

Международный центр астрономических  
и медико-экологических исследований  
Национальной академии наук Украины

Институт астрономии  
Российской академии  
наук

*Международная конференция*

# *Околоземная астрономия*

## 2007

### ТЕЗИСЫ

3-7 сентября 2007 г.  
п. Терскол

## 50 ЛЕТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Савиных В.П.

*Московский государственный университет геодезии и картографии*

E-mail: rector@miigaik.ru

4 октября 1957 г. в СССР был выведен на орбиту первый искусственный спутник Земли (ИСЗ). Началась космическая эра. Очень быстро стало ясно, что ИСЗ и другие космические аппараты (КА) позволяют эффективно решать многие фундаментальные и прикладные задачи. В настоящее время многие страны ведут активную космическую деятельность и все – используют ее результаты. Без ИСЗ уже нельзя представить решение навигационно геодезических задач, изучение природных ресурсов и контроль за состоянием окружающей среды, организацию связи и телевидения, прогнозирование погоды и многое другое. На орбиты выводятся спутники – телескопы, позволяющие проникать в неизведанные глубины Вселенной.

Автоматические межпланетные станции и искусственные спутники планет позволили детально изучать небесные тела Солнечной системы и привели к получению таких результатов, о которых раньше можно было только мечтать. Во многих странах, в том числе и в России, активно прорабатываются вопросы создания научных баз на Луне и Марсе. Широкий круг проблем решает пилотируемая космонавтика.

В докладе мы остановимся на достижениях, которые были обеспечены за пятьдесят лет в результате использования космических методов и средств. Будут также охарактеризованы некоторые важные направления фундаментальных и прикладных исследований, которые будут проводиться в будущем. Автор расскажет также о работах, которые ему пришлось выполнять в ходе трех космических полетов на орбитальных космических станциях “Салют - 6” (1981 г.), “Салют- 7” (1985 г.) и “Мир” (1988 г.).

### ПЕРВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ СПУТНИКОВ : КАК ЭТО БЫЛО

Рыхлова Л.В., Касименко Т.В.

*Институт астрономии РАН*

E-mail: rykhlova@inasan.ru

Организация и подготовка станций оптического наблюдения первого и последующих искусственных спутников Земли были поручены Астрономическому совету АН СССР , который ещё до запуска Первого спутника приступил к организации сети станций . Рассказывается о первых инструментах для визуальных наблюдений спутников , о методах подготовки первых наблюдателей и первых научных результатах , полученных с помощью визуальных , а несколькими годами позже – и более точных фотографических наблюдений ( программа « ИНТЕРОБС» для изучения вариаций плотности верхней атмосферы , геодезические программы «Арктика – Антарктика» и «Большая хорда» ). В настоящее время развитие наблюдательной техники позволяет определять не только положение отдельных объектов , но и фиксировать большое количество их фрагментов , что помогает решать злободневные проблемы экологии ближнего и дальнего космоса.

### ERSTE SATELLITENBEOBACHTUNGEN : WIE ES GESCHAH

Rykhlova L.V. , Kassimenko T.V.

*INASAN*

Der Astronomische Rat dAdW der UdSSR war beauftragt Organisation und Vorbereitung der Satellitenbeobachtungsstationen zu verwirklichen. Diese Arbeit war gerade vor dem Start des ersten Sputnik begonnen. Es wird über einige Details diesen Probleme (erste Beobachtungsgeräte für optische Satellitenmessungen , Methode der Vorbereitung ersten Beobachter) ausführlich erzählt. In Kürzem wird auch vom ersten wissenschaftlichen Ergebnisse auf Grund von optischen Satellitenmessungen berichtet ( das Programm “INTEROBS” für Atmosphäreforschungen , geodätische internationale Programme “Arctis – Antartis” und “Grosse Chorde”). Zur Zeit die Entwicklung der Beobachtungstechnik lasst sich nicht nur Koordinaten eines Objects zu bestimmen, sondern auch eine Menge von Satellitenfragmente zu fixiren. Das hilft bei Lцsung von Ekologieprobleme in erdnahen und fernen Kosmos.

## ПЕРВОЕ ФОТОГРАФИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ИСЗ В СССР

Быков О.П.

*Главная астрономическая обсерватория РАН*

E-mail: oleg@OB3876.spb.edu

Исторически первый в мире фотографический снимок, на котором зафиксирован след только что запущенного советского искусственного спутника Земли, был сделан Т. МакМагоном в Хобарте, Австралия, 6/7 октября 1957 г., через два дня после его запуска. Это была фотография ракеты-носителя спутника, а не его самого, поскольку он имел очень слабый блеск. Снимок был опубликован в известном международном журнале «Природа» и представлял собой участок звездного неба с полосой непрерывного яркого следа сфотографированного объекта. Никакой информации о параметрах движения спутника снимок не давал.

