО РАН

ГЛАВНАЯ (ПУЛКОВСКАЯ) АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ВСЕРОССИЙСКАЯ
АСТРОМЕТРИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ПУЛКОВО–2018»

1 – 5 октября 2018 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Санкт-Петербург
2018

Конференция проводится при поддержке РФФИ, проект No 18-02-20121

Сборник содержит тезисы докладов, представленных на Всероссийскую астрометрическую конференцию «Пулково-2018» (1–5 октября 2018 г., ГАО РАН, Санкт-Петербург). Конференция проводится Главной (Пулковской) астрономической обсерваторией РАН при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Тематика конференции включает в себя широкий круг вопросов, посвященных различным сторонам современного состояния астрометрии, как новым наземным и космическим методам наблюдений, так и проблемам эфемеридной астрономии и геодинамики, звездной астрономии, кинематики и динамики Солнечной и экзопланетных систем, истории астрономии. В конференции принимают участие ученые из России, Украины, Великобритании, Франции, Польши, Узбекистана, Таджикистана, Словакии, Мексики, Германии.

Программный комитет конференции:

Степанов А.В. (ГАО РАН) – председатель
Девяткин А.В. (ГАО РАН) – зам. председателя
Малкин З.М. (ГАО РАН) – зам. председателя
Гаязов И.С. (ИПА РАН)
Емельянов Н.В. (ГАИШ МГУ)
Жаров В.Е. (ГАИШ МГУ)
Кохирова Г.И. (ИА АН РТ, Таджикистан)
Медведев Ю.Д. (ИПА РАН)
Нефедьев Ю.А. (АОЭ КФУ)
Рыхлова Л.В. (ИНАСАН)
Холшевников К.В. (СПбГУ)
Шевченко И.И. (ГАО РАН)
Шустов Б.М. (ИНАСАН)

Местный оргкомитет конференции:

Девяткин А.В. – председатель
Малкин З.М. – зам. председателя
Горшанов Д.Л.
Кривцов А.А.
Куликова А.М.
Мартюшева А.А.
Миллер Н.О.
Петрова С.Н.
Ховричев М.Ю.

Компьютерная верстка оригинал-макета: Е.Л. Терехина

MEGNO-АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СВЕТОВОГО ДАВЛЕНИЯ НА ОРБИТАЛЬНУЮ ЭВОЛЮЦИЮ ОКОЛОЗЕМНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В ДИАПАЗОНЕ ВЫСОТ ОТ 1500 ДО 36000 КМ

Александрова А.Г., Чувашов И.Н.

Томский государственный университет, Россия

Одной из основных характеристик хаотичности движения околоземных объектов является параметр MEGNO. В работе Sincotta P.M. и др. (2003) подчеркивается, что MEGNO-подход дает более полную динамическую информацию об орбитах и эволюции их касательного вектора в отличие от общего вариационного метода Ляпунова, и является наиболее эффективным для разделения регулярных и хаотических орбит. Нами был проведен MEGNO-анализ орбитальной эволюции объектов в диапазоне высот от 1500 до 36000 км, охватывающих зоны околоземного космического пространства: LEO, MEO, GEO и super-GEO. Данная область околоземного пространства является наиболее интересной, поскольку в ней находятся большая часть действующих космических аппаратов и космического мусора. Исследовалось, при каких значениях парусности (отношения площади миделевого сечения к массе) световое давление является источником хаотичности в движении околоземных объектов (данная проблема уже рассматривалась для геостационарной зоны (Valk. S. et al., 2009; Александрова А.Г, Бордовицына Т.В., Чувашов И.Н., 2011), однако она актуальна и для других областей околоземного пространства. Исследования показали, что влияние светового давления при увеличении парусности объектов зачастую приводит к переходу этих объектов на хаотические орбиты, хотя в редких случаях наблюдается обратная картина – переход на более устойчивую орбиту.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-32-60097 мол_а_дк.

СОЗДАНИЕ ЕДИНОЙ СЕЛЕНОЦЕНТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОТСЧЕТА КООРДИНАТ НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВЫХ И НАЗЕМНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Андреев А.О., Нефедьев Ю.А., Демина Н.Ю.

Казанский федеральный университет, Казань, Россия

Работа посвящена созданию глобальной опорной системы координат на Луне. В настоящее время, точного селеноцентрического опорного каталога, наиболее полно охватывающего всю поверхность Луны, не существует. Каталог, построенный по наблюдению с КК «Аполлон», охватывает лишь небольшую часть лунной поверхности. Для видимой стороны существует несколько каталогов, среди которых наиболее информативен каталог 1162 объектов, построенный в АОЭ по крупномасштабным снимкам Луны со звездами и каталог 264 кратеров, основанный на этих же наблюдениях. С целью построения глобальной селеноцентрической опорной координатной системы были выполнены соответствующие исследования по созданию соответствующего метода. При наличии ряда каталогов лунных объектов видимой стороны, в либрационной зоне и на обратной стороне Луны в разнородных системах отсчета, метод построения единой системы координат с центром и осями, совпадающими с центром массы Луны и главными осями её инерции, включает следующие этапы: - прецизионное определение элементов матриц перехода для систем по общим объектам под условием ортогональности преобразований и коэффициентов редукционных моделей остаточных

уклонений при регрессионном моделировании; - приведение небазовых систем к единой системе; - построение математической, цифровой и пространственной (картографической) моделей фигуры Луны на основе оптимальных разложений по сферическим функциям. На основе выполненного аналитического анализа данных, полученных космическими миссиями, можно сделать вывод о необходимости современной многократной обработки различных наборов космических данных, так как постоянно происходит улучшение методов обработки и подходов, на основе которых основывается редукция глобальных селенодезических опорных сетей.

ПОИСК МАЛОМАССИВНЫХ ЗВЕЗД-БЕГЛЕЦОВ ИЗ РАССЕЯННЫХ СКОПЛЕНИЙ

Апетян¹ А.А., Ховричев² М.Ю.

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

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

Вопросы динамической эволюции рассеянных звездных скоплений вызывают большой интерес в астрономическом сообществе, так как именно в них формируется подавляющее большинство звезд в Галактике. Со временем часть звезд покидают родительское скопление, такие звезды мы называем звездами-беглецами. Оказывается, что распределение, кинематика и физические свойства звезд-беглецов зависят от начальных параметров скопления, поэтому сведения о звездах-беглецах могут быть использованы для получения информации о начальных условиях звездообразования. В данной работе мы ведем поиск звезд-беглецов методом анализа их скоростей, собственных движений и распределения в пространстве. Индикатором принадлежности предполагаемой звезды-беглеца скоплению является металличность. Полученные данные используются для построения модельных распределений, описывающих различные сценарии динамической эволюции.

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АСЗ НА 2-М ТЕЛЕСКОПЕ ТФ ИНАСАН

Барабанов¹ С.И., Бусарев² В.В., Щербина² М.А.

¹Институт астрономии РАН, Москва, Россия

²Государственный астрономический институт имени П.К. Штернберга, Москва, Россия

С 2012 г. на 2-м телескопе ТФ ИНАСАН проводятся спектрометрические наблюдения с так называемой низкой модой ($R = 100$) в фокусе Куде. В докладе представляются результаты спектрометрических наблюдений АСЗ с предельной звездной величиной до 17 и их интерпретация с оценкой таксономического класса, описанием особенностей спектра и др.

АРХИВ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЯРКИХ КОМЕТ НА ЗВЕНИГОРОДСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ ИНАСАН

Барабанов С.И., Верещагин С.В.

Институт астрономии РАН, Москва, Россия

Архив включает сканы фотопластинок, полученных на Астрографе Цейс-400/2000 Звенигородской обсерватории Института астрономии РАН (ИНАСАН). Ос-

новная часть архива включает изображения ярких комет: Ирас-Араки-Алькока, Галлея, Хякутаке, Хейла-Боппа, Когоутека. Изображения получены на широком интервале экпозиций от менее 1-й минуты для астрометрии до часа (заметно множество деталей газовых струй и пыли) для фотометрии и астрофизических исследований. Размеры комет на некоторых пластинках достигают 6.3° (23 см). Некоторые из изображений представляют интерес для исследователей физики процессов потери вещества ядром и процессов газовой динамики по деталям. Особую ценность представляет многодневные ряды наблюдений, позволяющий проследить суточные изменения деталей хвоста и его размеров (иногда составляющих около 1 градуса в сутки). На многих сканах хорошо различимы детали хвостов комет, в том числе отдельные струи, вихри и т.п. Архив изображений находится в свободном доступе.

ОБЗОР ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ И АСТРОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ АСЗ И МЕТЕОРОИДОВ НА 1-М ТЕЛЕСКОПЕ СИМЕИЗСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

Барabanов¹ С.И., Николенко¹ И.В., Крючков¹ С.В., Баканас^{1,2} Е.С.

¹*Институт астрономии РАН, Москва, Россия*

²*АО Российские космические системы, Москва, Россия*

Среди всех астероидов, астероиды, сближающиеся с Землей (АСЗ), представляют наибольший интерес. Во-первых, они достаточно близко подходят к Земле и их можно изучать наиболее подробно. Во-вторых, изучив отдельные объекты, можно исследовать их схожесть с другими объектами в группах АСЗ, к которым они принадлежат, в том числе и для опасных с точки зрения возможности столкновения с Землей. Единственный минус наблюдений АСЗ состоит в том, что, в большинстве случаев, эти объекты находятся вблизи Земли недолго, и нет возможности провести многолетние наблюдения для того, чтобы получить точные значения физических характеристик. Поэтому особенно важно наблюдать астероиды вблизи Земли, пока они доступны. Для избранных АСЗ в Симеизской обсерватории на телескопе ЦЕЙСС-1000 были проведены фотометрические наблюдения с использованием BVRI-фильтров, определены показатели цвета и, при возможности получения довольно длительного ряда наблюдений, сделаны оценки периода вращения, размера и таксономического типа. В работе приводится сводный каталог полученных характеристик для этих астероидов. В Симеизской обсерватории также проводятся ежегодные наблюдения в рамках задачи поиска метеороидов в метеорных потоках. Координаты предполагаемых кандидатов в новые объекты отправляются в Центр Малых планет для дальнейшего подтверждения. Приводятся данные по статистике поисковых наблюдений.

INTEGRATION OF LIOUVILLE EQUATIONS OVER GEOLOGICAL TIME SCALES AND MODELLING THE SECULAR POLE DRIFT

Bizouard¹ C., Pashkevich² V.

¹*Observatoire de Paris/SYRTE, International Earth Rotation and Reference Systems Service (IERS), Paris, France*

²*Pulkovo Observatory, St. Petersburg, Russia*

Beyond decadal time scales, the variations of the Earth rotation cannot be modelled anymore in the framework of a quasi-elastic Earth partially covered by oceans at equilibrium. In the rotational deformation process, visco-elasticity breaks the instantaneous linearity of the

resulting moment of inertia changes with respect to the rotation vector perturbations. These moments of inertia become dependent from the past evolution of the rotation vector. Any load change also produces a visco-elastic deformation, so that the inertia moments of the load depend from the past evolution of the load as well. We revisit the consequences of Earth visco-elasticity on polar motion and length of day by integrating Liouville equations over 50 million years, using both MATLAB and an integration scheme developed at Pulkovo Observatory. Beyond one million years, changes of the mentioned quantities are too large for considering linearized form of the Liouville equation. Then, we have to consider the more general scheme of non-linearized Liouville equation. This allows us to encompass a wide range of processes: the observed secular pole drift, probably resulting from the visco-elastic post-glacial response of the Earth, true polar wander and length of day change caused by tectonic mass redistributions.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПУЛКОВСКИХ АСТРОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ГЛАВНЫХ СПУТНИКОВ УРАНА В 2016–2018 ГОДАХ

Бикулова Д.А., Измайлов И.С., Ховричев М.Ю., Нарижная Н.В.

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

Наземные астрометрические наблюдения спутников Урана не утратили своей актуальности в эпоху Gaia ввиду своей массовости по сравнению с единичными наблюдениями с борта космического аппарата. Значимые систематические ошибки Gaia DR2 для объектов ярче 12 mag заставляют с осторожностью использовать результаты космических наблюдений. В то же время для слабых звезд система GaiaCRF2 отвечает требованиям в плане инерциальности и плотности распределения звезд. Это выводит наземные наблюдения спутников Урана на новый уровень точности, позволяя надеяться на улучшение теорий движения и прогресс в анализе связи опорных систем, заданных эфемеридами тел Солнечной системы и GaiaCRF2. В 2016–2018 годах были проведены астрометрические наблюдения главных спутников Урана с помощью 26-дюймового рефрактора, телескопа Сатурн и Нормального астрографа. Все астрометрические редукции проводились в системе каталога Gaia-DR2. Всего получено 694 положения на уровне точности 10–20 mas. О-С для спутников в большинстве случаев меньше 30 mas. Был произведен учет влияния ореола от планеты на координаты спутников.

ВИДИМЫЕ ТЕСНЫЕ СБЛИЖЕНИЯ ТЕЛ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ СО ЗВЕЗДАМИ GAIA КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ НАЗЕМНЫХ АСТРОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Бикулова Д.А., Измайлов И.С., Ховричев М.Ю., Нарижная Н.В., Куликова А.М.

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

В настоящее время реализован второй релиз проекта Gaia. Однако число отдельных наблюдений тел Солнечной системы в проекте Gaia относительно невелико (порядка 50 положений на уровне точности 1–5 mas). Поэтому, прежде всего вклад Gaia в изучение динамики астероидов и спутников больших планет связывают с использованием релизов Gaia как опорных каталогов, но систематические ошибки наземных ПЗС-наблюдений при таком подходе достаточно велики – десятки mas. Однако при тесном сближении (<10 arcsec) систематические смещения, вызванные атмосферными эффектами и оптикой телескопа, приблизительно одинаковы для объекта Солнечной системы

и звезды Gaia. Это дает возможность существенно повысить качество наземной астрометрии тел Солнечной системы, учитывая довольно плотное распределение звезд Gaia по небесной сфере. Алгоритм вычисления эфемерид явлений создан в виде python-скрипта, эксплуатирующего get-запросы к сервисам MULTISAT (для спутников планет-гигантов) и Miriade Ephemeris Generator (для астероидов). В результате, при достаточной глубине обзора получается до нескольких событий в сутки для объектов слабее 12 mag. Для ярких спутников планет эффективных событий на порядок меньше. При составлении эфемерид возможно подробно указать необходимые характеристики объектов, что позволяет адаптировать результат к различным инструментам и условиям наблюдений. Помимо составления длительной программы наблюдений с автоматическим выбором оптимального объекта, предусмотрен выбор объектов вручную из расширенного списка.

ПРЕДВЫЧИСЛЕНИЕ СБЛИЖЕНИЙ И СТОЛКНОВЕНИЙ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ С ЗЕМЛЕЙ И ЛУНОЙ В СИСТЕМЕ «ПРОГНОЗ»

**Вавилов¹ Д.Е., Виноградова¹ Т.А., Железнов¹ Н.Б., Зайцев² А.В., Кочетова¹ О.М.,
Кузнецов¹ В.Б., Чернетенко¹ Ю.А., Шор¹ В.А.**

¹Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург, Россия

²НП «Центр планетарной защиты», Химки, Московская область, Россия

Излагаются принципиальная схема и основные детали организации вычислительной составляющей мониторинга столкновений Земли и Луны с потенциально опасными небесными телами (ПОТ), выполняемой в ИПА РАН. Вычислительный комплекс осуществляет поддержание каталога ПОТ в соответствии с публикациями списка ПОТ на сайте ЦМП и данными об открытиях новых тел и/или их наблюдениях, независимое определение орбит и вероятных ошибок начальных условий движения, прогнозирование движения тел с учетом возмущений и неопределенности текущих значений координат и скоростей из-за погрешностей начальных условий. При сближениях тел с Землей или Луной вычисляется минимальное расстояние и оценивается вероятность столкновения по методу плоскости цели. В случае столкновения с Землей тела на номинальной орбите определяются географические координаты точки входа в атмосферу, азимут и наклон траектории к горизонтальной плоскости, скорость относительно атмосферы и их вероятные ошибки. Если номинальная орбита минует Землю, но вероятность столкновения велика, на поверхности Земли определяется полоса риска, в точках которой возможны столкновения с телом, если оно движется по орбите, отличной от номинальной. Информация, полученная в ходе последовательных сближений тел с Землей и Луной, служит основой для формирования строк хронологической таблицы сближений с наиболее важной информацией о каждом теле и сближении. Эта таблица отражает ход сближений в режиме реального времени. В «Заключении» представлены соображения о направлении дальнейшего развития комплекса.

“DATA MAINING” С ПОМОЩЬЮ ПУЛКОВСКОЙ СТЕКЛОТЕКИ

Васильева Т.А., Ховричев М.Ю., Измайлов И.С.

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

Астронегативы, полученные в период с конца XIX до последнего десятилетия XX века, сохраняют свою востребованность в задачах изучения движений в широких парах

визуально-двойных звезд, выявления долговременных трендов в фотометрическом поведении небесных тел, уточнения теорий движения тел Солнечной системы.

Одна из главных мотиваций в этой связи – возможность оцифровки фотопластинок ради повышения точности и привязки к современным опорным системам. В стеклотексте Пулковской обсерватории содержатся около 50 тысяч астронегативов, многие из которых удалось оцифровать и получить научные результаты. Прежде всего, это касается 9 тысяч пластинок с изображениями визуально-двойных звезд, сотен пластинок с изображениями планет и их спутников. Оцифровка произведена с помощью комплекса MDD с цифровой камерой EOS Mark II и программного пакета IZMCCD. Стандартные пластинки для калибровки MDD были оцифрованы и измерены с помощью ROB Digitizer (DAMIAN), благодаря помощи коллег из IMCCE и Королевской Обсерватории Бельгии. Для двойных звезд медианная точность финальной редукции составляет 30 mas, для тел Солнечной системы – 50–100 mas.

Благодаря web-отображению стеклотексты (<http://www.puldb.ru/db/plates/index.php>), несложно удовлетворить запросы различных исследовательских групп. Наше участие не сводится только к оцифровке и предоставлению файла. В большинстве случаев требуются возможности ЛАЗА ГАО РАН по анализу оцифрованных изображений. Например, было выполнено совместное с итальянскими коллегами исследование переменных звезд GR 290 (звезда Романо) в галактике M33 (Polcaro V.F. et al. GR 290 (Romano's Star): 2. Light history and evolutionary state, AJ, 151, 149, (2016)). Особый интерес вызвала необычная переменность звезды KIC 8462852 (Звезда Boyajian). В результате была выполнена фотометрическая обработка снимков областей неба с изображением этой звезды по запросу немецких коллег (Hippke M, ... Roshchina E., Vasileva T., Izmailov I., Samus N.N. et al. Sonneberg Plate Photometry for Boyajian's Star in Two Passbands. The Astrophysical Journal, 837, 1 (2017)).

АНАЛИЗ ПОЛЯ СКОРОСТЕЙ ЗВЕЗД ТОНКОГО ДИСКА ПО ДАННЫМ GAIA DR2 И PMA С ПОМОЩЬЮ ЗОННЫХ ВЕКТОРНЫХ СФЕРИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

Величко А.Б., Федоров П. Н.

*НИИ Астрономии Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина,
Харьков, Украина*

Из подмножества данных Gaia DR2, для которого известны положения, собственные движения, расстояния, лучевые скорости — с помощью кинематического метода Бенсби (Bensby, 2003) были отобраны звезды, принадлежащие тонкому диску нашей Галактики. Помимо этого, полученная выборка звезд была ограничена по расстоянию от плоскости Галактики $Z \pm 300$ пк, что соответствует типичной шкале высот тонкого диска. Таким образом, окончательная выборка составляет ~3 млн. звезд тонкого диска, расположенных симметрично относительно плоскости Галактики. Анализ поля скоростей звезд этой выборки был выполнен с помощью физической модели Огородникова-Милна (О-М), а также методом разложения поля скоростей звезд по векторным сферическим функциям (ВСФ). Параметры модели О-М были получены методом наименьших квадратов по пространственным скоростям и по собственным движениям звезд из каталогов Gaia DR2 и PMA. Из-за специфики используемой выборки звезд, мы вынуждены применять зонные ВСФ, разработанные Витязевым и Цветковым (2011). Была установлена связь между коэффициентами разложения по зонным ВСФ и параметрами модели О-М, а также их зависимость от расстояния. Обнаружен ряд значимых внемоделльных гармоник.

СЕМЕЙСТВА АСТЕРОИДОВ В ГРУППЕ КИБЕЛЫ

Виноградова Т.А.

Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург, Россия

Группа Кибелы представляет собой самую удаленную от Земли область главного пояса астероидов. Астероиды этой группы находятся на средних расстояниях от Солнца 3.28–3.75 ае, за пределами резонанса средних движений 2:1 с Юпитером. Среди астероидов, принадлежащих этой группе, был произведен поиск семейств. Необходимые для этого собственные элементы были вычислены с использованием эмпирического метода. Для идентификации семейств был применен метод, аналогичный методу иерархического кластерного анализа. В настоящее время идентификационный номер присвоен всего двум семействам в этой области: 87 Sylvia (FIN = 603), 909 Ulla (FIN = 903), существование которых не подлежит сомнению. Благодаря использованию всех имеющихся на настоящий момент астероидов нам удалось обнаружить дополнительно 7 возможных семейств: 3141 Buchar, 121 Hermione, 643 Scheherezade, 1028 Lydina, 1390 Abastumani, 522 Helga, 466 Tisiphone. Для всех найденных семейств определен их таксономический состав и вычислено среднее альbedo. Семейства практически не различаются по таксономическому составу, они включают астероиды классов C, D, X. Среднее альbedo для всех семейств низкое, оно не превышает 0.07.

ГНСС-МОНИТОРИНГ ИНТЕГРАЛЬНОГО ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ В АТМОСФЕРЕ НАД ТЕРРИТОРИЕЙ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Воротков М., Горшков В., Гришина А., Щербакова Н.

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

ГНСС-технологии помимо своей основной задачи координатно-временного обеспечения являются одним из самых эффективных методов исследования физики атмосферы и околоземного пространства, позволяя производить непрерывный мониторинг ряда атмосферных (интегральное влагосодержание – IWV) и ионосферных (электронное содержание – TEC) параметров Земли. При этом высокоточный мониторинг этих параметров может производиться с любым временным и пространственным (при наличии плотной сети ГНСС-станций) разрешением, что выгодно отличает данный метод от любых других. Параметр IWV играет одну из ключевых ролей в построении прогностических моделей погоды и климата.

По данным наиболее плотной части ГНСС-сети на территории Ленинградской и пограничных с ней областей (около 50 станций), обработка которой поддерживается нами (<http://www.gaoran.ru/russian/database/station/databasev.html>) на Восточно-Европейской платформе, исследована динамика IWV с внутрисуточным разрешением за период 2017 года. Гидростатическая (сухая) составляющая зенитной тропосферной задержки вычислялась по модели Саастамойнена. Для вычисления IWV необходимы метеоданные о наземной температуре на ГНСС-станциях для оценки средней температуры атмосферы по использованной нами модели Мендеса. Эти данные взяты как из архивов сети ближайших метеостанций региона (максимальное расстояние до 50 км), так и интерполированы на координаты ГНСС-станций по сетке 2.5×2.5 градуса из базы атмосферных данных NCEP Reanalysis-2 (<ftp://ftp.cdc.noaa.gov>). Построены карты динамики поля IWV для исследуемого региона с временной развёрткой 6 часов. По данным ГНСС-станций с наиболее продолжительными наблюдениями в регионе оценены трендовые составляющие IWV.

ПАМЯТИ ЕЛЕНА ЯКОВЛЕВНЫ ПРУДНИКОВОЙ

Горшков В.Л.

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

Приводится краткое описание научной, художественной и литературной жизни скончавшейся в январе этого года Прудниковой Елены Яковлевны, работавшей в обсерватории с 1967 года. Она являлась продолжателем замечательной плеяды женщин астрономов Пулковской обсерватории, наблюдателей и исследователей вращения Земли и движения её полюсов. Помимо этого она оставила огромное наследие в виде замечательных рисунков, поэзии и литературных переводов. Часть этого художественного наследия также связана с её наблюдательной деятельностью в различных обсерваториях страны.

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ПО ДАННЫМ ПОЛЯ СКОРОСТЕЙ ГНСС-СТАНЦИЙ

Горшков В.Л., Мохнаткин А.В., Щербакова Н.В.

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

Совместно с коллегами геодезических предприятий РФ нами создана, поддерживается и расширяется база данных скоростей ГНСС-станций на территории Восточно-Европейской платформы (ВЕП) для решения геодинамических и геофизических задач (<http://www.gaoran.ru/russian/database/station/databasev.html>). Представлен метод формирования базы данных, включающий фильтрацию выбросов и сезонности, оценку ошибок скоростей с учётом типа распределения шумов, а также учёт в положениях смещений разной природы. Объём (около 300 станций с продолжительностью наблюдений более 2 лет) и качество данных (ошибки скоростей менее 0.3 мм/год) позволяют исследовать кинематическую структуру региона ВЕП и построить карту деформаций для особо плотной сети ГНСС-станций в районе Финского залива. В сложной геологической структуре ВЕП наиболее интересно место сопряжения больших геологических структур: Балтийского щита (БЩ) с его обнажённым кристаллическим фундаментом и осадочной Русской плитой (РП), взаимное вращение которых исследовано в работе. Статистически значимой разности во вращении РП и БЩ не обнаруживается. Поле деформаций на границе этих структур испытывает существенное изменение как по направлению, так и по величине деформаций, переходя от растяжения на севере от Финского залива к сжатию далее на юг. При этом на границе этих структур меняется также и знак вертикальных скоростей станций, резко переходя к югу от неё в область отрицательных значений. Эти особенности поля деформаций региона свидетельствуют о его геодинамической активности, которая может быть реализована как в виде слабых землетрясений, так и пластическим образом, формируя многочисленные разломные структуры.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ АСТЕРОИДОВ

**Девяткин А.В., Горшанов Д.Л., Наумов К.Н., Иванов А.В., Петрова С.Н.,
Мартюшева А.А., Русов С.А., Львов В.Н., Цекмейстер С.Д.**

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

На автоматизированных телескопах ГАО РАН ЗА-320М и МТМ-500М проведены астрометрические и фотометрические наблюдения потенциально опасных астероидов. Приводятся результаты уточнения орбит астероидов и их физических характеристик.

ПАМЯТИ ПУЛКОВСКОГО АСТРОМЕТРИСТА Г.Д. БАТУРИНОЙ

Девяткин А.В., Соболева Т.В.

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

Приводятся сведения о научной работе в ГАО РАН Галины Дмитриевны Батуриной (1932–2016).

ПАМЯТИ ПУЛКОВСКОГО АСТРОМЕТРИСТА М.С. ЧУБЕЯ

Девяткин А.В., Соболева Т.В.

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

Приводятся сведения о научной работе в ГАО РАН Маркияна Семёновича Чубея (1940–2017).

ПАМЯТИ ПУЛКОВСКОГО АСТРОНОМА О.П. БЫКОВА

Девяткин А.В., Соболева Т.В.

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

Приводятся сведения о научной работе в ГАО РАН Олега Павловича Быкова (1938–2016).

ПАМЯТИ ПУЛКОВСКОГО АСТРОНОМА А.Н. ДАДАЕВА

Девяткин А.В., Соболева Т.В.

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

Приводятся сведения о работе в ГАО РАН Александра Николаевича Дадаева (1918–2016).

ПАМЯТИ ПУЛКОВСКОГО ИНЖЕНЕРА-ОПТИКА А.В. ШУМАХЕРА

Девяткин А.В., Соболева Т.В.

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

Приводятся сведения о работе в ГАО РАН Андрея Владимировича Шумахера (1935–2018).

ВЫЖИВАЕМОСТЬ КРУПНОМАСШТАБНЫХ СТРУКТУР В ОСТАТОЧНЫХ ДИСКАХ ДВОЙНЫХ СИСТЕМ С ПЛАНЕТОЙ

Демидова Т.В., Шевченко И.И.

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

В процессе формирования планетной системы протопланетный диск трансформируется в остаточный, состоящий из астероидов и кометного вещества. В диске формируются разнообразные резонансные с планетами кольцеобразные структуры, как заполненные веществом диска, так и свободные от него. Наши расчеты показывают, что устойчивость коорбитальных с планетами кольцеобразных структур выше для систем двойных, а не одиночных звезд. Для анализа свойств таких структур нами рассчитана сетка моделей планетных систем двойных звезд с циркумбинарными планетами в планетезимальных дисках. На сетке варьируются масса планеты, радиус ее начально круговой орбиты, а также отношение масс звезд. Результаты расчетов показывают, что ширина коорбитальной хаотической зоны и ширина устойчивого коорбитального кольца внутри этой зоны существенным образом зависят от параметров задачи; полученные численно-экспериментальные зависимости носят степенной характер. Сделан вывод, что для планет Кеплер-16b и Кеплер-35b возможно формирование устойчивого коорбитального с планетой кольца. Результаты данного исследования могут быть использованы для поиска планет у двойных звезд с остаточными дисками.

МАССОВОЕ ОТОЖДЕСТВЛЕНИЕ РЕЗОНАНСНЫХ И ХАОТИЧЕСКИХ ЭКЗОПЛАНЕТНЫХ СИСТЕМ

Довгалев^{1,2} И.С., Мельников¹ А.В., Смирнов² Е.А., Шевченко¹ И.И.

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

²b4xxi Ltd., Санкт-Петербург, Россия

На основе данных об известных к настоящему времени экзопланетных системах составлены выборки (1) мультипланетных экзосистем (экзосистем с более чем одной планетой) и (2) экзосистем кратных (в большинстве двойных) звезд. Обе выборки анализируются на предмет наличия резонансного и/или хаотического орбитального поведения. С этой целью проводится численное интегрирование орбит планет (с наиболее вероятными значениями масс и орбитальных начальных условий) на подходящих интервалах времени. Резонансное поведение выявляется путем анализа временного поведения резонансных аргументов для резонансов средних движений заданных порядков. Хаотическое поведение выявляется посредством вычисления максимальных показателей Ляпунова. Проводится каталогизация и статистический анализ номинально резонансных и хаотических экзосистем.

ПАМЯТИ ПУЛКОВСКОГО АСТРОНОМА Е.Г. ЖИЛИНСКОГО

Драке Н., Девяткин¹ А.В., Соболева¹ Т.В.

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

Приводятся сведения о научной работе в ГАО РАН Евгения Германовича Жилинского (1948–2017).

ПЕРЕОТКРЫТИЕ КОМЕТЫ 205P/1896 R2 ДЖАКОБИНИ

Емельяненко Н.Ю.

Институт астрономии РАН, Москва, Россия

Комета D/1896 R2 открыта в 1896 г., после чего была надолго утеряна. Вычисление орбиты и исследование динамической эволюции этой кометы по одному появлению показало, что действие планетных возмущений приводит к уменьшению неопределенности в положении кометы D/1896 R2 в ожидаемых проходах перигелиев в 2001 и 2008 годах. 10 сентября 2008 г. была открыта комета P/2008 R6, которая отождествлена с кометой D/1896 R2.

СРЕДСТВА ИЗУЧЕНИЯ ДИНАМИКИ СПУТНИКОВ В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ

Емельянов Н.В.

Государственный астрономический институт имени П.К. Штернберга, Москва, Россия

Средства изучения динамики спутников в Солнечной системе основаны на всех знаниях, накопленных к моменту использования средств. Поэтому они являются одновременно и результатом исследования, концентрируя все имеющиеся знания, включая результаты всех наблюдений. Эффективность научной работы зависит от информированности исследователя об имеющихся в распоряжении средствах. В области динамики планет и спутников средства изучения состоят из баз данных, библиографических баз данных и средств вычисления эфемерид. В докладе дается информация об основных базах данных и службах эфемерид, имеющихся в распоряжении исследователя в рассматриваемой области исследований. Основное внимание в докладе уделяется средствам, созданным автором доклада. Показан процесс создания эфемеридных служб. Объясняется, как получают эфемериды небесных тел на основе всех имеющихся в мире наблюдений. В докладе объясняются способы доступа пользователя к эфемеридам. Осуждаются некоторые сложные вопросы. Например, нужны ли в современных эфемеридных службах видимые координаты планет и спутников или только астрометрические. Доказана необходимость постоянной работы по поддержанию средств вычисления эфемерид. Перечисляются основные насущные нерешенные проблемы в рассматриваемом деле.

МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ НАБЛЮДЕНИЙ И СОСТАВЛЕНИЯ КАТАЛОГОВ ОПТИЧЕСКИХ И УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫХ ИСТОЧНИКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ КОСМИЧЕСКИМИ ТЕЛЕСКОПАМИ ХММ-ОМ И UVOT

Ершов В.Н.

*Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург, Россия
Mullard Space Science Laboratory, Лондон, Великобритания*

Однотипные ультрафиолетовые телескопы ХММ-ОМ и UVOT, установленные на борту спутников ХММ-Newton и Swift, предназначены для астрометрической коррекции координат рентгеновских источников в первом случае и гамма-всплесков во втором. Телескопы имеют входную апертуру 30 см и работают с тремя оптическими и тремя ультрафиолетовыми фильтрами. Поле зрения каждого из телескопов составляет $17' \times 17'$, поэтому, помимо основного источника, в поле зрения телескопа попадают многочисленные дополнительные источники, исследование которых не предусматривается основной программой наблюдений. В данной работе описывается методика обработки наблюдений и получения фотометрических и астрометрических параметров для всех источников, попадающих в поле зрения телескопов, а также пакет программ для составления каталогов этих источников. Представлены результаты обработки части наблюдений и сравнение каталогов, включающих около 5 миллионов источников телескопа ХММ-ОМ и 6 миллионов источников телескопа UVOT.

ПРОБЛЕМА РЕДУКЦИИ УГЛОВ ВРАЩЕНИЯ ЛУНЫ, ПОЛУЧЕННЫХ В РАЗНЫХ ТЕОРИЯХ ЛУННОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ЛИБРАЦИИ

Загидуллин¹ А.А., Усанин¹ В.С., Петрова² Н.К., Нефедьев¹ Ю.А.

¹Казанский федеральный университет, Казань, Россия

²Казанский государственный энергетический университет, Казань, Россия

В свете планируемого освоения Луны налунными аппаратами проблема изучения вращения нашего спутника актуальна. В КФУ ведётся разработка численной теории ФЛЛ, построенной в самолетных углах. На данном этапе наша численная теория построена на основе эфемериды, извлечённой из DE. Для анализа точности полученного решения проведено сравнение с углами Эйлера, также извлечёнными из DE. Нами получены редукционные формулы, позволяющие реализовать корректный переход от Эйлеровых углов к самолетным, а также от угловых скоростей к каноническим импульсам. Полученные в численном интегрировании остаточные разности имеют значения 2 секунды в долготной составляющей и 2.5 – в широтных. Это большое расхождение, свидетельствует о неполном учете возмущающих сил в нашей численной теории физической либрации Луны.

ЗАВИСИМОСТЬ УГЛА АБЕРРАЦИИ ПЛАЗМЕННЫХ ХВОСТОВ КОМЕТ ОТ ПЕРИГЕЛИЯ И ГЕЛИОРАССТОЯНИЯ

Ибрагимов А.А.

Институт астрофизики Академии наук Республики Таджикистан, Таджикистан

Кометы – природные зонды характеризующие, в основном, влияние Солнца. Одним из таких факторов является абберация плазменного хвоста кометы от продолженного радиус-вектора, определяемая как тангенс угла отклонения, равный отношению

трансверсальной составляющей скорости кометы к радиальной скорости расширяющейся солнечной короны.

Для околосолнечных комет (ОСК) семейств Марсдена, Крахта и Мейера на гелиоцентрическом расстоянии порядка одной астрономической единицы, отношение $q/r \sim 10^{-2} - 10^{-3}$, что дает значение трансверсальной скорости равное несколько километров в секунду. При минимальном значении радиальной скорости солнечного ветра (200 км/с) угол абберации оси плазменного хвоста относительно продолженного радиус-вектора составит, примерно, 0.5° .

По наблюдениям плазменного хвоста кометы C/2012 S1 на гелиоцентрическом расстоянии ~ 1.5 а.е., определены углы аббераций для 25 сентября – 9 октября 2013 г. Полученные значения лежат в интервале $3^\circ - 5^\circ$. Рассматриваются механизмы, влияющие на значительные отклонения плазменного хвоста кометы.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОСТРОЕНИЯ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ВРАЩЕНИЯ ТРЕХОСНОЙ ЛУНЫ

Иванова Т.В.

Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург, Россия

Разработаны алгоритмы построения аналитической теории вращения трехосной Луны в рамках общей планетной теории, позволяющей построить решение для параметров вращения в виде рядов Пуассона по степеням эволюционных эксцентрических и облических переменных планетных и лунного движений с квази-периодическими коэффициентами, т.е. без вековых членов относительно времени. В отличие от предыдущей работы (Иванова, 2017, Труды ИПА РАН, вып. 42) о построении теории вращения осесимметричной Луны (угловая скорость вращения Луны постоянна), в данной работе наряду с углами Эйлера определяются компоненты вектора угловой скорости вращения Луны. При проведении аналитических операций над рядами Пуассона используется пуассоновский процессор.

СРАВНЕНИЕ УДАЛЕННЫХ ВРЕМЕННЫХ ШКАЛ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ ЛОКАЦИИ

Игнатенко¹ И.Ю., Тряпицын² В.Н., Игнатенко² Ю.В.

¹Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений, Россия

²Крымская астрофизическая обсерватория РАН, Россия

В работе предлагается методика сравнения временных шкал станции лазерной локации и ИСЗ, основанная на передаче времени средствами лазерной локации [1]. Ставится задача учета неустранимых систематических погрешностей в передаче шкалы времени методом лазерной локации и предлагаются способы ее решения. Приводится система уравнений, связывающая моменты излучения, отражения и приема лазерного импульса со значением разности шкал времени станции лазерной локации и ИСЗ. Указывается способ решения полученной за время сеанса измерений системы уравнений. Рассматривается временная диаграмма событий при лазерной локации. Исследуются, присущие данному методу, геометрические, временные и инструментальные погрешности, а также электронные, геометрические и оптические временные задержки, возникающие при проведении лазерной локации ИСЗ. Предложена новая оптическая схема

для лазерно-локационных измерений и внутренней калибровки. Получены оценки ошибок для различных типов ИСЗ и их орбит. Предлагаются рекомендации по выбору орбиты, конструкции отражателя и фоторегистратора для ИСЗ используемых для измерений в практической реализации методики. Предлагается режим организации измерений для повышения их точности. Рассматривается совместная работа станций лазерной локации SLR 1874 и новой лазерной станции в Менделеево для контроля получаемых результатов. Исследуется временная диаграмма событий для новой лазерной станции в Менделеево с целью нахождения интервалов времени составляющих полную калибровку измерительной системы.

1. Ю.В. Игнатенко, В.Н. Тряпицын, И.Ю. Игнатенко. Определение разности хода часов на Земле и на ИСЗ методом лазерной локации. Проблемы управления и информатики. 2004. N 3. стр. 44–49.

АСТРОМЕТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ НИЗКООРБИТАЛЬНЫХ ИСЗ В РЕЖИМЕ ПОТОКОВОГО ВИДЕО

Измайлов И.С.

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

Как известно, низкоорбитальные ИСЗ обладают значительным собственным движением по небу – до нескольких градусов в секунду. Один из возможных способов наблюдений таких объектов в оптическом диапазоне это наблюдение с небольшой экспозицией, таким образом, чтобы изображения объектов не успевали сильно растянуться, за время экспозиции. В последнее время появилось возможность наблюдать астрономические объекты в режиме потокового видео, когда съемка кадров происходит один за другим без перерыва между кадрами. Основной трудностью при обработке является значительный объем, полученного таким способом наблюдательно материала.