В Пулково, где готовились к наблюдениям ИСЗ, в первую декаду октября по ночам не было ясного неба, и поэтому первый в СССР фотографический снимок той же ракеты-носителя был получен только 10 октября 1957 г. Тамарой Петровной Киселевой на телескопе АКД (астрограф короткофокусный двойной). Но это наблюдение отличалось продуманностью и большим информационным содержанием. Прежде всего, путем открывания и закрывания затвора с фиксацией моментов времени этих действий непрерывный след объекта становился разорванным и представлял собой штрихи, которые можно было измерить и получить сферические координаты объекта в фиксированные моменты времени. Кроме того, были получены топоцентрическая скорость его движения и оценка его блеска. Это позволило впервые в астрономической практике вывести параметры видимого движения спутника, которые впоследствии сыграли важную роль в решении различных научных задач спутниковой астрономии.

Публикацию первых спутниковых наблюдений можно найти в «Астрономическом циркуляре Академии наук СССР» No 186 за 1957 год.

## THE FIRST PHOTOGRAPHIC ARTIFICIAL EARTH SATELLITE OBSERVATION IN USSR

Bykov O.P.

*Central Astronomical Observatory of RAS*

E-mail: oleg@OB3876.spb.edu

The first photographic frame contained an image of a rocket of the First Artificial Earth Satellite was made by T.McMagon in Houbart, Australia, 6/7 Oct. 1957. There was a long AES trail without any breaks on the background of stars. It was published in "Nature", 1957, vol. 180, No 4591.

At the Pulkovo Astronomical observatory the second frame with the same rocket image was obtained 10 Oct. 1957 by Dr. T.Kiseleva with Short Focus Astrograph, but the trail was breaked by means of opening and closing of telescope shutter connected with UT marks. The fast processing of this data were made. Topocentric positions of these rocket strokes were calculated with usual astrometric reduction, topocentric velocities of coordinates variations were determined and some photometric characteristic were obtained also. Results were published in "Soviet Astronomical Circular", 1957, No 186.

Later on, the new information from short arc positional observations of moving objects was successfully utilised by Pulkovo astronomers in different fields of Astrometry and Celestial Mechanics.

**ОТ ПЕРВОГО ИСЗ ДО СЕГОДНЯШНИХ ДНЕЙ  
(ИСТОРИЯ СТАНЦИИ 1031 Г. ЛЬВОВ).**

Апуневич С.В., Билинский А.И., Благодир Я.Т., Вирун Н.В.,  
Вовчик Е.Б., **Логвиненко А.А.**, Мартынюк-Лотоцкий К.П.  
*ЛНУ имени Ивана Франко, Астрономическая обсерватория*  
E-mail: eve@astro.franko.lviv.ua

Станция 1031, как и большинство станций в Советском Союзе, была создана летом 1957 года при Львовском государственном (теперь национальном) университете имени Ивана Франка Астрономическим Советом АН СССР. Аппаратурное обеспечение состояло из трубок АТ-1, биноклей и атласов Михайлова. С первого дня началось обучение персонала. А обучать было необходимо, так как до этого никто не видел искусственного спутника на небе и поэтому специалистов по этим работам, даже среди астрономов, не было.

Во Львове успешно были проведены наблюдения первого, а потом и дальнейших спутников. Это создало условия для развития аппаратурного обеспечения, расширения методов наблюдения ИСЗ, создания коллектива наблюдателей. На смену визуальным наблюдениям пришли фотографические, потом фотометрические и лазерные. Разрабатывалась и совершенствовалась аппаратура и методика наблюдений. Создавался банк данных наблюдений ИСЗ. Со временем станция была преобразована в отдел Львовской Астрономической обсерватории.

На данный момент во Львовской астрономической обсерватории ведутся лазерные наблюдения спутников (станция зарегистрирована в международной сети ILRS под номером "Lviv-1831"), а также активно разрабатывается и изготавливается аппаратура для фотометрических и поляриметрических наблюдений ИСЗ.

**FROM THE FIRST ARTIFICIAL SATELLITE OF THE EARTH  
TO NOWADAYS HISTORY OF STATION LVIV - 1031**

Apunevich S., Bilinsky A., Blagodyr Ja., **Lohvynenko O.**,  
Martynyuk-Lototsky K., Virun N., Vovchyk E.  
*NU of Lviv, Astronomical observatory,*  
E-mail: eve@astro.franko.lviv.ua

The station Lviv-1031 (as majority of stations in USSR) was founded by Astronomical Council (Astrosoviet) of Academy of Sciences USSR in summer 1957 based on Ivan Franko State university (at present-national university). At that time equipment of station included high-power binoculars, telescope tubes AT-1 and Mikhajlov's atlases. Training of personnel was started from the first days. Training was necessary, because there were no qualified specialists in this field, even among astronomers.