В Пулковской обсерватории разработана специальная версия программного пакета Izmccd, предоставляющая возможность в автоматическом режиме обрабатывать поток изображений со скоростью сравнимой со скоростью получения потока современными "быстрыми" камерами. По трем последовательным кадрам, пакет автоматически выделяет и измеряет изображения движущихся объектов, выделяет изображения звезд и по стандартным астрономическим алгоритмам вычисляет прямое восхождение и склонение ИСЗ.

Для тестирования технологии наблюдений ИСЗ была использована камера со следующими характеристиками:

фокусное расстояние объектива – 300 мм,
поле зрения – 4.5 на 7 градусов,
масштаб – 5.1 "/пиксель.

Программно-аппаратный комплекс фиксирует за наблюдательную ночь до 150 прохождений через поле зрения низкоорбитальных ИСЗ. Средняя внутренняя точность астрометрических координат для одного кадра поперек траектории составляет 1".02, вдоль траектории – 6".86.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОРБИТ ДОЛГОПЕРИОДИЧЕСКИХ КОМЕТ

Калиничева¹ О.В., Чернетенко² Ю.А.

¹Вологодский государственный университет, г. Вологда, Россия

²Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург, Россия

В работе рассматриваются некоторые статистические закономерности в распределении орбит долгопериодических комет (афелииные расстояния Q , находятся в интервале 50–2000 а.е.), принадлежащих внутренней области облака Оорта. Афелии этих комет распределены неравномерно. Существуют минимумы около галактических полюсов и галактического экватора, вызванные галактическим приливом. Также минимумы наблюдаются около галактических долгот 90° и 270° – направления на галактический апекс и антиапекс движения Солнца. Максимумы сосредоточены около галактических долгот $l \sim 135^\circ - 225^\circ$ и $l \sim 315^\circ - 15^\circ$. Однако для Q в диапазоне 600–800 а.е. можно отметить значительное отклонение распределения афелиев от общего для всего рассматриваемого интервала значений Q . Можно выделить также для этого интервала концентрацию полюсов соответствующих орбит. По методу Натансона определен полюс орбиты тела, к которой концентрируются афелии 15 комет. Угловые параметры этой орбиты следующие: галактическая долгота восходящего узла $\Omega = 212^\circ.40$, наклон $i = 72^\circ.07$. Угловые расстояния афелиев 15 комет от определенной плоскости находятся в диапазоне $4^\circ - 63^\circ$. Рассмотренные в этом диапазоне Q транснептуновые тела обнаруживают отличное от кометных орбит распределение афелиев.

СТРАНИЦЫ ФОТОЛЕТОПИСИ ГАО АН СССР

Калихевич Ф.Ф., Смирнов С.С.

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

Выполнено сканирование фотографических негативов второй половины XX века, на которых запечатлены церемония открытия восстановленной Пулковской обсерватории, подготовка к наблюдениям первых искусственных спутников Земли, работа в павильонах телескопов, лабораториях и на территории ГАО.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОРИЕНТАЦИИ ОРБИТ ВИЗУАЛЬНО-ДВОЙНЫХ ЗВЕЗД ПО НАБЛЮДЕНИЯМ В ПУЛКОВО

Кияева О.В., Романенко Л.Г., Калиниченко О.А.

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

Данный доклад посвящен памяти А.А. Киселева. Цель данной работы – проверить предположение А.А. Киселева о преимущественном направлении в ориентации орбит широких визуально-двойных звезд в галактической системе координат (L, B, где долгота L отсчитывается от направления на центр Галактики), полученное по выборке из 30 пар (2004). Согласно его предположению плоскости орбит широких пар круто наклонены к плоскости Галактики, хотя объяснения этому не было. В данной работе рассматривается 81 пара, причем подавляющее большинство звезд наблюдалось в Пулково, то есть исходные данные неравномерно распределены по галактическим координатам. Выборка разделена на две примерно равные части по размеру большой

полуоси ($a > 185AE$ и $a < 185AE$). Анализируется направление двух векторов – вектора полюса орбиты (\mathbf{Q}) и вектора направления на периастр (\mathbf{P}) – относительно удаленности от галактической плоскости и направления на галактический центр-антицентр. Для вектора \mathbf{Q} преимущественное направление выражено слабо: 57% имеют $|B_Q < 30^\circ|$ для широких пар и столько же имеют $-45^\circ < L_Q < +45^\circ$ или $135^\circ < L_Q < +225^\circ$ для обеих выборок. Однако выявлено разное преимущественное направление большой полуоси для более тесных и широких пар. Особенно ярко это проявляется для вытянутых орбит ($e > 0.5$), где направление большой полуоси определяется уверенно: для тесных пар 66% орбит имеет $|B_P > 30^\circ|$, $-45^\circ < L_P < +45^\circ$ или $135^\circ < L_P < +225^\circ$, а для широких – наоборот. Является ли данный результат случайным, свойственным только нашей выборке, или закономерным – предмет дальнейших исследований.

DETERMINATION OF THE FIGURE OF THE DWARF PLANET HAUMEA FROM OBSERVATIONS OF A STELLAR OCCULTATION AND PHOTOMETRY DATA

Kondratyev^{1,2} B.P., Kornoukhov² V.S.

¹*Sternberg Astronomical Institute, M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

²*Central Astronomical Observatory at Pulkovo, Saint Petersburg, Russia*

New method for solving the inverse geometric problem about reconstruction the form of a triaxial ellipsoid by its projection onto the picture plane (limb) is developed. The method is based on a rotation matrix with three special angles that are maximally adapted to restore the ellipsoidal shape for direct use of positional observations. The geometric properties of the limb are investigated and the theorem is proved: the area of the limb will be maximal (minimal) when the projection of the rotation axis of ellipsoid on the picture plane coincides with the small (large) axis of this limb. A system of eight equations is derived for finding the spatial shape of the dwarf planet Haumea, as well as the inclination of its ring and the orbits of the satellites. These equations take into account all information on the Haumea's photometry, its limb and ring. For each value of the photometric parameter, we calculated the shape and density of the ellipsoidal Haumea model, and its orientation with respect to the ring and satellite orbits. The limitations from below for elongation of the model, and from above on average density are received. With increasing the photometric parameter the model stronger deviates from the Jacobi ellipsoids. We found that the orbit of Hi'iaka as well as the Haumea's ring does not coincide with the Haumea equator, and that both satellites have prograde motion. The most probable characteristics of the Haumea system are obtained and the results are compared with the studies of other researchers.

ЧИСЛЕННЫЕ ЭФЕМЕРИДЫ ГАЛИЛЕЕВЫХ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА И КЛАССИЧЕСКИХ СПУТНИКОВ САТУРНА

Космодамианский Г.А.

Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург, Россия

Построены численные эфемериды галилеевых спутников Юпитера и восьми классических спутников Сатурна. Для уточнения параметров движения спутников было использовано 17694 позиционных наблюдения спутников Юпитера, выполненные с 1891 по 2015 гг. и 44731 наблюдение спутников Сатурна, выполненных с 1874 по 2015 гг. Численное интегрирование уравнений движения спутников было проведено методом Эверхарта в рамках разработанного в ИПА программного комплекса ЭРА. При инте-

грировании учитывались возмущения от сжатия центральной планеты, возмущения от Солнца и планет, а также взаимное притяжение спутников. В результате были получены коэффициенты разложения координат и скоростей в ряды по полиномам Чебышева с 1891 по 2025 гг. для галилеевых спутников и с 1874 по 2025 гг. для спутников Сатурна.

Проведено сравнение полученных эфемерид с эфемеридами других авторов.

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ АСТЕРОИДА (6063) JASON В ПЕРИОД СБЛИЖЕНИЯ С ЗЕМЛЕЙ 2017 г.

Кохирова Г.И., Абдуллоев С.Х., Хамроев У.Х., Мулло-Абдоллов А.Ш.

Институт астрофизики АН Республики Таджикистан, Таджикистан

Представлены результаты комплексных наблюдений астероида, сближающегося с Землей (6063) Jason, проведенные на телескопе Цейсс-1000 Международной астрономической обсерватории Санглох Института Астрофизики АН Республики Таджикистан в период его сближения с Землей в июне 2017 г. Получено 400 изображений объекта в фильтрах BVRI. На момент наблюдений объект находился в созвездии Волопаса, блеск равнялся 13.8 звездным величинам, фаза составляла 45.5° , расстояние от Земли $\Delta = 22.5$ млн. км, расстояние от Солнца $r = 166.6$ млн. км. Определены положения астероида, видимая траектория, блеск в 4-х фильтрах и др. параметры, кривая блеска показывает изменения яркости объекта, связанные с его вращением. Уточнен период вращения астероида.

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ КОМЕТЫ 41P/ТУТТЛЯ-ДЖАКОБИНИ-КРЕСАКА В ПЕРИОД ЕЕ СБЛИЖЕНИЯ С ЗЕМЛЕЙ В ТАДЖИКИСТАНЕ

Кохирова¹ Г.И., Буриев¹ А.М., Хамроев¹ У.Х., Баканас² Е.С.

¹Институт астрофизики АН Республики Таджикистан, Таджикистан

²Институт астрономии РАН, Москва, Россия

В Международной астрономической обсерватории Санглох (МАОС) и Гиссарской астрономической обсерватории (ГисАО) Института астрофизики АН РТ проведены квазисинхронные астрометрические и фотометрические наблюдения короткопериодической кометы семейства Юпитера 41P/-Туттля-Джакобини-Кресака во время ее близкого подхода к Земле в апреле 2017 г. Определены координаты кометы и вычислена орбита, найден видимый и абсолютный блеск в фильтрах BVRI, а также инструментальный показатель цвета кометы, получена оценка диаметра ядра кометы. Результаты наблюдений в МАОС и ГисАО находятся в удовлетворительном соответствии между собой, а также с данными мировых наблюдений.

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ АСТЕРОИДА (596) ШЕЙЛА В ОБСЕРВАТОРИИ САНГЛОХ

**Кохирова¹ Г.И., Иванова^{2,3} А.В., Рахматуллаева¹ Ф.Д.,
Хамроев¹ У.Х., Абдуллоев¹ С.Х.**

¹*Институт астрофизики АН Республики Таджикистан, Таджикистан*

²*Астрономический институт Словацкой Академии наук, Словакия*

³*Главная астрономическая обсерватория НАН Украины, Украина*

Представлены результаты астрометрических и фотометрических в фильтрах BVRI наблюдений активного астероида (596) Шейла, проведенных на телескопе Цейсс-1000 Международной астрономической обсерватории Санглох 16–17 июня и 30 июля – 1 августа 2017 г. Определены координаты, траектория и орбита объекта, видимый блеск астероида в четырех фильтрах, абсолютный блеск в фильтрах V и R, и показатели цвета. Анализ кривых блеска не выявил существенных изменений яркости астероида в период наблюдений. Величина абсолютного блеска близка к эфемеридному значению, оценки диаметра и периода вращения астероида по нашим наблюдениям согласуются с имеющимися данными. Анализ полученных данных показал, что астероид продолжает сохранять абсолютное значение блеска и другие характеристики, несмотря на столкновение с малым телом в декабре 2010 г., приведшим к вспышке блеска и появлению кометной активности астероида. Вероятнее всего, столкновение астероида Шейла не было катастрофичным, и не привело к его полному распаду.

РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ДВОЙСТВЕННОГО ОБЪЕКТА (457175) 2008GO98 В 2017 ГОДУ

**Кохирова¹ Г.И., Иванова² А.В., Рахматуллаева¹ Ф.Дж.,
Хамроев¹ У.Х., Буриев¹ А.М.**

¹*Институт астрофизики Академии наук Республики Таджикистан, Таджикистан*

²*Астрономический институт Словацкой академии наук, Словакия*

Исследования астероидов, которые проявляют краткосрочную кометную активность, в последнее время стали очень актуальными. Астероид (457175) 2008GO98 проявил кометную активность в июле 2017 года. У астероида было зафиксировано наличие небольшой комы и хвоста. До настоящего времени (457175) 2008GO98 относили к числу объектов внешнего пояса астероидов, принадлежащего к семейству Хильда. В период активности (27 июля 2017 года), астероид наблюдался на телескопе Цейсс-1000 Международной астрономической обсерватории Санглох Института астрофизики Академии наук Республики Таджикистан. В результате астрометрической обработки наблюдений определены координаты астероида на момент наблюдений. По результатам фотометрических наблюдений в широкополосных фильтрах BVRI, оценены диаметр, цвет объекта, пылепродуктивность и исследована морфология объекта в период активности.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРБИТЫ АСТЕРОИДА 2014JO25 ПО НАБЛЮДЕНИЯМ В ТАДЖИКИСТАНЕ

**Кохирова¹ Г.И., Львов² В.Н., Цекмейстер² С.Д., Горшанов² Д.Л., Девяткин² А.В.,
Хамроев¹ У.Х., Буриев¹ А.М.**

¹Институт астрофизики АН Республики Таджикистан, Таджикистан

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

Представлены результаты определения орбиты потенциально опасного астероида 2014JO25 на основе наблюдений, проведенных на телескопах Цейсс-1000 Международной астрономической обсерватории Санглох и АЗТ-8 Гиссарской астрономической обсерватории в период его сближения с Землей в апреле 2017 г. Для вычисления первоначальной орбиты использованы координаты объекта, полученные в результате астрометрической обработки наблюдений обеих обсерваторий, затем орбита астероида была улучшена. Обработка, вычисление и улучшение орбиты проведено по методикам, разработанным в Пулковской обсерватории. Результат оказался близким к орбите астероида, зарегистрированной в Международном Центре малых планет (MPC).

ПРОЕКТ KASPAR: ИТОГИ ПЕРВОГО СЕЗОНА НАБЛЮДЕНИЙ ПАР АСТЕРОИДОВ НА БЛИЗКИХ ОРБИТАХ

**Крушинский В.В., Гламазда Д.В., Кайзер Г.Т., Кузнецов Э.Д., Попов А.А.,
Сафронова В.С., Шагабутдинов А.А., Вибе Ю.З.**

Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

В Коуровской астрономической обсерватории Уральского федерального университета реализуется проект KASPAR (Kourovka ASteroid PAirs Research), посвященный исследованию пар астероидов, движущихся по близким орбитам. Задача проекта — установить возраст пары и причину ее образования (сближение орбит, разрушение астероидов, распад двойных и кратных систем астероидов и т.д.). На основе анализа метрик Холшевникова для пар орбит (элементы взяты из системы AstDyS) нумерованных астероидов и астероидов, наблюдавшихся в нескольких оппозициях, для исследования были отобраны восемь пар. Для астероидов, входящие в эти пары, должны быть проведены астрометрические и фотометрические наблюдения. Позиционные наблюдения выполняются с целью получения высокоточных улучшенных элементов орбит, которые будут использованы в качестве начальных данных для численного моделирования при получении оценок скорости дрейфа большой полуоси, обусловленного эффектом Ярковского. Фотометрические наблюдения проводятся с целью определения направления вращения астероидов (и направления дрейфа большой полуоси) на основе метода минимального дрейфа: при вращении астероида по часовой стрелке синодический период в момент оппозиции минимален и наоборот. В ходе наблюдательного сезона 2017–2018 гг. выполнены позиционные и фотометрические наблюдения астероидов (1270) Datura, (6070) Rheinland, (8008) 1988 TQ₄ и (56048) 1998 XV₃₉, а также пары астероидов (28816) Kimneville и (85834) 1998 XM₇₄.

Работа выполнена при поддержке Правительства Российской Федерации (постановление № 211, контракт № 02.А03.21.0006) и гранта РФФИ № 18-02-00015.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОРБИТЫ ИСЗ МЕТОДОМ ЛАПЛАСА, В РАМКАХ ОБОБЩЕННОЙ ЗАДАЧИ ДВУХ НЕПОДВИЖНЫХ ЦЕНТРОВ

Кузнецов В.Б.

Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург, Россия

Исследуется метод Лапласа для определения промежуточной орбиты ИСЗ. Данная работа является продолжением исследований начатых Н. И. Перовым. Классический метод определения орбиты с точечного центра притяжения переносится на двухточечную модель с комплексными массами, разделенными комплексным расстоянием. Такая модель позволяет учесть в движении ИСЗ возмущения до третьей гармоники геопотенциала включительно. Использование промежуточного геопотенциала приводит к более сложной, по сравнению с кеплеровой, форме уравнений для метода Лапласа. Рассмотрение производных силовой функции в виде, предложенном Н.В. Емельяновым, позволяет свести систему к уравнению 38-ой степени относительно топоцентрического расстояния до объекта. Для его решения предлагается использовать метод продолжения решения по параметру с наилучшей параметризацией, в рамках которого была построена соответствующая система дифференциальных уравнений.

ИССЛЕДОВАНИЕ И ПОИСК СПОСОБОВ УСТРАНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ ПОЛЯРИМЕТРА БТА

Кукушкин¹ Д.Е., Бахолдин¹ А.В., Валявин² Г.Г.

¹Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

²Специальная астрофизическая обсерватория РАН, пос. Нижний Архыз, Россия

В докладе представлено исследование инструментальной поляризации поляриметрического модуля для эшелле-спектрографа высокого спектрального разрешения 6-м телескопа БТА. Описывается модифицированная оптическая схема ранее представленного поляриметра. Исследования направлены на повышение точности измерения поляриметром всех параметров Стокса и увеличение технологичности всей системы. Основными изменениями являются оптимизация линзовой части поляриметра. Линзовая часть претерпела изменения направленные на замену склеек одиночными линзами с целью уменьшения инструментальной поляризации из-за остаточного напряжения в линзах. В работе обсуждается замена линейного поляризатора с целью уменьшения хроматизма с сохранением возможности установки служебного оборудования. Определены основные источники и способы минимизации инструментальной поляризации. Приведен алгоритм расчета инструментальной поляризации различных оптических компонентов поляриметра, на основе метода матриц Мюллера. Обсуждаются способы устранения различных поляризационных эффектов, вносимых компонентами оптической системы поляриметра.

Δμ-ДВОЙНЫЕ СРЕДИ МАЛОМАССИВНЫХ КАРЛИКОВ В ЭПОХУ GAIA

Куликова А.М.

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

В современной научной литературе, посвященной изучению различных аспектов звездных популяций, отмечаются трудности, значительная часть которых сводится к проблеме острой нехватки информации о двойных и кратных системах, особенно среди

маломассивных ($m < 0.6 M_{\text{sun}}$) звезд. Причем нехватка наблюдается не только в отношении параметров орбит и масс компонент, но даже непосредственно в оценке доли таких систем. В ЛАЗА ГАО РАН ведется работа по детектированию двойных и кратных систем среди маломассивных звезд. Основной используемый метод выявления таких систем — метод $\Delta\mu$ -двойных, основанный на оценке значимости различий «квазимгновенного» и «квазисреднего» собственных движений наблюдаемого фотоцентра звезды. Были применены различные подходы к определению собственных движений. Около 200 звезд нами были определены как кандидаты в $\Delta\mu$ -двойные, двойственность части из них была подтверждена путем спекл-наблюдений (БТА САО РАН, КГО ГАИШ МГУ). Опубликованные данные миссии Gaia дают возможность уточнить полученные нами результаты и предоставляют материалы для дальнейших исследований по данной тематике. В рамках исследования $\Delta\mu$ -двойных целесообразно использовать собственные движения звезд в Gaia-DR2 как «квазимгновенные», учитывая, что они были определены только из данных миссии. Для ряда звезд в качестве «квазисредних» разумно использовать собственные движения из UCAC4 как статистически независимые от Gaia-DR2 величины с соответствующим приведением к системе GaiaCRF2. Для более слабых звезд «квазисредние» собственные движения вычисляются путем обработки изображений из архивов SDSS и 2MASS.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСТНЬЮТОНОВСКОГО ПАРАМЕТРА γ ИЗ ОБРАБОТКИ СУТОЧНОЙ РСДБ СЕССИИ

Курдубов С.Л., Миронова С.М.

Институт прикладной астрономии РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

Для определения постньютоновского параметра γ из РСДБ наблюдений используют как можно больше суточных сессий на длительном интервале. Из обычной сессии рассматриваемый параметр будет определен с недостаточной точностью. Однако если радиисточники в одной сессии выбрать близкими к Солнцу или одной из больших планет, то по такой сессии параметр γ будет определен с меньшей ошибкой. Рассмотрено влияние априорных моделей и параметров на γ по результатам обработки сессий, в которых наблюдались сближения РИ с Солнцем. Проведено сравнение точности оценки γ из обработки одной сессии со специально выбранными источниками и из глобального уравнивания РСДБ наблюдений.

УТОЧНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГАРМОНИК ВНУТРИСУТОЧНЫХ ВАРИАЦИЙ ПВЗ ИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ГЛОБАЛЬНОГО УРАВНИВАНИЯ

Курдубов С.Л., Миронова С.М., Павлов Д.А.

Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург, Россия

Модели внутрисуточных вариаций ПВЗ позволяют учесть неравномерности в изменении ПВЗ. Неравномерности описываются суточными и полусуточными гармониками. Изменение каждого из ПВЗ вследствие влияния одной гармоники описывается двумя числами. В IERS Conventions (2010) для учета суточных и полусуточных вариаций полюсного движения и UT1 предлагаются две модели – Bizouard (2002) и Eanes (2000). Параметры моделей можно уточнить из глобального уравнивания. Вычислены поправки к параметрам модели Bizouard (2002) из обработки ряда РСДБ сессий двумя способами (поправки к исходным априорным вариациям и к нулевым априорным вари-

ациям). Построены решения, содержащие все либо только главные гармоники, проведено сравнение результатов для определения оптимальной модели вариаций ПВЗ. Обработаны РСДБ сессии CONT со старыми и новыми моделями. Модели с уточненными гармониками также были использованы в обработке наблюдений ЛЛЛ.

ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ В РОССИИ СЕТЕЙ ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩИХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

Левитская Т.И.¹, Сысолятина Л.В.², Родионов Ф.В.²

¹Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

²«Эталон Урал Плюс», Екатеринбург, Россия

В настоящее время современные спутниковые технологии, основанные на использовании глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), функционируют в России и во многих странах за рубежом. Сеть постоянно действующих дифференциальных геодезических станций ГНСС, расположенных на местности в определенном порядке, оснащенных каналами коммуникаций для сбора и обработки спутниковых данных в едином центре, дает возможность исполнителям геодезических спутниковых измерений определять координаты объектов в единой системе отсчета и с одинаковой точностью.

Данная работа представляет обзор этапов создания в России ГНСС, используя опыт ряда зарубежных стран, оценки состояния постоянно действующих дифференциальных геодезических станций ГНСС, анализа трудностей и проблем при создании новых сетей.

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ ИСКУССТВЕННЫХ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В ТЕРСКОЛЬСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ В 2017–2018 ГГ.

Левкина П.А., Бахтигараев Н.С.

Институт астрономии РАН, Москва, Россия

В 2017–2018 гг. в обсерватории на пике Терскол (Северный Кавказ, Россия) на комплексе телескопа Zeiss–2000 были проведены шесть сеансов оптических наблюдений околоземных космических объектов. В работе приводятся орбитальные параметры и физические характеристики некоторых наблюдавшихся высокоорбитальных объектов космического мусора, в том числе с большим отношением площади к массе. Полученные данные использовались для уточнения эмпирической модели движения малоразмерного объекта космического мусора в геостационарной области. Также приводятся результаты обработки наблюдений новых фрагментов космического мусора, обнаруженных в сеансах 2017–2018 гг. и ранее не наблюдавшихся. Сделана попытка определения родительских тел этих фрагментов.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации № МК–6640.2018.2.

РАДИОИЗЛУЧЕНИЕ ЗВЁЗД В СОЗВЕЗДИИ ЕДИНОРОГА

Липовка¹ А.А., Липовка² Н.М.

¹Центр физических исследований, Университет Соноры, Эрмосийо, Мексика

²Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург, Россия

В работе выполнены оптические отождествления ярких звезд, расположенных в созвездии Единорога, с сильными радиоисточниками. Созвездие Единорога проецируется на яркую часть Млечного пути, где плотность звезд велика. На исследуемой площадке размером один квадратный градус расположено 17 звезд ярче 11^m , которые отождествились с радиоисточниками по данным NVSS обзора обсерватории NRAO. Обнаружена значительная радиорефракция в межзвездной среде. Подчеркивается, что двенадцать звезд имеют нетепловой спектр радиоизлучения.

ПУЛКОВСКИЕ СВОДНЫЕ КАТАЛОГИ КООРДИНАТ РАДИОИСТОЧНИКОВ

Лопез Ю.Р., Малкин З.М.

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

В докладе описаны методика и результаты работ по составлению сводных каталогов координат радиоисточников в Пулковской обсерватории в 2006–2017 гг. В основе работы лежит применение методов классической оптической астрометрии к каталогам, полученным методом РСДБ. Конечной целью работы служит улучшение международной небесной опорной системы отсчета ICRF (International Celestial Reference Frame), которая является реализацией международной небесной опорной системы координат ICRS (International Celestial Reference System) в радиодиапазоне. Принятая процедура состоит из двух шагов. Сначала разности между исходными каталогами и улучшаемой версией системы ICRF представляются рядом сферических функций. Затем каждый исходный каталог исправляется за найденные разности (системы исходных каталогов), и исправленные каталоги усредняются. Полученный каталог CAT1 рассматривается как улучшение каталога ICRF в случайном отношении. Затем полученные на первом этапе системы исходных каталогов усредняются, и полученная средняя система рассматривается как систематические поправки к исходной системе ICRF. Сложение средней системы с каталогом CAT1 дает в результате окончательный сводный каталог. Основным преимуществом этого метода по сравнению с методами комбинации радио-каталогов, используемыми в других центрах, является возможность учета систематических разностей высоких порядков. Отдельно проведено исследование корреляционной информации в исходных каталогах на результаты определения систематических разностей между ними. Результаты сравнения пулковских сводных каталогов с каталогами ICRF показали наличие в последних заметных систематических ошибок.

РАЗРАБОТКА АСТРОНАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НАВИГАТОР

Лукашова М.В., Свешников М.Л., Парийская Е.Ю., Павлов Д.А.

Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург, Россия

Исключительно важным направлением развития морских астронавигационных эфемерид является создание программных комплексов для решения судоводительских задач. В ИПА РАН поставлена задача разработки специализированной астронавигационной программной системы (ПС) Навигатор.

Система будет не только предоставлять пользователю эфемеридные данные, являясь электронной версией «Морского астрономического ежегодника» (МАЕ) (адмиралтейский номер № 9002) повышенной точности (до 0.01'), но и решать типовые задачи морской астронавигации, связанные с определением места судна (ОМС) и поправкой компаса (ОПК). Планируется, что Навигатор будет обладать характеристиками, учитывающими пожелания штурманов ВМФ России.

Целью настоящей работы является представление образца работы ПС на примере решения некоторых задач морской астронавигации разными методами.

ОМС основывается на измерениях высот и азимутов светил, а ОПК – на измерениях пеленгов навигационных светил. Измерения светил производятся секстаном для нескольких объектов при движении судна во время наблюдений, что осложняет задачу. В настоящее время в системе осуществлены ОМС высотным методом по одновременным и разновременным наблюдениям до 4-х светил, по двум разновременным наблюдениям Солнца, ОМС азимутальным методом по одновременным наблюдениям до 4-х светил, ОПК по Полярной.

Программа разрабатывается в среде Windows на языке C++ и использует 2D графическую библиотеку Cairo. Ввод задания осуществляется с помощью графического интерфейса пользователя. Решение представляется в графической форме (планшет) и протокола решения в текстовой форме. При решении используются МНК или метод Кондрашихина.

ГАЛЕРЕЯ СЕМЕЙНЫХ ПОРТРЕТОВ АСТЕРОИДОВ В ФАЗОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ ОРБИТАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

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

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

Поиск новых групп и уточнение состава известных семейств астероидов высокой наклонности проведено через анализ фазовых портретов в пространстве орбитальных элементов с помощью программного пакета ЭПОС. Полученные данные сравниваются с результатами, полученными другими методами.

НАБЛЮДАЕТСЯ ЛИ ПРОГРЕСС В ТОЧНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УГЛОВ ПРЕЦЕССИИ-НУТАЦИИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 10 ЛЕТ?

Малкин З.М.

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

Прогноз параметров вращения Земли (ПВЗ), в том числе координат небесного полюса (углов прецессии-нутаии), необходим для многих практических приложений, связанных с координатно-временным и навигационным обеспечением (КВНО). Точность такого прогноза имеет большое значение для точности решения задач КВНО. Однако, если исследованию и улучшению точности прогноза движения земного полюса и всемирного времени посвящено множество работ, исследованию прогноза углов прецессии-нутаии уделяется намного меньше внимания. Ранее автором было проведено исследование точности прогнозов координат небесного полюса, полученных в нескольких центрах вычисления ПВЗ в 2007–2009 гг. (АЖ, 2010, 87, 1141). В настоящей работе проведено расширенное исследование на материале прогнозов, вычисленных в 2007–2018 гг. в Морской обсерватории США, которая функционирует, как центр вычисления

прогнозов Международной службы вращения земли (IERS), и в ГАО РАН. В результате оказалось, что точность прогнозов углов прецессии-нутаии не показывает значимого улучшения в течение последних 10 лет. Подтвержден вывод предыдущего исследования о заметно более высокой точности прогнозов ГАО РАН.

НЕКОТОРАЯ СТАТИСТИКА АСТРОГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РСДБ-НАБЛЮДЕНИЙ

Малкин З.М.

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

В работе приводится некоторая статистика РСДБ-наблюдений по данным Международной службы РСДБ для геодезии и астрометрии (International VLBI Service for Geodesy and Astrometry – IVS). Приводятся статистики по годам наблюдений, по станциям, радиоисточникам, и другие. Рассмотрена эволюция точности результатов, получаемых по РСДБ-наблюдениям.

ICRF3 – НОВАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ НЕБЕСНОЙ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ

Малкин З.М.¹, Рабочая группа МАС по ICRF3

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

Международная небесная система координат ICRS (International Celestial Reference System) практически реализуется в виде Международной небесной системы отсчета ICRF (International Celestial Reference Frame). Начиная с 1998 г. по решению МАС ICRF основана на координатах внегалактических радиоисточников, полученных методом РСДБ. В 2009 г. МАС принял новую версию этой системы ICRF2, которая явилась существенным улучшением предыдущей системы ICRF как в отношении числа источников, так и в отношении точности их координат. Дальнейший прогресс в увеличении числа РСДБ-наблюдений и развитии методов их обработки позволил разработать новую версию Международной системы отсчета ICRF3. Ожидается, что она будет принята Генеральной ассамблеей МАС в Вене в августе 2018 г. Кроме дальнейшего увеличения числа источников и улучшения точности определения их координат, каталог ICRF3 впервые состоит, фактически, из трех каталогов, полученных в трех диапазонах радио волн: традиционном для ICRF S/X, K и X/Ka. В докладе приводится описание ICRF3, процесс ее составления, анализ полученного каталога и его сравнение с предыдущей версией ICRF2. Также проведено сравнение с каталогом *Gaia*– CRF2.

ДИНАМИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АСТЕРОИДА 11/2017 U1 (‘Oumuamua)

Медведев Ю.Д., Вавилов Д.Е., Кочетова О.М.

Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург, Россия

Астероид 11/‘Oumuamua, обнаруженный телескопом Pan-STARRS-1 19 октября 2017 г., обладает рядом уникальных динамических и физических особенностей. Во-первых, это первый среди открытых астероидов, который движется по надежно определяемой сильно гиперболической орбите. Во-вторых, вероятно, он имеет очень вытя-

нутую форму. В-третьих, обработка всех имеющихся позиционных наблюдений этого астероида обнаруживает наличие систематических уклонений в О–С этих наблюдений. В работе (M. Micheli et al. 2018 Nature, v. 559, p.223–226) эти уклонения объясняются реактивным негравитационным ускорением в движении этого астероида. В данной работе мы также обнаружили систематические уклонения в О–С астероида при улучшении его орбиты. Нами были рассмотрены различные причины, приводящие к возникновению систематических уклонений, в движении астероида. Так, нами была оценена величина гипотетического смещения фотоцентра астероида относительно центра его инерции. Величина смещения, устраняющая уклонения в наблюдениях, оказалось равной 71 ± 10 тыс. км.

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЭКЗОПЛАНЕТНЫХ СИСТЕМ

Мельников А.В.

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

Рассматриваются современные численные методы исследования резонансной и хаотической динамики экзопланетных систем: метод вычисления характеристических показателей Ляпунова, метод MEGNO и метод «максимальных эксцентриситетов». С их помощью построены диаграммы устойчивости для планетных систем γ Сер, HD 196885 и HD 41004. Анализ диаграмм устойчивости позволил определить наиболее вероятные значения орбитальных параметров экзопланет и получить оценки ляпуновского времени их орбитальной динамики. Посредством сопоставления диаграмм устойчивости, построенных при помощи различных методов, выполняется сравнительный анализ их эффективности для исследования долговременной динамики экзопланетных систем.

ГОДОВОЙ КОМПОНЕНТ ДВИЖЕНИЯ ПОЛЮСА

Миллер Н.О., Малкин З.М.

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

Годовая составляющая движения полюса получена с помощью Сингулярного спектрального анализа и других методов фильтрации. Для исследования использованы ряды различные ряды координат полюса и объединенный ряд изменения широты Пулкова за 1839–2017 гг. Объединенный ряд широты Пулкова включает в себя наблюдения широты на Большом вертикальном круге, Большом пассажном инструменте в первом вертикале и Большом Зенит-телескопе Фрейберга. Для вычисления изменения амплитуды и фазы со временем использовано преобразование Гильберта.

**МЕХАНИК МАСТЕРСКОЙ ВЫСОКОТОЧНЫХ
АСТРОНОМО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ
ГЕНРИХ АНДРЕЕВИЧ ФРЕЙБЕРГ**

Миллер Н.О., Соболева Т.В.

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

Одновременно с открытием Пулковской обсерватории в 1839 году была открыта Мастерская высокоточных астрономо-геодезических инструментов. В этой мастерской создавались новые и улучшались существующие астрономические и геодезические приборы, выполнялись профилактические и ремонтные работы всего инструментария обсерватории. Практически любая задача, связанная с инструментальными проблемами в совершенстве решалась механиками обсерватории. Первыми механиками были Уно Порт (1839–1845 гг.), Георг Константинович Брауэр (1845–1866 гг.), Василий Федорович Гербст (1867–1885 гг.). В 1895 г. Г.А. Фрейберг стал механиком Пулковской обсерватории.

В данном исследовании рассказывается о жизненном пути ученого механика. Приводится история создания и «жизни» некоторых, созданных им инструментов. Инструменты механика Фрейберга служили астрономам и геодезистам на протяжении многих лет. Многие из них получили мировую известность и ставились наряду со знаменитым Репсольдом.

**АСТРОНОМИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ В ВОСТОЧНО-СИБИРСКОМ
ФИЛИАЛЕ ФГУП «ВНИИФТРИ» В ИНТЕРЕСАХ СЛУЖБЫ ГСВЧ И ОПВЗ**

Модестова Г.И., Мясникова Е.Н.

Восточно-Сибирский филиал ФГУП «ВНИИФТРИ», г. Иркутск, Россия

В Восточно-Сибирском филиале ФГУП «ВНИИФТРИ» ведутся работы в рамках деятельности российской Государственной службы времени и частоты и определения параметров вращения Земли (ГСВЧ и ОПВЗ). Астрономическая Служба ОПВЗ в филиале функционирует со времени создания филиала с 1965 года. Деятельность отдела направлена на получение измерительной информации в режиме службы с заданной точностью и периодичностью. Предварительно обработанные данные измерений оперативно передаются в единые центры. Иркутская служба неразрывно связана со становлением и развитием ГСВЧ и ОПВЗ России. Изначально основополагающей технологией определения ПВЗ во всем мире был астрооптический метод, т.е. измерительная информация собиралась классическими астрооптическими средствами. Такие астрометрические работы проводились отделом ОПВЗ с использованием астролябий Данжона и фотоэлектрического пассажного инструмента. На сегодняшний день отделом ОПВЗ филиала проводятся работы по обеспечению непрерывного функционирования пункта Восточно-Сибирского филиала в части выполнения спутниковых измерений по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем и измерений спутниковым лазерным дальномером для целей ОПВЗ.

АЛГОРИТМ КЛАССИФИКАЦИИ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПО ПРИЗНАКАМ ДВИЖЕНИЯ

Морозов¹ А.В., Бобровский² А.И., Баскова³ Ю.В., Павлов⁴ В.А.

¹*АО «НИИ телевидения», Санкт-Петербург, Россия*

²*ГосНИИ прикладных проблем, Санкт-Петербург, Россия*

³*ООО «ЭР ЛАБ», Санкт-Петербург, Россия*

⁴*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Россия*

Предложен алгоритм обнаружения и классификации малоразмерных изображений космических объектов по признакам движения, использующий для первичного обнаружения объектов на изображении обучаемый алгоритм Виолы–Джонса. Идея заключается в группировании всех наблюдаемых объектов на изображении в кластеры, в зависимости от направления и скорости движения (длины трека на изображении), что позволяет разделить наблюдаемые объекты на динамические и неподвижные (объекты интереса и фоновые), для чего все объекты наносятся на векторную диаграмму. После первичного обнаружения для каждой области изображения с обнаруженными объектами берется модуль двумерного быстрого преобразования Фурье, над полученным массивом выполняется преобразование Радона, по максимуму которого находится первичный угол наклона треков на изображении. Абсолютное направление движения треков (абсолютный угол наклона), определяется многокадровым сопровождением – смещением одного и того же трека в текущем кадре относительно предыдущего. В результате моделирования получены высокие показатели эффективности (вероятность правильного обнаружения, чувствительность и специфичность кластеризации) предложенного алгоритма.

СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАШЕЙ ГАЛАКТИКИ В СРАВНЕНИИ С ДРУГИМИ

Мосенков¹ А.В., Савченко² С.С.

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

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

На основе цифрового инфракрасного обзора всего неба космического телескопа (КТ) WISE составлена карта нашей Галактики, охватывающая все галактические широты и долготы. По данной проекции на длине волны 3.4 мкм проведено изучение структуры Галактики с помощью двух фотометрических моделей, состоящих из нескольких звездных компонентов. Самая простая модель содержит экспоненциальный диск и центральный компонент (балдж/бар). Более сложная модель состоит из двух звездных дисков (тонкого и толстого) и балджа/бара. С помощью проведенного моделирования получены параметры компонентов, которые сравниваются с тем, что получено для большой выборки видимых с ребра галактик в близкой полосе 3.6 мкм КТ Спитцер. Особенностью работы является унифицированное применение метода фотометрической декомпозиции для нашей Галактики и других спиральных галактик, что позволяет напрямую сравнивать их структурные характеристики. На основе нашего исследования мы подтверждаем, что Млечный Путь является типичной спиральной галактикой со значениями структурных параметров близких к средним в ближней Вселенной.

АНАЛИЗ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ШИРОТНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

**Мубаракшина Р.Р., Нефедьев Ю.А., Лапаева В.В., Кашцев Р.А.,
Загретдинов Р.В., Андреев А.О.**

Казанский федеральный университет, Казань, Россия

Основная цель данной работы – разработка и использование спутниковых и широтных наблюдений для исследования геодинимических параметров. Для этого были использованы классические широтные астрономические наблюдения Астрономической обсерватории им. В.П. Энгельгардта (АОЭ) и данные ГНСС (глобальные навигационные спутниковые системы). Анализ долгопериодических вариаций неполярных изменений средней широты на широте АОЭ выполнен за 1959–2006 гг. Для изучения геодинимической активности был произведен анализ медленной (то есть, долгопериодической) составляющей изменения средней широты на широте Казани. Таким образом, были охвачены обширные территории, превосходящие территорию самой республики Татарстан. Также в работе обсуждаются результаты применения методов спутникового позиционирования для установления современных движений земной коры в регионе Поволжья и сравнение полученных результатов с данными широтных наблюдений. К сожалению, эволюцию изменения геофизических параметров в течение длительного периода времени в прошлом может быть исследована только на основе классических наблюдений, так как ГНСС технологий тогда еще не существовало, но возможно проверить тренд геодинимического мониторинга движений земной коры. В работе также описан разработанный авторами метод вычисления вариаций отвесной линии около крупных водохранилищ и приведены вычисления величины этого влияния на наблюдения широты и геометрическое нивелирование.

ИССЛЕДОВАНИЕ СКАНЕРА «MICROTEC SCANMAKER 1000XL PLUS» ДЛЯ СОЗДАНИЯ КАТАЛОГА ДУШАНБИНСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА «ФОН»

**Мулло-Абдолов¹ А.Ш., Кохирова¹ Г.И., Рельке² Е.В., Йулдошев³ К.Х.,
Процюк⁴ Ю.И., Андрук⁵ В.Н.**

¹Институт астрофизики АН Республики Таджикистан, Таджикистан

²Обсерватория Вальтер Хоманн, Эссен, Германия

³Астрономический институт им. Улугбека АН Республики Узбекистан, Узбекистан

*⁴Научно-исследовательский институт “Николаевская астрономическая обсерватория”,
Украина*

⁵Главная астрономическая обсерватория НАН Украины, Киев, Украина

С помощью сканера "Microtek ScanMaker 1000XL Plus" начался оцифровать около 1600 пластинок, полученных по проекту ФОН в Институте астрофизики АН Республики Таджикистан в 1985–1992 гг. В данной работе выполнена детальная исследования параметров сканера и оценки точности метода обработки фотопластинок. Для оценки точности сканера на основе программ в среде LINUX/MIDAS/ROMAFOT обработаны шесть последовательных сканов одной фотопластинки и для астрометрических и фотометрических ошибок получены, соответственно, следующие значения $\sigma_{xy} = \pm 0.054$ пк и $\sigma_m = \pm 0.020^m$. Астрометрическая точность обработки звёздного поля в системе каталога Tycho-2 составляет $\sigma_{\alpha\delta} = \pm 0.13''$. Найденные характеристики являются вполне пригодными для оцифровки фотоматериалов.

В обработке пластинок и создание каталога ФОН-Душанбе принимают участие еще четыре астрономических учреждений: обсерватория Вальтер Хоманн (Германия), Астрономический институт им. Улугбека АН Узбекистана, Научно-исследовательский институт “Николаевская астрономическая обсерватория” (Украина), Главная астрономическая обсерватория НАН Украины.

МНОГОСТУПЕНЧАТЫЙ АСТРОНОМИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ УКЛОНЕНИЯ ОТВЕСНОЙ ЛИНИИ

Мурзабеков М.М., Фатеев В.Ф., Равдин С.С., Пругло А.В.

Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений, Московская область, пос. Менделеево, Россия

Измерения уклонения отвесной линии (УОЛ) актуальны при решении задач навигации, уточнении параметров гравитационного поля Земли, а также при повышении точности решения классических геодезических задач. Основные методы определения УОЛ – гравиметрический метод; метод, основанный на сочетании ГНСС-измерений и геодезических измерений; спутниковый дифференциальный метод, основанный на проведении ГНСС-измерений и наземного нивелирования; метод использования глобальных моделей ГПЗ – обладают низкой оперативностью (несколько десятков часов измерений для одной точки) и недостаточной точностью (более 1 угл. сек.).

В последнее десятилетие широкое распространение получили измерители УОЛ на базе зенитного телескопа (астроизмерители). Принцип действия приборов основан на сравнении астрономических и геодезических координат местоположения. При этом, современные ГНСС-приемники позволяют определять геодезические координаты с погрешностью 1 м и меньше, что вносит погрешность в определении УОЛ менее 0,05 угловой секунды. Поэтому, основная задача заключается в высокоточном определении астрономических координат местоположения.

В работе рассмотрен алгоритм определения астрономических координат на основе разработанного многоступенчатого метода выполнения наблюдений. Астроизмерения выполнялись с помощью малогабаритного перебазируемого зенитного телескопа. Представлены результаты испытаний разработанного многоступенчатого метода наблюдений.

РЕЗУЛЬТАТЫ АСТРОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ГАЛИЛЕЕВЫХ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА НА НОРМАЛЬНОМ АСТРОГРАФЕ ПУЛКОВСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ В 2016–2018 ГОДАХ

Нарижная Н.В., Ховричев М.Ю., Биколова Д.А., Куликова А.М., Апетян А.А.

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

В работе представлены результаты наблюдений галилеевых спутников Юпитера, выполненных на Нормальном астрографе Пулковской обсерватории за период 2016–2018 гг. Использовался метод анализа и обработки ПЗС-изображений – JSA (сформированный нами набор приложений, применимый для автоматизации измерений большого массива кадров). Получено 761 положение галилеевых спутников в системе Gaia DR1 (ICRF, J2000.0) и 854 разности координат спутников относительно друг друга. Средние ошибки нормальных мест спутников и соответствующие среднеквадратические отклонения равны: $\varepsilon_{\alpha} = 0.002''$, $\varepsilon_{\delta} = 0.003''$, $\sigma_{\alpha} = 0.055''$, $\sigma_{\delta} = 0.076''$. Проведено сравнение по-

лученных экваториальных координат спутников с восемью наиболее современными теориями движения планет и спутников. В среднем разности (О-С) по обеим координатам относительно выбранных теорий движения не превышают 0.031". Комбинация теорий движения EPM2015 и V. Lainey-V.2.0|V1.1 показала лучшее согласие с наблюдениями, средние значения (О-С) около 0.02". Отмечены особенности поведения разностей (О-С) и величин ошибок у спутника Ганимед.

Приведены предварительные результаты по наблюдениям 2018 года.

THE ANALYSIS OF GEODETIC RESIDUALS BASED ON THE RECENT GRAVITY, ATMOSPHERE AND OCEAN MODELS

Nastula¹ J., Wińska^{1,2} M., Śliwińska¹ J.

¹Space Research Centre of Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland

²Warsaw University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Warsaw, Poland

Motion of the Earth's pole is excited by processes internal to the Earth system - continually changing mass distribution in the geophysical fluids, atmosphere, ocean, and land hydrology. The mass redistribution and its movements within the Earth system excite the Earth's rotational changes mainly at seasonal or shorter timescales.

The importance of atmospheric and oceanic angular momentum signals for polar motion excitation at seasonal and interannual timescales is well known.

An assessment of the impact of hydrological effects on polar motion, through seasonal soil moisture changes, ice and snow loading and melting, is based on the determination of geodetic residuals (GAO). Being difference between Geodetic Angular Momentum (GAM) and the sum of Atmospheric and Oceanic Angular Momentum (AAM and OAM, respectively), geodetic residuals reflect hydrological signals in observed polar motion excitation.

Here, we analyse the hydrological effects on polar motion excitation in the two ways. First we compare the three estimates of geodetic hydrological excitation functions, that are computed by removing modelled atmospheric and oceanic effects from precise observations of polar motion excitations. Secondly, we compare the resulting geodetic residuals with hydrological excitation functions based on: Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) satellite mission (RL05 and new RL06 solutions) and a combination of the hydrological model LSDM and sea-level angular momentum SLAM (HAM GFZ + SLAM). These analyses are carried out at seasonal and non-seasonal time scales.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАБОТКИ НАБЛЮДЕНИЙ ЛАЗЕРНОЙ ЛОКАЦИИ ЛУНЫ 1970–2017 ГГ.

Павлов Д.А.

Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург, Россия

Лазерная локация Луны является наиболее высокоточным средством для изучения динамики Луны и построения лунной системы отсчёта. Количество и качество доступных наблюдений ЛЛЛ существенно выросло с 2015 г, когда на станции ЛЛЛ в обсерватории Лазурного берега (Франция) начал работать инфракрасный лазер. С 2013 г. доступны результаты космической миссии GRAIL — высокоточные измерения гравитационного поля Луны (ГПЛ) и его вариаций, которые также важны для изучения динамики Луны. Некоторую проблему представляет система координат ГПЛ, привязанная к эфемериде DE. В докладе будут приведены результаты обработки наблюдений ЛЛЛ,

уточнённые селенодинамические параметры и результаты улучшения модели движения Луны с включением солнечного давления, крутящего момента от взаимной несферичности потенциалов Земли (2-й степени) и Луны (3-й степени). На сегодняшний день обработка выявляет ряд эффектов, требующих объяснения. В частности: разброс остаточных разностей в сеансе (возможно, связанный с тропосферой, температурными деформациями или внутрисуточными вариациями ПВЗ); обнаруживаемое вращение ICRF вокруг оси X; отклонение осей лунной системы координат от истинных главных осей инерции (возможно, связанное с несовершенством модели приливных возмущений или внутреннего строения Луны).

АЛГЕБРАИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ РАЗЛОЖЕНИЯ ПО ДЕВИАТОРАМ ФУНКЦИЙ В ВИДЕ СУММЫ ЧЛЕНОВ С СИММЕТРИЧНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

Пасынок С.Л.

Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений, Московская область, пос. Менделеево, Россия

Разложения геофизических функций в ряды по степеням компонент единичного радиус-вектора с коэффициентами в виде симметричных и безследовых по любой паре индексов тензоров (STF-тензоров или девиаторов) применяется наряду с разложениями по сферическим функциям (скалярным, векторным, тензорным). Если функция представляет собою сумму симметричных, но не безследовых тензоров, свёрнутых с компонентами радиус-вектора, то её можно представить в виде частичной суммы некоторого STF-ряда. Коэффициенты такого разложения можно вычислить через коэффициенты исходной суммы, применяя формулы разложения по девиаторам с выполнением громоздкого интегрирования. Однако, используя тот факт, что любой симметричный тензор может быть представлен в виде своей STF-части и линейной комбинации частичных следов его компонент, можно показать, что коэффициенты STF-разложения такой функции могут быть выражены в виде линейной комбинации коэффициентов исходной суммы с некоторыми множителями, которые можно вычислить по предлагаемому автором алгоритму. В докладе приведены конструктивное доказательство и описание алгоритма, а также несколько простых примеров, иллюстрирующих его работоспособность.

ОПЕРАТИВНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПВЗ В ГМЦ ГСВЧ

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

Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений, Московская область, пос. Менделеево, Россия

НИО-7 ФГУП «ВНИИФТРИ» в части определения ПВЗ выполняет ряд функций:

- функции Главного метрологического центра Государственной службы времени, частоты и определения параметров вращения Земли (ГМЦ ГСВЧ);
- функции Центра обработки и анализа данных (ЦОАД) ГСВЧ;
- функции центра сбора и предварительной обработки данных измерений для целей определения ПВЗ с пунктов метрологического контроля Росстандарта;
- функции пункта измерений в интересах определения ПВЗ.

Роль НИО-7 как ГМЦ ГСВЧ закреплена Постановлениями Правительства РФ № 225 и № 323. В докладе представлены результаты работ, проводимых в ГМЦ ГСВЧ, в части оперативного определения ПВЗ в 2017 г.

ВРАЩЕНИЕ АБСОЛЮТНО ТВЁРДОГО ТЕЛА В ПОСТ-НЬЮТОНОВОМ ПРИБЛИЖЕНИИ

Пашкевич В.В.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория ГАО РАН, Санкт-Петербург, Россия

В данной работе проводилось изучение релятивистского вращения абсолютно твёрдого тела. Релятивистское вращение абсолютно твёрдого тела порождается метрическими свойствами псевдориманова пространства общей теории относительности. Основная цель данного исследования вывод функции Лагранжа для случая релятивистского вращения абсолютно твёрдого тела. В результате она была получена из функции Лагранжа системы невращающихся точечных масс в пост-ньютоновом приближении.

ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОЛЕБАНИЙ ЗЕМНОГО ПОЛЮСА, ВЫЗВАННЫХ ЛУНЫМ ВОЗМУЩЕНИЕМ

Перепёлкин В.В.

*Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),
Москва, Россия*

На основе численно-аналитического подхода исследуются нерегулярные эффекты колебательного процесса земного полюса, связанные с изменением чандлеровской и годичной компонент. Предлагается подход к исследованию колебательных процессов в движении земного полюса на основе совместного рассмотрения чандлеровской и годичной составляющих его движения. Показано, что в рамках такого подхода можно найти преобразование к новой системе координат, в которой движение полюса синхронизировано с прецессией лунной орбиты. С помощью численно-аналитического моделирования рассматриваются возможности идентификации параметров колебания полюса Земли и приближения разработанной уточнённой модели к реальным траекторным измерениям. Приведены оценки точности прогноза координат земного полюса с учетом дополнительных слагаемых, вызванных лунным возмущением.

КРАТКОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОГО ПОЛЮСА ПРИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ВОЗМУЩЕНИЯХ

Перепёлкин В.В., Филиппова А.С., Вэй Ян Сое

*Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),
Москва, Россия*

При изменении амплитудного соотношения чандлеровской и годичной компонент колебательного процесса земного полюса его движение существенно отличается от движения “со средними параметрами”. Это приводит к необходимости модификации модели прогноза колебаний земного полюса для соответствующих интервалов времени. Показано, что процедура фильтрации и настройка алгоритма прогноза может быть выполнена по методу “взвешенных” наименьших квадратов. Разработанная численно-

аналитическая модель колебаний полюса Земли позволяет улучшить точность прогноза его траектории во время нерегулярных эффектов, вызванных изменчивостью амплитуд основных гармоник колебательного процесса.

ДИНАМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ КОМПАКТНЫХ ВНЕСОЛНЕЧНЫХ ПЛАНЕТНЫХ СИСТЕМ

Перминов А.С., Кузнецов Э.Д.

*Уральский федеральный университет, им. первого Президента России Б.Н. Ельцина,
Екатеринбург, Россия*

Авторами построена осредненная численно-аналитическая теория движения для четырёхпланетной задачи с точностью до второго порядка по массам планет. Уравнения движения в средних элементах получены с помощью метода Хори-Депри в элементах второй системы Пуанкаре, с использованием координат Якоби. Данная теория применяется для исследования динамических свойств ряда компактных внесолнечных планетных систем с умеренными значениями эксцентриситетов, наклонов и отношений больших полуосей орбит планет.

В данной работе рассматривается орбитальная эволюция трёхпланетных систем 61 Vir, HD39194 и HD69830. Большие полуоси орбит планет в этих системах не превышают 1 а.е., а эксцентриситеты орбит не превышают 0.3. Осреднённые уравнения движения численно интегрируются методом Эверхарта. Динамические характеристики, стабильность и резонансные свойства выбранных внесолнечных планетных систем определяются по результатам численного интегрирования и анализа функций замены переменных, определяющих разность между средними и оскулирующими элементами.

Резонансные свойства остальных известных трёхпланетных и четырёхпланетных определяются простым анализом уравнений движения без их интегрирования. Большие полуоси орбит некоторых внесолнечных планетных систем известны из наблюдений с ошибками. По этой причине резонансные свойства таких систем даются в зависимости от значений больших полуосей орбит. Приводится распределение наблюдаемых систем по их динамическим и резонансным свойствам.

ВОЗМОЖНЫЕ СБЛИЖЕНИЯ И СОУДАРЕНИЯ С ЗЕМЛЕЙ ОПАСНЫХ АСТЕРОИДОВ

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

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

Для опасного астероида 2015 RN35 были получены множества возможных сближений и соударений с Землей, исходя из трех номинальных орбит, представленных на сайте НАСА cneos.jpl.nasa.gov/sentry/ 30.11.2015, 07.03.2016, 21.03.2018. Точность большой полуоси у второй номинальной орбиты примерно в восемь раз выше, чем у первой, а у третьей - в 61 раз выше, чем у второй. Соответственно уменьшается и число возможных соударений. Для первой орбиты нами найдено 154 соударения в текущем столетии, для второй — 21 соударение, для третьей в текущем столетии соударений уже нет, а в следующем столетии найдено 8 соударений и около 8 тысяч сближений на расстояние менее 0.25 а.е.. Для предотвращения соударений можно использовать ударное воздействие на астероид, предполагающее мгновенное изменение его скорости. Разработана программа, позволяющая в 3-мерном пространстве начальных скоростей

определить форму области, которая соответствует соударению астероида с Землей. На примере виртуального Апофиса (и других опасных астероидов) демонстрируются эти области.

К ДВУХСОТЛЕТИЮ КАФЕДРЫ АСТРОНОМИИ СПбГУ

Петров С.Д.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

Санкт-Петербургский государственный университет (далее Университет) — преемник Академического университета, учрежденного одновременно с Академией наук указом Петра I от 08.02.1724 г. Первые кафедры Университета были учреждены 20.02.1819 г., среди которых была и кафедра астрономии. Первым профессором по кафедре астрономии Императорского Санкт-Петербургского университета был назначен Викентий Карлович Вишневский. Всего по сей день на кафедре сменилось десять заведующих. В настоящей статье представлен анализ развития кафедры астрономии СПбГУ в исторической перспективе. Оценивается вклад кафедры в подготовку астрономических кадров, в астрономическую науку, а также в прикладные научные области, особенно в военное и гражданское топогеодезическое обеспечение государства.

АВТОНОМНЫЙ ХРАНИТЕЛЬ ВРЕМЕНИ И ЧАСТОТЫ ДЛЯ АСТРОНОМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Петров¹ С.Д., Чекунов² И.В., Смирнов¹ С.С.

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

²Центр эксплуатации наземной космической инфраструктуры, Москва, Россия

Временное обеспечение стационарных астрономических наблюдений традиционно основывалось на атомных стандартах времени и частоты наряду с радиосигналами точного времени. При выполнении полевых астрономических наблюдений вместо атомных часов использовались механические хронометры. В течение последних десятилетий в обсерваториях преобладает тенденция отказа от дорогих атомных стандартов частоты в пользу ГНСС-приемников. Вместе с тем временное обеспечение полевых наблюдений не претерпело существенных изменений. В настоящей работе предлагается компактный автономный хранитель времени и частоты, как для стационарных, так и для полевых астрономических наблюдений. В основе хранителя используются три генератора, в качестве которых могут применяться как компактные рубидиевые генераторы, так и термостатированные кварцевые генераторы. Синусоидальные выходные сигналы генераторов преобразуются в прямоугольные импульсы частотой 1 Гц и подаются на вход контроллера. В контроллере осуществляется фильтрация входных сигналов и их группирование в рабочую временную шкалу, которая реализуется на выходе устройства, как прямоугольные импульсы частотой 1 Гц и как синусоидальный сигнал частотой 5 МГц. Стабильность хранителя на рубидиевых генераторах не превышает 10^{-12} , а на кварцевых генераторах 10^{-10} в течение суток. Хранитель отличается компактными размерами, малой массой и низким энергопотреблением.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГРУПП ТРОЯНЦЕВ ЮПИТЕРА НА ДВИЖЕНИЕ ПЛАНЕТ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ ИХ МАССЫ

Питьева¹ Е.В., Питьев^{1,2} Н.П.

¹Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург, Россия

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

Исследована возможность динамической оценки суммарной массы астероидов в группах троянцев Юпитера. Они составляют две компактные группы «Греки» (L4) и «Троянцы» (L5), состоящие из нескольких тысяч астероидов в окрестности устойчивых точек Лагранжа, двигающиеся в резонансе 1:1 с орбитальным движением Юпитера. Исследование гравитационного влияния этих компактных групп астероидов на движение планет существенно для движения Марса и Юпитера и требуется для уточнения динамической модели Солнечной системы. В настоящее время для получения современных высокоточных эфемерид планет в динамическую модель Солнечной системы включены гравитационное взаимодействие между планетами, Солнцем, релятивистские эффекты Общей теории относительности, а также учитывается притяжение крупных астероидов и транснептуновых объектов, гравитационное влияние Главного астероидного пояса, транснептунового пояса Койпера и сжатие Солнца. Естественным следующим шагом является рассмотрение учета влияния многочисленных скоплений малых тел в районе лагранжевых точек L4 и L5. Динамическая оценка масс получена на основе обработки более 800 тысяч наблюдений планет и космических аппаратов с использованием новой версии планетных эфемерид EPM2017-EPM2018A, созданных в ИПА РАН. При современном уровне точности наблюдений и планетной теории притяжение этих скоплений астероидов оказалось заметным. Найдены динамические оценки суммарной массы для астероидов в районе L4 и в районе L5 Юпитера.

УЛУЧШЕНИЕ ОРБИТ ШИРОКИХ ВИЗУАЛЬНО-ДВОЙНЫХ И КРАТНЫХ ЗВЕЗД ПУЛКОВСКОЙ ПРОГРАММЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Романенко Л.Г.

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

Традиционно изучают орбитальное движение в двойных звездах для определения их масс и динамических параллакс. Но это возможно только для тех звезд, у которых наблюдения покрывают большую часть орбиты. Для широких пар с периодами в сотни и тысячи лет мы имеем только короткую дугу. Таким образом, мы получаем обратную задачу: зная параллакс звездной системы и спектральные классы компонент и оценивая их массы согласно среднестатистической зависимости масса-светимость, мы пытаемся объяснить наблюдаемую дугу частью кеплеровой орбиты и вычислить ее элементы. В некоторых случаях выявляется избыток масс, который можно объяснить следующими причинами: неправильно заданным параллаксом, наличием темного спутника, отклонением от среднестатистической зависимости (тяжелые звезды), пара оптическая.

К настоящему времени группой А.А. Киселева получены ПВД-орбиты для 65 широких визуально-двойных и кратных звезд. В качестве первого этапа составления "Пулковского каталога орбит широких пар" мы провели сравнение этих орбит с новыми данными каталога WDS и ПЗС-наблюдениями на 26-дюймовом рефракторе в Пулковско за 2003-2015 гг. Это сравнение показало высокое качество пулковских ПЗС-рядов. Кроме того, мы сделали вывод, что для 12 звезд орбиты требуется улучшить. Для вы-

числения улучшенных орбит методом ПВД за основу мы взяли не фотографические, как ранее, а более точные – пулковские ПЗС-ряды и параллаксы GAIA.

В докладе представлены результаты новых определений орбит таких звезд Пулковской программы исследований, как ADS 2427, 10329, 10386, 14878, 17149 и др.

К 100-ЛЕТИЮ ПРОФЕССОРА А.Г. МАСЕВИЧ

Рыхлова Л.В.

Институт астрономии РАН, Москва, Россия

9 октября 2018 года исполняется 100 лет со дня рождения профессора Аллы Генриховны Масевич. Доклад посвящён той области её многогранной деятельности на посту Заместителя Председателя Астрономического Совета АН СССР (1952–1990 гг.), которая связана с запуском Первого Искусственного Спутника Земли и организацией на территории СССР и двадцати зарубежных стран станций наблюдения новых небесных объектов. Главной задачей были ещё даже не наблюдения, а только попытки обнаружить эти неизвестные объекты, а потом не потерять их.

В дальнейшем А.Г. Масевич организовала международное сотрудничество по проблеме «Использование наблюдений ИСЗ для решения задач геодезии и геофизики» с участием двадцати зарубежных стран. Работа шла в рамках программы «Интеркосмос» по мирному исследованию и использованию космического пространства. Однако это только одна из многочисленных сторон научной деятельности А.Г. Масевич.

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ГРУППИРОВКИ АСЗ И ВЫБОР ИНТЕРЕСНЫХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КА

Рыхлова¹ Л.В., Барабанов¹ С.И., Баканас^{1,2} Е.С.

¹Институт астрономии РАН, Москва, Россия

²АО Российские космические системы, Москва, Россия

Среди основных научных задач в проблеме астероидно-кометной опасности (исследования процессов миграции, динамики малых тел Солнечной системы, долговременной орбитальной эволюции, исследование квазиспутниковых режимов и др.) есть и задача исследования физических характеристик, химического состава, проблема поиска и доставки на Землю астероидов, которые могут быть источниками взрывными ресурсами. Сделана попытка разработать каталог объектов, которые можно рассматривать как возможные цели космических полетов к малым телам Солнечной системы. Предложено несколько критериев отбора астероидов среди АСЗ.

ОЦЕНКА СВЕТОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭШЕЛЛЕ СПЕКТРОГРАФА ВЫСОКОГО СПЕКТРАЛЬНОГО РАЗРЕШЕНИЯ ДЛЯ БТА

Сазоненко¹ Д.А., Бахолдин¹ А.В., Валявин² Г.Г.

¹Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

²Специальная астрофизическая обсерватория РАН, пос. Нижний Архыз, Россия

Во многих областях науки, в частности в астрофизике, необходимы спектральные системы высокого спектрального разрешения, способные решать актуальные задачи. В результате разработки нового эшелле спектрографа для БТА возникла необходимость

не только достижения высокого спектрального разрешения, но и достижения повышенного значения световой эффективности прибора. Анализируя схему спектрографа можно выделить следующие факторы, снижающие световую эффективность прибора: Несоответствие входных и выходных параметров узлов прибора по инварианту Лагранжа-Гельмгольца; Дифракционные потери света связанные с распределением энергии в дальних порядках спектра, даваемых эшелле решёткой, а так же потери, вносимые узлом кросс-дисперсии; Френелевские потери при отражении и преломлении света; Потери в оптических материалах. В данной работе проводится оценка влияния каждого из перечисленных факторов на световую эффективность прибора, приводится расчёт итоговой световой эффективности эшелле спектрографа высокого спектрального разрешения для БГА, а так же рассматриваются решения способствующие минимизации потерь света.

ОРБИТАЛЬНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ МЕТЕОРНОГО ПОТОКА КВАДРАНТИДЫ МЕЖДУ 1780 И 2020 ГОДАМИ

Самбаров Г.Е.

Томский государственный университет, Томск, Россия

В статье Галушиной и Самбарова (2017) была более подробно рассмотрена структура возмущений и орбитальная эволюция астероида (196256) 2003 EH₁, но не рассмотрена часть исследования взаимосвязи с метеорным потоком Квадрантиды. На момент выхода статьи Williams et al. (2004), в определении орбитальных параметров орбиты астероида были некоторые неопределенности из-за недостаточного количества наблюдений и малой мерной дуги. Так же в той статье отмечается, что в 1491 году орбитальные элементы исследуемого объекта удивительно похожи на орбиты среднего потока Квадрантиды и аналогичны тем, которые были даны для кометы C/1490 Y1. В этой работе покажем, как изменилось положение астероида относительно кометы, исключив предлагаемую идентификацию кометы C/1490 Y1, как исторические кометные явления астероида (196256) 2003 EH₁. Так же представим орбитальную эволюцию смоделированного потока Квадрантиды на интервале времени 1780–2020 годами, с моментом выброса в 1780 году.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО УСКОРЕНИЯ ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ СИНХРОНЫ ХВОСТА КОМЕТЫ C/2006 P1

Сафаров¹ А.Г., Ибодинов² Х.И., Бобоев¹ Ш.С., Аюбов² Д.К.

¹Таджикский национальный университет, Таджикистан

²Институт астрофизики АН Республики Таджикистан, Таджикистан

Комета C/2006 P1 была открыта Робертом Макнотом в созвездии Змееносца 7 августа 2006 года как объект 17^m на обсерватории Сайдинг-Спринг. Хвосты комет состоят из материальных частиц, движущихся под действием сил, исходящих от Солнца. На каждую частицу действует две силы: тяготение и сила отталкивания Солнца. Векторы этих сил и векторы их ускорения направлены в противоположные стороны, т.е. к Солнцу и от Солнца.

У хвоста кометы C/2006 P1 от 18.41 до 22.51 января 2007 года наблюдался синхроны. Синхроны у хвостов комет обычно образуются в результате одновременных выбросов пылевых частиц из ядра кометы. На основе наблюдательных данных и эле-

ментов орбиты кометы мы методом Моисеева спроектировали синхроны кометы на плоскость орбиты кометы и получили кометоцентрические координаты частицы конца хвоста (ξ, η). На основе кометоцентрических координат конца хвоста нами определены время выброса пылевых частиц из ядра кометы и эффективное ускорение частиц.

Частицы пылевого хвоста, наблюдаемого в январе 18.41 – 22.51, были выброшены из ядра кометы C/2006 P1 от 4.28 до 7.6 января 2007 г., т.е. до прохождения кометы точки перигелия орбиты. Пылевой хвост, который наблюдался в это время, оказался хвостом II типа по классификации Бредихина.

О ЯРКОМ ПРОЯВЛЕНИИ ПЕРИГЕЙНО-СИЗИГИЙНЫХ ПРИЛИВОВ В АТМОСФЕРЕ

Сидоренков Н.С.

Гидрометцентр России, Москва, Россия

Считается, что в атмосфере проявляются только суточные и полусуточные приливы, амплитуда которых на много порядков меньше синоптических колебаний атмосферного давления. Однако мы заметили, что в 2016/17 году сглаженные аномалии температуры воздуха на Европейской территории России (ЕТР) повторяли ход перигейного расстояния (то есть расстояния между Луной и Землей в моменты перигея Луны), которое изменяется по синусоиде с периодом 206 суток. Проявление 206-и суточного цикла в погоде 2016/17 г стимулировало нас исследовать сизигийные приливы в атмосфере, которые должны проявиться в колебаниях атмосферного давления, подобно перигейно-сизигийным колебаниям уровня моря. Мы нашли основную закономерность перигейно-сизигийных приливов: биения аномалий давления для новолуний и полнолуний. Аномалии давления в полнолуния и новолуния можно аппроксимировать синусоидами с периодами огибающих биения около 412 суток и противоположными фазами. Размах колебаний в пучностях достигает 40 мб, что по порядку величины вполне сопоставимо с реальными синоптическими колебаниями атмосферного давления.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ АСТЕРОИДОВ, ИСПЫТЫВАЮЩИХ ВЛИЯНИЕ ЭФФЕКТА ЛИДОВА–КОЗАИ

Скрипниченко П.В., Кузнецов Э.Д.

Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

Астероиды, испытывающие влияние эффекта Лидова–Козаи, относятся к объектам с существенной вековой эволюцией. Позиционные элементы орбит таких объектов могут изменяться в широких пределах, а сами объекты при этом могут переходить из одного динамического класса в другой. В работе на основе результатов численного моделирования исследована динамическая эволюция 167 объектов. Рассматривались астероиды, элементы орбит которых удовлетворяют условию существования либраций аргумента перигентра g (необходимое условие проявления эффекта Лидова–Козаи): $c_1 < 0.6$ и $c_2 < 0$. Здесь $c_1 = (1 - e^2)(\cos i)^2$ и $c_2 = e^2 \left(\frac{2}{5} - (\sin i \sin g)^2 \right)$ — интегралы Лидова–Козаи; e, i — эксцентриситет и наклон орбиты. Движение астероидов моделировалось на интервалах 20 000 и 90 000 лет с помощью программы Orbit9 комплекса OrbFit. Номинальные элементы орбит астероидов из базы данных AstDyS использовались в качестве начальных при интегрировании. Уравнения движения восьми больших

планет и карликовой планеты Плутон интегрировались совместно. Исследована орбитальная эволюция астероидов при совместном влиянии эффектов Лидова–Козаи и Ярковского. Для каждого астероида рассматривались семь вариантов эволюции, различающихся скоростью дрейфа большой полуоси под действием эффекта Ярковского: 0 , $\pm 1 \cdot 10^{-5}$, $\pm 1 \cdot 10^{-4}$, $\pm 1 \cdot 10^{-3}$ а.е./млн лет).

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-02-00015.

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ПРОГНОЗА ПВЗ В ЦОАД РАН

Скурихина Е.А.

Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург, Россия

Прогноз параметров вращения Земли (ПВЗ) особенно важен при оперативном и сверхоперативном определении ПВЗ. При этом важно иметь свой собственный прогноз, поскольку выпуск официального ряда бюро срочной службы определения и прогноза ПВЗ международной службы определения параметров вращения Земли и систем отсчета (IERS) иногда может запаздывать на 1–2 дня или быть недоступным.

В центре анализа данных (ЦОАД) ИПА РАН используется свой собственный прогноз ПВЗ, который был разработан и протестирован для службы ПВЗ ИПА РАН в 1996 г. С тех пор были внесены лишь незначительные изменения, касающиеся прогноза нутации (и координат небесного полюса). Алгоритм отличается высокой надежностью и приемлемым качеством прогноза. Точность прогноза не оценивалась со времени его внедрения в службу ПВЗ. В связи с этим в свете возрастающих требований к точности определения ПВЗ, появилась необходимость оценивания реальной точности используемого прогноза. В работе оценивается точность прогноза ПВЗ, используемого в ЦОАД РАН.

СОСТОЯНИЕ ПУНКТОВ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ ХИБИН И ЛУЯВРУРТА

Смирнов С.С.

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

Спустя 100 лет после внесения предложения о создании Национального парка в Хибинах он, наконец, начинает создаваться. Важным элементом в его составе, привлекающим всеобщее внимание посетителей, являются пункты Государственной геодезической сети. Многие из этих пунктов повреждены, их элементы опрокинуты и изогнуты. В некоторых случаях знаки утрачены полностью. Предлагается организовать специальную экспедиционно-туристическую программу для обследования и описания состояния как геодезических, так и иных указательных и мемориальных знаков и предметов, находящихся на особо охраняемых территориях.

ПРОШЛОЕ ПУЛКОВА В ФОТОГРАФИЯХ

Соболева Т.В.

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

В очередной серии этого цикла будут показаны фотографии астрономов. Подобраны фотографии, которые удалось атрибутировать, уточнить их даты, исправить заблуждения по разным поводам.

ЭВОЛЮЦИЯ МЕТЕОРНОГО КОМПЛЕКСА δ -КАНКРИДЫ

Соколова М.Г., Сергиенко М.В.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

Целью исследования является построение эволюционно динамической модели и поиск родительских тел (РТ) мало изученного метеорного комплекса δ -Канкрид (северная NCC и южная SCC ветвь), имеющего малую активность и относящегося к потокам-сиротам. Поиск потенциальных РТ потока среди астероидов выполнен на основе комплексного подхода изучения наблюдаемой структуры метеорного потока, оценки общей массы роя и его вероятного возраста, анализа динамики орбитальных элементов орбит метеороидов роя и влияния на них резонансов от планет. Отождествление роя с астероидами проведено в группах Аполлоны, Амуры, Атены и Атиры, пересекающих орбиту Земли, с использованием различных критериев оценки динамической близости расстояний между орбитами малых тел, сравнивается орбитальная эволюция выделенных астероидов и метеороидов комплекса δ -Канкрид.

ПРИЛИВНЫЕ СМЕЩЕНИЯ, НАКЛОНЫ И ДЕФОРМАЦИИ НЕУПРУГОЙ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ЗЕМЛИ

Спиридонов Е.А., Виноградова О.Ю.

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

Приведены результаты расчета приливных смещений, наклонов и деформаций для вращающейся неупругой эллипсоидальной самогравитирующей Земли без океана и с океаном. Основной отличительной чертой полученных результатов является применение новых значений обычных и нагрузочных чисел Лява, а также гамма факторов. Проведено сравнение полученных результатов с результатами работ других авторов, в т.ч. Соглашениями IERS. Методика расчета полностью реализована в новой версии программы прогноза параметров земных приливов ATLANTIDA3.1_2017.

НАУЧНАЯ И ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В.К. АБАЛАКИНА

Степанов А.В.

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

Приводятся сведения о научной и организационной работе Виктора Кузьмича Абалакина (1930–2018).

НАУЧНАЯ И ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ Ю.Н. ГНЕДИНА

Степанов А.В.

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

Приводятся сведения о научной и организационной работе Юрия Николаевича Гнедина (1935–2018).

ОБОБЩЕННЫЙ ЗАКОН ГРАВИТАЦИИ НЬЮТОНА: ВОЗМОЖНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Тимашев^{1,2} С.Ф.

¹Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л.Я. Карпова, Москва, Россия

²Институт физической химии им. Н.Н. Семенова РАН, Москва, Россия

Полагается, что взаимодействие ЕМ вакуума как базовой среды расширяющейся Вселенной с материальными объектами обуславливает казимировскую поляризацию ЕМ вакуума в окрестности атомных ядер этих объектов. Показано, что именно перекрытия областей казимировской поляризации атомных ядер двух макроскопических материальных объектов определяет их гравитационное притяжение. Конкретно, для потенциальной энергии $U(\vec{\xi}; \vec{r}_1, \vec{r}_2)$ гравитационного притяжения двух ядер с массами m_1 и m_2 , положение которых задается радиусами-векторами \vec{r}_1 и \vec{r}_2 , соответственно, в окрестности точки, задаваемой радиус-вектором $\vec{\xi}$, получено выражение [1]:

$$U(\vec{\xi}; \vec{r}_1, \vec{r}_2) = -Gm_{12} \left[\frac{m_1}{\left| \vec{\rho} + \frac{m_1}{m_{12}} (\vec{R} - \vec{\xi}) \right|} + \frac{m_2}{\left| \vec{\rho} - \frac{m_2}{m_{12}} (\vec{R} - \vec{\xi}) \right|} \right]; \quad G = \frac{\hbar c}{\sqrt{2}m_{Pl}^2} = 2^{3/2} \pi^2 \frac{\hbar c}{m_Q^2} \frac{a_Q}{R_H}. \quad (1)$$

Здесь $\vec{R} = m_{12} \left(\frac{\vec{r}_1}{m_2} + \frac{\vec{r}_2}{m_1} \right)$ – радиус-вектор центра масс m_1 и m_2 ; $\vec{\rho} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2$; $m_{12} = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$;

m_{Pl} – масса Планка; R_H – радиус Хаббла; $a_Q = 2^{1/2} \hbar / m_Q c \approx 1.3 \cdot 10^{-13} \text{ см}$ – характерный размер области казимировской поляризации ЕМ вакуума в окрестности ядра;

$m_Q \equiv E_Q / c^2$ и $E_Q \approx 209.5 \text{ MeV}$ – характерная энергия, соответствующая внутриядерным температурам, при которых кварки не связываются в нуклоны, и формируется кварк-глюонная плазма.

Закон Ньютона следует из (1) в частном случае $\vec{\xi} = \vec{R}$. Обсуждаются возможные приложения обобщенного закона Ньютона (1) в небесной механике и астрометрии, в частности, для расчета влияния движения центра масс Солнца относительно барицентра Солнечной системы (при $\vec{\xi} = \vec{R}_b$, где \vec{R}_b – радиус-вектор барицентра) на нерегулярности дрейфа перигелия Меркурия и других планет.

1. Timashev Serge F. The Planck numbers and the essence of gravity: phenomenology // <http://arxiv.org/abs/1701.08073v4> [physics.gen-ph]

ТРЕНДОВЫЕ, КВАЗИПЕРИОДИЧЕСКИЕ И ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ВАРИАЦИИ В МОДЕЛЯХ ВРАЩЕНИЯ ЗЕМЛИ

Тиссен В.М., Толстиков А.С.

Сибирский НИИ метрологии, г. Новосибирск, Россия

Предложено сложное вращение Земли представлять в виде суммы различных по длительности и глубине квазипериодических и периодических вариаций. В данном случае общая модель изменений параметров вращения Земли (ПВЗ) разбивается на несколько более простых моделей, аппроксимирующих наиболее устойчивые и значимые вариации в неравномерностях вращения Земли и в перемещениях ее северного полюса. При этом появляется возможность вычислять прогнозы полных изменений ПВЗ путем суммирования значений, полученных с помощью моделей от отдельно выделенных вариаций. Прогнозирование по частям позволяет разбить общую модель изменений ПВЗ на ряд более простых моделей и за счет этого повысить точность и долговременность вычисляемых прогнозов. Выделение из общего многочастотного спектра ПВЗ прогнозируемых частей позволяет уточнить параметры трендовых квазипериодических и периодических вариаций. В частности, при моделировании перемещений северного полюса на интервале последних 50 лет обнаружено, что амплитуда чандлерового колебания, начиная с 2006 г и по настоящее время, постепенно уменьшается до уровня шумов по обеим координатам. Этот минимум согласно модельному прогнозу, будет сохраняться приблизительно до середины 2020.

Также могут представлять интерес результаты моделирования изменений всемирного времени. Так, на интервале исходных данных с 1962 по 2017 г., наблюдаются вариации, периоды которых кратны главному чандлеровскому периоду (1,18 г.): 2,38; 3,65; 4,80; 6,00 лет, что указывает на значимую корреляцию между перемещением географических полюсов Земли и неравномерностями ее вращения.

СИНХРОНИЗАЦИЯ ДВИЖУЩИХСЯ ЧАСОВ И ЗАМЕДЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ В СТО

Толчельникова С.А.

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

Астрономам известны способы отсчета Общеземного времени (GMT, UT, ET и AT) и решения задачи синхронизации земных покоящихся часов, которые применялись на протяжении XX в. Использование новых технических достижений привело к упрощению и уточнению определению единого времени, необходимого не только для деятельности на Земле, но и на далеких расстояниях от неё.

Обсуждение парадокса времени (близнецов) в научной литературе вызвано мнением Эйнштейна о сокращении времени при инерциальном движении. Начиная со статьи 1905 г., этот вопрос в СТО связывается с определением одновременности событий и решением задачи синхронизации инерциально движущихся часов с помощью светового сигнала (луча). Утверждается, что преимущество в точности решений СТО по сравнению с классической механикой обнаруживаются с очевидностью при скоростях v , соизмеримых со скоростью света, но пограничные значения не указывались ни Эйнштейном, ни его последователями. Мы приводим таблицу для разных значений скорости v синхронизируемых часов с целью пояснения вероятной причины появления «парадокса времени или близнецов» в СТО.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ ИОНОСФЕРЫ ПО ГНСС-НАБЛЮДЕНИЯМ НА СТАНЦИИ «ВОСТОК»

**Трофимов¹ Д.А., Петров¹ С.Д., Смирнов¹ С.С., Серов² Ю.А.,
Трошичев² О.А., Чекунов³ И.В.**

¹*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия*

²*Арктический и антарктический научно-исследовательский институт,
Санкт-Петербург, Россия*

³*Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры, Москва, Россия*

В настоящее время технология ГНСС используется не только для получения высокоточных координат наблюдательных пунктов, но и для исследования параметров среды прохождения навигационного сигнала. Кафедрой астрономии СПбГУ и АНИИ на антарктической станции Восток был организован наблюдательный ГНСС-пункт на котором на оборудовании кафедры астрономии СПбГУ (геодезический двухсистемный приёмник Javad Triumph-1) был получен ряд наблюдений с февраля 2016 по январь 2017 года. На основе данных наблюдений были определены координаты пункта и скорости движения ледникового покрова. На основе имеющегося ряда наблюдений нами был построен ряд полного электронного содержания (ПЭС) над антарктической станцией Восток. Использовались как кодовые, так и фазовые измерения обеих систем (GPS и ГЛОНАСС). Полученные значения ПЭС согласуются с глобальными ионосферными картами предоставляемыми Центром определения орбит в Европе (Center for Orbit Determination in Europe — CODE). В январе 2018 года наблюдения на геодезическом пункте были возобновлены на том же оборудовании (Javad Triumph-1), кроме того, был заложен новый геодезический пункт для приемника, созданного на кафедре астрономии СПбГУ на базе платы Tersus.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАБОТКИ НАБЛЮДЕНИЙ ЛАЗЕРНОЙ ЛОКАЦИИ ЛУНЫ (ЛЛЛ) НА ЗТШ В КРЫМУ 1982–1984 гг.

Тряпицын¹ В.Н., Ягудина² Э.И., Павлов² Д.А., Румянцев¹ В.В.

¹*Крымская астрофизическая обсерватория РАН, Научный, Россия*

²*Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург, Россия*

Результаты обработки ЛЛЛ в течение более 48 лет (с конца 1969 г.) показали, что лазерная локация Луны является эффективным современным методом исследований тел Солнечной системы. Это доказано определенными с высокой точностью параметрами орбитально-вращательного движения Луны, полученными разными авторами на основе наблюдений ЛЛЛ и сравнения с современными эфемеридами тел Солнечной системы (DE, EPM, INPOP). База данных ЛЛЛ содержит более 25000 наблюдений. Известно, что в СССР измерения расстояний до отражателей на Луне были начаты в Крымской Астрофизической Обсерватории (КрАО) на телескопе ЗТШ-2.6м автоматизированным лазерно-локационным комплексом, созданным ФИАН. В течение 1969-1984 гг проводились наблюдения (около 1400 единичных измерений), точность которых по существующей литературе колеблется от 3.0 до 0.9 м. Эти наблюдения не входят в базу данных ЛЛЛ и не описаны в литературе. Оказалось, что часть этих измерений (170 наблюдений) сохранилась в пос. Качивели (КрАО). Сами записи наблюдений на распечатках АЦПУ не очень хорошо сохранились: иногда плохо различимы из-за нечеткой печати, в некоторых случаях отсутствуют метеоданные и некоторые необходимые параметры. Тем не менее, было интересно использовать эти наблюдения и дать

оценку их точности на основе современной эфемериды ЕРМ (ИПА РАН) и проанализировать результаты. Это и стало поводом к настоящей работе: на основе эфемериды ЕРМ были изучены, исправлены и обработаны эти наблюдения, выяснилась их истинная точность и определилось их место в историческом ряду наблюдений ЛЛЛ. Результаты обработки этих наблюдений и анализ их точности представлены в статье.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛОКАЛЬНОГО ГЕОИДА УЗБЕКИСТАНА

Фазилова¹ Д.Ш., Магдиев² Х.Н.

¹Астрономический институт Академии наук Республики Узбекистан, Узбекистан

²Государственный комитет Республики Узбекистан по земельным ресурсам, геодезии, картографии и государственному кадастру, Узбекистан

Высокоточная модель геоида необходима для определения связи высот, гравитационного потенциала, для установления связи между локальной и глобальной системой координат, решения задач геодинамики и др. В работе для территории республики рассмотрены вопросы использования глобальных моделей гравитационного поля Земли (EIGEN-6C4, EGM2008) для исследования возможности замены классического нивелирования спутниковыми методами и определения нормальных высот. Значения разностей силы тяжести по моделям и классическим данным показали значительные аномалии уклонений силы тяжести в данном регионе от –9 мГл до 19 мГл, подтверждая влияние отрицательного аномального поля и необходимость проведения дополнительных комплексных инструментальных исследований региона.

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ДЛИТЕЛЬНЫХ РЯДОВ АСТРООПТИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ В ПОЛТАВЕ

Халявина Л.Я., Заливадный Н.М.

Полтавская гравиметрическая обсерватория НАН Украины, Полтава, Украина

Многолетние астрооптические ряды, используемые в XX веке для изучения вращения Земли, донныне служат источником геодинамической информации, в частности, для извлечения важного параметра – медленных изменений направления силы тяжести (НСТ). В Полтавской гравиметрической обсерватории (ПГО) астрооптические наблюдения с призменной астролябией были продолжены до 2017 г. 55-летний ряд изменений широты Полтавы, полученный с учетом новейших каталогов (ARHIP, Tycho-2, HIP2), теории прецессии-нутаии (IAU 2000/2006), усовершенствованной модели тектоники плит (NUVEL-1A NNR) и уточненной модели инструментальных погрешностей призменной астролябии, был использован для изучения структуры медленных изменений широты, реконструкции декадных изменений NST, изменчивости полярной и неполярной компонент вариаций широты. В неполярной составляющей ряда обнаружена 12-летняя цикличность, которая коррелирована с индексом солнечной активности на уровне $K = -0.70$. Рассмотрены характер взаимосвязи этих данных за период, охватывающий 4 цикла солнечной активности (21÷24), и возможные механизмы возникновения указанной зависимости. Также проведено сопоставление характера изменений NST и локальных горизонтальных смещений земной коры по данным GPS-наблюдений в ПГО. Оказалось, что за 13-летний интервал совместных наблюдений (2001–2013 гг.) тренды меридиональных компонент указанных геодинамических параметров имеют подобный характер. Полученные из анализа ряда эмпирические факты дополняют кар-

тину геодинамических процессов, вызывающих изменения НСТ и региональную тектонику.

ПУЛКОВСКИЕ ОРБИТЫ ВИЗУАЛЬНО-ДВОЙНЫХ ЗВЕЗД: ОТ ТЕСТА GAIA-DR2 К АНАЛИЗУ СВОЙСТВ ПОПУЛЯЦИИ ДВОЙНЫХ СИСТЕМ

Ховричев М.Ю., Измайлов И.С., Кияева О.В., Романенко Л.Г., Шахт Н.А.
Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург, Россия

Пулковские ряды наблюдений визуально-двойных звезд (ВДЗ) хорошо известны своей однородностью в случайном и систематическом отношении. Значимое количество измерений выполнено для 568 пар. Существенная часть фотографических пластинок (более 90% от 6000), полученных на 26-дюймовом рефракторе за последние 60 лет наблюдений, оцифрованы и измерены (положения 359 ВДЗ, на уровне точности 10 mas по внутренней сходимости). ПЗС-наблюдения последнего десятилетия проведены для 322 ВДЗ и характеризуются точностью 5 mas. Сравнения показывают, что пулковские ряды существенно (в 2 и более раз) точнее результатов наблюдений тех же звезд, выполненных в других обсерваториях. В результате удалось определить орбиты для почти 400 ВДЗ и вычислить относительные собственные движения компонент на эпоху Gaia-DR2 (μ_{orb}). Аналогичные величины легко получить из Gaia-DR2 (μ_{Gaia}). Сравнение μ_{orb} с μ_{Gaia} демонстрирует их близкую точность (0.1 – 1 mas/год). В данных Gaia присутствует существенное снижение точности при малых угловых разделениях (<2.5 arcsec) и заметные радиальные систематические ошибки. В ряде случаев наблюдаются расхождения “мгновенных” μ_{Gaia} и “средних” μ_{orb} , которые с большой вероятностью обусловлены кратностью ВДЗ. Переход от представления орбит в виде наиболее вероятных значений орбитальных элементов к “пучкам орбит” позволил начать изучение статистических особенностей популяции ВДЗ. Например, распределение по эксцентриситетам хорошо согласуется с теоретическим соотношением $f=2e$. Проявилась бимодальность в распределении по орбитальным периодам с выраженными максимумами при периодах равных 200-м и 550-м годам. Все это несет информацию о процессах формирования звезд в Галактике и дальнейшей динамической эволюции звездных групп. Особый интерес пулковские орбиты широких пар представляют в свете анализа адекватности теорий гравитации (MOND/TeVeS), альтернативных ОТО. Новые орбиты ВДЗ в окрестностях Солнца способствует изучению этих звезд как родительских для обнаружения возможных экзопланет.

АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ МАЛОМАССИВНЫХ КАРЛИКОВ ПО ДАННЫМ ЦИФРОВЫХ ОБЗОРОВ И ПУЛКОВСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ: ПОИСК ДВОЙНЫХ И КРАТНЫХ СИСТЕМ

Ховричев¹ М.Ю., Куликова¹ А.М., Апетян² А.А.

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

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

Цель работы — обнаружить ранее неизвестные двойные среди маломассивных карликов солнечной окрестности и протестировать методику поиска. Базовая идея — выявление на ПЗС-кадрах изображений звезд, имеющих значимые эллиптичность и/или асимметрию по сравнению со звездами фона. Для ее реализации был разработан метод,

основанный на шейплет-разложении изображений. В список объектов для исследования были включены все сравнительно слабые звезды с большими собственными движениями ($V > 13$ mag, $\mu > 300$ мсек. дуги/год), для которых флаг “duplicate source” в каталоге Gaia DR1 равен единице. В результате было отобрано 702 звезды. Для верификации результатов были выполнены дополнительные наблюдения 65 звезд из этого списка с помощью пулковского метрового телескопа “Сатурн” (2016–2017). Всего было выявлено 138 звезд-кандидатов в двойные системы. Показано, что изображения главных компонент сравнительно широких пар WDS14519+5147, WDS11371+6022 и WDS15404+2500 разделяются на компоненты, поэтому можно говорить об обнаружении тройных систем. Для большинства звезд угловые разделения лежат в пределах от 1.5 до 2.5 arcsec, а разности блеска менее 1.5 mag. Пять звезд из 138 оказались достаточно яркими для спекл-наблюдений на БТА. Для трех звезд из 5-ти (J1135+0414, J1147+6050 и J1601+3714) подтверждено разделение на компоненты.

ОЦЕНКИ СЖАТИЯ ПЛУТОНА И ХАРОНА

Холшевников^{1,2} К.В., Боруха¹ М.А., Эскин¹ Б.Б.

¹*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия*

²*Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург, Россия*

Космический аппарат НАСА «Новые горизонты» принес много новых сведений о системе Плутона. Однако сжатие основных тел системы и связанная с ним несферичность гравитационного поля оказались столь малыми, что измерить их не удалось. Чтобы сформулировать требования к точности измерительных приборов, достаточной для надежного определения указанных параметров, полезно получить теоретические оценки (двусторонние) их значений. Мы вывели эти оценки в предположении отсутствия взаимовлияния (приливного взаимодействия) Плутона и Харона. Основным инструментом послужили модели Маклорена, Гюйгенса-Роша и Ляпунова в теории фигур равновесия небесных тел при различных предположениях об их структуре. Для сжатия Плутона и коэффициента при второй зональной гармонике его внешнего гравитационного потенциала справедливо $1.2 < 10^4 \alpha < 3.1$, $10^4 I_2 < 1.2$. Для Харона $1.4 < 10^4 \alpha < 3.4$, $10^4 I_2 < 1.4$.

В дальнейшем мы учтем взаимодействие компонент двойной планеты и, возможно, влияние Солнца. Качественно оценки вряд ли изменятся, но добавятся оценки трехосности фигуры и тессеральной гармонике второго порядка.

ДИНАМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ОБЪЕКТОВ ОКОЛОЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА С БОЛЬШОЙ ПАРУСНОСТЬЮ

Чувашов^{1,2} И.Н., Левкина² П.А.

¹*Томский государственный университет, Томск, Россия*

²*Институт астрономии РАН, Москва, Россия*

В работе рассматривается динамическая эволюция объектов космического мусора с большой парусностью, оценивается риск столкновения этих объектов с действующими космическими аппаратами и другими объектами космического мусора. Орбита этих объектов определяется с помощью высокоточной численной модели движения ИСЗ, разработанной в отделе небесной механики и астрометрии Научно-исследовательского института прикладной математики и механики Томского государственного университе-

та, а длительные наблюдательные ряды получены на двух наблюдательных пунктах: обсерватории Пик Терскол и Звенигородской обсерватории ИНАСАН. Метод, основанный на линейных отображениях облаков виртуальных частиц, позволяет быстро оценивать риск столкновения объектов околоземного пространства, не требуя больших компьютерных ресурсов.

Работа выполнена при поддержке стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам (СП-4301.2016.5-СП-2016).

СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ЛИБРАЦИОННОЙ ЗОНЫ ЛУНЫ НА ОСНОВЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ И ПРИВЯЗКИ ТОЧЕК ЛУННОГО ЛИМБА К ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ

Чуркин К.О., Нефедьев Ю.А., Демина Н.Ю., Андреев А.О.

Казанский федеральный университет, Казань, Россия

Одной из важных задач астрономии является проведение высокоточных наблюдений быстропротекающих процессов, связанных со звездами. Значительный интерес представляют в этом смысле наблюдения покрытий звезд Луной фотоэлектрическим методом, где падение интенсивности L светового потока от звезды протекает за время порядка 20–40 миллисекунд. Эти наблюдения требуют аппаратуры с высокой степенью разрешения тестируемого процесса. Результаты обработки наблюдений представляют собой ценный материал для решения ряда задач астрометрии и астрофизики. В области астрометрии они позволяют решать задачи по созданию моделей либрационной зоны Луны. В результате комбинации фотоэлектрических наблюдений и данных привязки точек лимба к звездам была построена цифровая модель либрационной зоны (DMZ), содержащая 40 000 точек. Было проведено сравнение DMZ с цифровой моделью карт Уоттса, построенной L.V. Morrison и G.M. Appleby и получены пространственные диаграммы вариаций поверхностей карт по соответствующим либрациям. Основным результатом данного исследования стало то, что высоты профилей при разных либрациях в картах Уоттса относятся к поверхностям, которые являются эллиптическими, а не сферическими и при этом смещены друг от друга. При этом DMZ дают высоты профилей, относящиеся к единой сферической системе координат, центр которой расположен в центре масс Луны.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРБИТЫ ДВОЙНОЙ ЗВЕЗДЫ ADS 7251 ПО НАБЛЮДЕНИЯМ НА ПУЛКОВСКОМ 26-ДЮЙМОВОМ РЕФРАКТОРЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВОГО ПАРАЛЛАКСА GAIA

Шахт Н.А., Измайлов И.С., Горшанов Д.Л.

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

Исследован объединённый ряд фотографических (1962–2006 гг.) и ПЗС-(2003–2018 гг.) наблюдений двойной звезды ADS 7251. Определена новая относительная орбита с привлечением новых данных для компонентов: лучевых скоростей и параллакс, полученных по наблюдениям GAIA DR2.

С П И С О К А В Т О Р О В

- Абдуллоев С.Х.* 19, 20
Александрова А.Г. 3
Андреев А.О. 3, 31, 50
Андрук В.Н. 31
Апетян А.А. 4, 32, 48
Аюбов Д.К. 40
Баканас Е.С. 5, 19, 39
Баляев И.А. 36
Барабанов С.И. 4, 5, 39
Баскова Ю.В. 30
Бахолдин А.В. 22, 39
Бахтигараев Н.С. 24
Безменов И.В. 34
Bizouard С. 5
Бикулова Д.А. 6, 32
Бобоев Ш.С. 40
Бобровский А.И. 30
Боруха М.А. 49
Буриев А.М. 19, 20, 21
Бусарев В.В. 4
Вавилов Д.Е. 7, 27
Валявин Г.Г. 22, 39
Васильев А.А. 36
Васильева Т.А. 7
Величко А.Б. 8
Верещагин С.В. 5
Вибе Ю.З. 21
Виноградова О.Ю. 43
Виноградова Т.А. 7, 9
Wińska М. 33
Воротков М. 9
Вэй Ян Сое 35
Гламазда Д.В. 21
Горшанов Д.Л. 11, 21, 50
Горшков В.Л. 9, 10
Гришина А. 9
Девяткин А.В. 11, 12, 13, 21
Демидова Т.В. 12
Демина Н.Ю. 3, 50
Довгалева И.С. 12
Драке Н. 13
Емельяненко Н.Ю. 13
Емельянов Н.В. 13
Ершов В.Н. 14
Железнов Н.Б. 7
Загидуллин А.А. 14
Загретдинов Р.В. 31
Зайцев А.В. 7
Заливадный Н.М. 47
Ибодинов Х.И. 40
Ибрагимов А.А. 14
Иванов А.В. 11, 20
Иванова Т.В. 15
Игнатенко И.Ю. 15, 34
Игнатенко Ю.В. 15
Измайлов И.С. 6, 7, 16, 48, 50
Йулдошев К.Х. 31
Кайзер Г.Т. 21
Калиничева О.В. 17
Калиниченко О.А. 17
Калихевич Ф.Ф. 17
Кащеев Р.А. 31
Кияева О.В. 17, 48
Kondratyev В.Р. 18
Kornoukhov V.S. 18
Космодамианский Г.А. 18
Кохирова Г.И. 19, 20, 21, 31
Кочетова О.М. 7, 27
Крушинский В.В. 21
Крючков С.В. 5
Кузнецов В.Б. 7, 22
Кузнецов Э.Д. 21, 36, 41
Кукушкин Д.Е. 22
Куликова А.М. 6, 22, 32, 48
Курдубов С.Л. 23
Лапаева В.В. 31
Левитская Т.И. 24
Левкина П.А. 24, 49
Липовка А.А. 25
Липовка Н.М. 25
Лопез Ю.Р. 25
Лукашова М.В. 25
Львов В.Н. 11, 21, 26
Магдиев Х.Н. 47
Малкин З.М. 25, 26, 27, 28
Мартюшева А.А. 11
Медведев Ю.Д. 27
Мельников А.В. 12, 28
Миллер Н.О. 28, 29
Миронова С.М. 23
Модестова Г.И. 29
Морозов А.В. 30

- Мосенков А.В. 30
Мохнаткин А.В. 10
Мубаракишина Р.Р. 31
Мулло-Абдолов А.Ш. 19, 31
Мурзабеков М.М. 32
Мясникова Е.Н. 29
Нарижная Н.В. 6, 32
Nastula J. 33
Наумов К.Н. 11
Нефедьев Ю.А. 3, 14, 31, 50
Николенко И.В. 5
Павлов В.А. 30
Павлов Д.А. 23, 25, 33, 46
Парийская Е.Ю. 25
Пасынок С.Л. 34
Пашкевич В.В. 5, 35
Перепёлкин В.В. 35
Перминов А.С. 36
Петров Н.А. 36
Петров С.Д. 37, 46
Петрова Н.К. 14
Петрова С.Н. 11
Питьев Н.П. 38
Питьева Е.В. 38
Попов А.А. 21
Процюк Ю.И. 31
Пругло А.В. 32
Равдин С.С. 32
Рахматуллаева Ф.Д. 20
Рахматуллаева Ф.Дж. 20
Рельке Е.В. 31
Родионов Ф.В. 24
Романенко Л.Г. 17, 38, 48
Румянцев В.В. 46
Русов С.А. 11
Рыхлова Л.В. 39
Савченко С.С. 30
Сазоненко Д.А. 39
Самбаров Г.Е. 40
Сафаров А.Г. 40
Сафронова В.С. 21
Свешников М.Л. 25
Сергиенко М.В. 43
Серов Ю.А. 46
Сидоренков Н.С. 41
Скрипниченко П.В. 41
Скурихина Е.А. 42
Śliwińska J. 33
Смирнов Е.А. 12
Смирнов С.С. 17, 26, 42
Смирнов С.С. 37
Смирнов С.С. 46
Соболева Т.В. 11, 12, 13, 29, 43
Соколов Л.Л. 36
Соколова М.Г. 43
Спиридонов Е.А. 43
Степанов А.В. 43, 44
Сысолятина Л.В. 24
Тимашев С.Ф. 44
Тиссен В.М. 45
Толстиков А.С. 45
Толчельникова С.А. 45
Трофимов Д.А. 46
Трошичев О.А. 46
Тряпицын В.Н. 15, 46
Усанин В.С. 14
Фазилова Д.Ш. 47
Фатеев В.Ф. 32
Федоров П.Н. 8
Филиппова А.С. 35
Халявина Л.Я. 47
Хамроев У.Х. 19, 20, 21
Ховричев М.Ю. 4, 6, 7, 32, 48
Холиевников К.В. 49
Цекмейстер С.Д. 11, 21, 26
Цыба Е.Н. 34
Чекунов И.В. 37, 46
Чернетенко Ю.А. 7, 17
Чувашиов И.Н. 3, 49
Чуркин К.О. 50
Шагабутдинов А.А. 21
Шахт Н.А. 48, 50
Шевченко И.И. 12
Шор В.А. 7
Щербакова Н.В. 9, 10
Щербина М.А. 4
Эскин Б.Б. 49
Ягудина Э.И. 46

СО Д Е Р Ж А Н И Е

<i>Александрова А.Г., Чувашов И.Н.</i> MEGNO-анализ влияния светового давления на орбитальную эволюцию околоземных космических объектов в диапазоне высот от 1500 до 36000 км	3
<i>Андреев А.О., Нефедьев Ю.А., Демина Н.Ю.</i> Создание единой селеноцентрической системы отсчета координат на основе спутниковых и наземных наблюдений	3
<i>Апетян А.А., Ховричев М.Ю.</i> Поиск маломассивных звезд-беглецов из рассеянных скоплений	4
<i>Барабанов С.И., Бусарев В.В., Щербина М.А.</i> Спектральные исследования АСЗ на 2-м телескопе ТФ ИНАСАН	4
<i>Барабанов С.И., Верецагин С.В.</i> Архив изображений ярких комет на Звенигородской обсерватории ИНАСАН	4
<i>Барабанов С.И., Николенко И.В., Крючков С.В., Баканас Е.С.</i> Обзор фотометрических и астрометрических наблюдений АСЗ и метеороидов на 1-м телескопе Симеизской обсерватории	5
<i>Bizouard C., Pashkevich V.</i> Integration of liouville equations over geological time scales and modelling the secular pole drift	5
<i>Бикулова Д.А., Измайлов И.С., Ховричев М.Ю., Нарижная Н.В.</i> Результаты Пулковских астрометрических наблюдений главных спутников Урана в 2016–2018 годах	6
<i>Бикулова Д.А., Измайлов И.С., Ховричев М.Ю., Нарижная Н.В., Куликова А.М.</i> Видимые тесные сближения тел солнечной системы со звездами GAIA как инструмент для повышения точности наземных астрометрических наблюдений	6
<i>Вавилов Д.Е., Виноградова Т.А., Железнов Н.Б., Зайцев А.В., Кочетова О.М., Кузнецов В.Б., Чернетенко Ю.А., Шор В.А.</i> Предвычисление сближений и столкновений небесных тел с Землей и Луной в системе «Прогноз»	7
<i>Васильева Т.А., Ховричев М.Ю., Измайлов И.С.</i> “DATA MAINING” с помощью Пулковской стеклотеки	7
<i>Величко А.Б., Федоров П.Н.</i> Анализ поля скоростей звезд тонкого диска по данным GAIA DR2 и PMA с помощью зонных векторных сферических функций	8
<i>Виноградова Т.А.</i> Семейства астероидов в группе Кибелы	9

Воротков М., Горшков В., Гришина А., Щербакова Н. ГНСС-мониторинг интегрального влагосодержания в атмосфере над территорией Ленинградской области	9
Горшков В.Л. Памяти Елены Яковлевны Прудниковой	10
Горшков В.Л., Мохнаткин А.В., Щербакова Н.В. Структурные особенности Восточно-Европейской платформы по данным поля скоростей ГНСС-станций	10
Девяткин А.В., Горшанов Д.Л., Наумов К.Н., Иванов А.В., Петрова С.Н., Мартюшева А.А., Русов С.А., Львов В.Н., Цекмейстер С.Д. Исследования потенциально опасных астероидов	11
Девяткин А.В., Соболева Т.В. Памяти пулковского астрометриста Г.Д. Батуриной	11
Девяткин А.В., Соболева Т.В. Памяти пулковского астрометриста М.С. Чубея	11
Девяткин А.В., Соболева Т.В. Памяти пулковского астронома А.Н. Дадаева	11
Девяткин А.В., Соболева Т.В. Памяти пулковского астронома О.П. Быкова	11
Девяткин А.В., Соболева Т.В. Памяти пулковского инженера-оптика А.В. Шумахера	12
Демидова Т.В., Шевченко И.И. Выживаемость крупномасштабных структур в остаточных дисках двойных систем с планетой	12
Довгалец И.С., Мельников А.В., Смирнов Е.А., Шевченко И.И. Массовое отождествление резонансных и хаотических экзопланетных систем	12
Драке Н., Девяткин А.В., Соболева Т.В. Памяти пулковского астронома Е.Г. Жилинского	13
Емельяненко Н.Ю. Переоткрытие кометы 205P/1896 R2 Джакобини	13
Емельянов Н.В. Средства изучения динамики спутников в Солнечной системе	13
Ершов В.Н. Методика обработки наблюдений и составления каталогов оптических и ультрафиолетовых источников, полученных космическими телескопами ХММ-ОМ и UVOT	14
Загидуллин А.А., Усанин В.С., Петрова Н.К., Нефедьев Ю.А. Проблема редукции углов вращения Луны, полученных в разных теориях лунной физической либрации	14

Ибрагимов А.А. Зависимость угла аберрации плазменных хвостов комет от перигелия и гелио- расстояния	14
Иванова Т.В. Теоретические аспекты построения аналитической теории вращения трехосной Луны	15
Игнатенко И.Ю., Тряпицын В.Н., Игнатенко Ю.В. Сравнение удаленных временных шкал методом лазерной локации	15
Измайлов И.С. Астрометрические наблюдения низкоорбитальных ИСЗ в режиме потокового ви- део	16
Калиничева О.В., Чернетенко Ю.А. Особенности распределения орбит долгопериодических комет	17
Калихевич Ф.Ф., Смирнов С.С. Страницы фотолетописи ГАО АН СССР	17
Кияева О.В., Романенко Л.Г., Калинин О.А. Исследование ориентации орбит визуально-двойных звезд по наблюдениям в Пулково	17
Kondratyev V.P., Kornoukhov V.S. Determination of the figure of the dwarf planet Haumea from observations of a stellar occultation and photometry data	18
Космодамианский Г.А. Численные эфемериды галилеевых спутников Юпитера и классических спутни- ков Сатурна	18
Кохирова Г.И., Абдуллоев С.Х., Хамроев У.Х., Мулло-Абдолов А.Ш. Результаты наблюдений астероида (6063) Jason в период сближения с Землей 2017 г.	19
Кохирова Г.И., Буриев А.М., Хамроев У.Х., Баканас Е.С. Результаты наблюдений кометы 41P/Туттля-Джакобини-Кресака в период ее сближения с Землей в Таджикистане	19
Кохирова Г.И., Иванова А.В., Рахматуллаева Ф.Д., Хамроев У.Х., Абдулло- ев С.Х. Результаты наблюдений астероида (596) Шейла в обсерватории Санглох	20
Кохирова Г.И., Иванова А.В., Рахматуллаева Ф.Дж., Хамроев У.Х., Бури- ев А.М. Результаты комплексных наблюдений двойственного объекта (457175) 2008GO98 в 2017 году	20
Кохирова Г.И., Львов В.Н., Цекмейстер С.Д., Горшанов Д.Л., Девяткин А.В., Хамроев У.Х., Буриев А.М. Определение орбиты астероида 2014JO25 по наблюдениям в Таджикистане	21

Крушинский В.В., Гламазда Д.В., Кайзер Г.Т., Кузнецов Э.Д., Попов А.А., Сафронова В.С., Шагабутдинов А.А., Вибе Ю.З. Проект KASPAR: итоги первого сезона наблюдений пар астероидов на близких орбитах	21
Кузнецов В.Б. Определение предварительной орбиты ИСЗ методом Лапласа, в рамках обобщенной задачи двух неподвижных центров	22
Кукушкин Д.Е., Бахолдин А.В., Валявин Г.Г. Исследование и поиск способов устранения инструментальной поляризации поляриметра БТА	22
Куликова А.М. Δ _c -двойные среди маломассивных карликов в эпоху Gaia	22
Курдубов С.Л., Миронова С.М. Определение постньютоновского параметра γ из обработки суточной РСДБ сессии	23
Курдубов С.Л., Миронова С.М., Павлов Д.А. Уточнение параметров гармоник внутрисуточных вариаций ПВЗ из результатов глобального уравнивания	23
Левитская Т.И., Сысолятина Л.В., Родионов Ф.В. Этапы создания в России сетей постоянно действующих дифференциальных геодезических станций	24
Левкина П.А., Бахтигараев Н.С. Результаты наблюдений искусственных космических объектов в Терскольской обсерватории в 2017–2018 гг.	24
Липовка А.А., Липовка Н.М. Радиоизлучение звезд в созвездии Единорога	25
Лопез Ю.Р., Малкин З.М. Пулковские сводные каталоги координат радиоисточников	25
Лукашова М.В., Свешников М.Л., Парийская Е.Ю., Павлов Д.А. Разработка астронавигационной системы Навигатор	25
Львов В.Н., Смирнов С.С., Цекмейстер С.Д. Галерея семейных портретов астероидов в фазовом пространстве орбитальных элементов	26
Малкин З.М. Наблюдается ли прогресс в точности прогнозирования углов прецессии-нутации за последние 10 лет?	26
Малкин З.М. Некоторая статистика астрогеодезических РСБД-наблюдений	27
Малкин З.М., рабочая группа МАС по ICRF3 ICRF3 – новая реализация Международной небесной системы координат	27

Медведев Ю.Д., Вавилов Д.Е., Кочетова О.М. Динамические и физические особенности астероида 1I/2017 U1 ('Oumuamua)	27
Мельников А.В. Численные методы исследования устойчивости экзопланетных систем	28
Миллер Н.О., Малкин З.М. Годовой компонент движения полюса	28
Миллер Н.О., Соболева Т.В. Механик мастерской высокоточных астрономо-геодезических инструментов Генрих Андреевич Фрейберг	29
Модестова Г.И., Мясникова Е.Н. Астрономические наблюдения в Восточно-Сибирском филиале ФГУП «ВНИИФТРИ» в интересах службы ГСВЧ и ОПВЗ	29
Морозов А.В., Бобровский А.И., Баскова Ю.В., Павлов В.А. Алгоритм классификации малоразмерных изображений космических объектов по признакам движения	30
Мосенков А.В., Савченко С.С. Структурные характеристики нашей Галактики в сравнении с другими	30
Мубаракшина Р.Р., Нефедьев Ю.А., Лапаева В.В., Кащеев Р.А., Загредди- нов Р.В., Андреев А.О. Анализ геодинамических параметров на основе данных спутниковых навига- ционных систем и широтных наблюдений	31
Мулло-Абдолов А.Ш., Кохирова Г.И., Рельке Е.В., Йулдошев К.Х., Про- цюк Ю.И., Андрук В.Н. Исследование сканера «Microtek ScanMaker 1000XL Plus» для создания каталога Душанбинской части проекта «ФОН»	31
Мурзабеков М.М., Фатеев В.Ф., Равдин С.С., Пругло А.В. Многоступенчатый астрономический метод измерения уклонения отвесной ли- нии	32
Нарижная Н.В., Ховричев М.Ю., Бикулова Д.А., Куликова А.М., Анетян А.А. Результаты астрометрических наблюдений галилеевых спутников Юпитера на Нормальном астрографе Пулковской обсерватории в 2016–2018 годах	32
Nastula J., Wińska M., Śliwińska J. The analysis of geodetic residuals based on the recent gravity, atmosphere and ocean models	33
Павлов Д.А. Результаты обработки наблюдений лазерной локации Луны 1970–2017 гг.	33
Пасынок С.Л. Алгебраический алгоритм разложения по девиаторам функций в виде суммы членов с симметричными коэффициентами	34
Пасынок С.Л., Безменов И.В., Игнатенко И.Ю., Цыба Е.Н. Оперативное определение ПВЗ в ГМЦ ГСВЧ	34

Пашкевич В.В. Вращение абсолютно твёрдого тела в пост-ньютоновом приближении	35
Перепёлкин В.В. Динамический анализ колебаний земного полюса, вызванных лунным возмущением	35
Перепёлкин В.В., Филиппова А.С., Вэй Ян Сое Краткосрочный прогноз движения земного полюса при нестационарных возмущениях	35
Перминов А.С., Кузнецов Э.Д. Динамическая эволюция компактных внесолнечных планетных систем	36
Петров Н.А., Баляев И.А., Васильев А.А., Соколов Л.Л. Возможные сближения и соударения с Землей опасных астероидов	36
Петров С.Д. К двухсотлетию кафедры астрономии СПбГУ	37
Петров С.Д., Чекунов И.В., Смирнов С.С. Автономный хранитель времени и частоты для астрономических наблюдений	37
Питьева Е.В., Питьев Н.П. Исследование влияния групп троянцев Юпитера на движение планет и динамические оценки их массы	38
Романенко Л.Г. Улучшение орбит широких визуально-двойных и кратных звезд Пулковской программы исследований	38
Рыхлова Л.В. К 100-летию профессора А.Г. Масевич	39
Рыхлова Л.В., Барабанов С.И., Баканас Е.С. Результаты анализа группировки АСЗ и выбор интересных объектов для исследования КА	39
Сазоненко Д.А., Бахолдин А.В., Валявин Г.Г. Оценка световой эффективности Эшелле спектрографа высокого спектрального разрешения для БТА	39
Самбаров Г.Е. Орбитальная эволюция метеорного потока Квадрантиды между 1780 и 2020 годами	40
Сафаров А.Г., Ибодинов Х.И., Бобоев Ш.С., Аюбов Д.К. Определение эффективного ускорения пылевых частиц синхроны хвоста кометы C/2006 P1	40
Сидоренков Н.С. О ярком проявлении перигейно-сизигийных приливов в атмосфере	41

Скрипниченко П.В., Кузнецов Э.Д. Исследование динамической эволюции астероидов, испытывающих влияние эффекта Лидова–Козаи	41
Скурихина Е.А. Оценка точности прогноза ПВЗ в ЦОАД РАН	42
Смирнов С.С. Состояние пунктов геодезической сети Хибин и Луяввурта	42
Соболева Т.В. Прошлое Пулкова в фотографиях	43
Соколова М.Г., Сергиенко М.В. Эволюция метеорного комплекса δ -Канкриды	43
Спиридонов Е.А., Виноградова О.Ю. Приливные смещения, наклоны и деформации неупругой вращающейся Земли	43
Степанов А.В. Научная и организационная деятельность В.К. Абалакина	43
Степанов А.В. Научная и организационная деятельность Ю.Н. Гнедина	44
Тимашев С.Ф. Обобщенный закон гравитации Ньютона: возможные приложения	44
Тиссен В.М., Толстиков А.С. Трендовые, квазипериодические и периодические вариации в моделях вращения Земли	45
Толчельникова С.А. Синхронизация движущихся часов и замедление времени в СТО	45
Трофимов Д.А., Петров С.Д., Смирнов С.С., Серов Ю.А., Трошичев О.А., Чекунов И.В. Определение полного электронного содержания ионосферы по ГНСС-наблюдениям на станции «Восток»	46
Тряпицын В.Н., Ягудина Э.И., Павлов Д.А., Румянцев В.В. Результаты обработки наблюдений лазерной локации Луны (ЛЛЛ) на ЗТШ в Крыму 1982–1984 гг.	43
Фазилова Д.Ш., Магдиев Х.Н. Определение локального геоида Узбекистана	47
Халявина Л.Я., Заливадный Н.М. Некоторые результаты изучения длительных рядов астрооптических наблюдений в Полтаве	47
Ховричев М.Ю., Измайлов И.С., Кияева О.В., Романенко Л.Г., Шахт Н.А. Пулковские орбиты визуально-двойных звезд: от теста GAIA-DR2 к анализу свойств популяции двойных систем	48

Ховричев М.Ю., Куликова А.М., Анетян А.А. Анализ изображений маломассивных карликов по данным цифровых обзоров и Пулковских наблюдений: поиск двойных и кратных систем	48
Холшевников К.В., Боруха М.А., Эскин Б.Б. Оценки сжатия Плутона и Харона	49
Чувашов И.Н., Левкина П.А. Динамическая эволюция объектов околоземного пространства с большой парусностью	49
Чуркин К.О., Нефедьев Ю.А., Демина Н.Ю., Андреев А.О. Создание цифровой модели либрационной зоны Луны на основе фотоэлектрических покрытий и привязки точек лунного лимба к динамической системе координат	50
Шахт Н.А., Измайлов И.С., Горшанов Д.Л. Определение орбиты двойной звезды ADS 7251 по наблюдениям на пулковском 26-дюймовом рефракторе с использованием нового параллакса GAIA	50
Список авторов	51