The observations of the first artificial satellite were successfully realized in Lviv, also afterwards the next satellites. This apply conditions for the development of hardware, completion of observational methods, creation of special scientific staff. Photografic, later photometric and laser ranging observations came to take visual observation's place. The equipment and methods of observations were essentially developed and improved. Observational data bank has been created.

Now the station's team is proceeding with work on upgrading hardware, software for increasing accuracy and high quality of satellite's observations. The station provides laser ranging observations of satellites on distances from 900 km (ERS-2, Starlette) to 7000 km (LAGEOS-1, LAGEOS-2). Lviv laser ranging station was registrated in International Laser Ranging Service (ILRS) as station "Lviv - 1831" in august 2002. As well as the staff of Lviv station actively work up and produce the apparature for photometric and polarimetric observations of the artificial satellites.

However that may be, be that as it may, Lviv station exists to present days. Indeed, not as single administrative unite, but as a department of Lviv astronomical observatory.

## **ОТ ПЕРВОГО СПУТНИКА ЗЕМЛИ К ОБИТАЕМОЙ БАЗЕ НА ЛУНЕ**

Кислюк В.С.

*Главная астрономическая обсерватория НАН Украины*

E-mail: [kislyuk@mao.kiev.ua](mailto:kislyuk@mao.kiev.ua)

Приводится краткий анализ основных этапов космической эры изучения Луны: так называемого «золотого периода» (1958-1976); фазы «затишья» в лунных исследованиях (1976-1994) и возобновления интереса к естественному спутнику Земли («Возвращение к Луне») в середине 1990-х гг. Дается характеристика стратегических проектов дальнейших исследований Луны с помощью как автоматических станций так и пилотируемых экспедиций. Особое внимание уделяется проектам, нацеленным на создание в недалеком будущем обитаемых лунных баз (ОЛБ) различного назначения, в том числе и для выполнения постоянного мониторинга Земли. Обсуждаются цели и задачи этих намерений. Анализируются «за» и «против» создания ОЛБ. Акцентируется внимание на роли человеческого фактора в реализации этих амбициозных проектов.

### **FROM THE SPUTNIK TO THE LUNAR BASE**

V.S. Kislyuk

*Main Astronomical Observatory, NAS of Ukraine*

E-mail: [kislyuk@mao.kiev.ua](mailto:kislyuk@mao.kiev.ua)

Brief review of basic stages of space era of lunar investigations: the so-called “golden period” (1958-1976), phase of indifference to the Moon (1976-1994) and renewal interest to natural satellite of the Earth (“Return to the Moon”) in the middle of 1990-th is considered. Some characteristics of strategic projects in further lunar explorations by means of both automatic stations and manned expeditions are given. Particular attention is given to projects oriented to building the inhabited lunar bases of different purposes including permanent monitor of the Earth. Objectives and problems of these intentions are discussed. The pros&cons of lunar bases with taking into consideration a human factor in realization of such ambitious projects are analysed.

# СЕКЦИЯ:

## Апофис

### ПРОБЛЕМЫ АСТЕРОИДНОЙ ОПАСНОСТИ

Рыхлова Л.В.<sup>1</sup>, Шустов Б.М.<sup>1</sup>, Польш В.Г.<sup>2</sup>, Суханов К.Г.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ИНАСАН, <sup>2</sup>ФГУП НПО им. С. А. Лавочкина

E-mail: polvad@laspace.ru, rykhlova@inasan.ru

Доклад посвящен новой информации, накапливающейся по проблеме АКО в целом и, прежде всего, по астероиду *Апофис*. Указанный конкретный угрожающий астероид следует рассматривать как объект, на котором можно и одновременно необходимо начать отрабатывать элементы конструктивных активных действий, диктуемых самим существом проблемы АКО в целом.

Основным же в конкретной проблеме *Апофиса* является постепенно осознанное понимание того, что движение астероида может быть не только угрожающим до слишком тесного сближения с Землей, но может становиться не менее опасным и после такого сближения. Близкий пролет астероида представляет собой гравитационный маневр с неконтролируемыми параметрами, и в результате последующая орбита может оказаться угрожающей не менее, чем первоначальная.

В докладе рассматриваются условия реализации таких событий применительно к Апофису, и те действия, которые пора предпринимать в связи с этим. Это, прежде всего, точный прогноз движения этого астероида, а также определение его физико-химических и структурных характеристик. Анализируются факторы, ограничивающие потенциальную точность прогноза, рассматривается конкретная наблюдательная целевая программа анализа текущего движения аналогичных объектов.

Дополнительно проводится оценка необходимых энергетических масштабов воздействия на *Апофис* для предотвращения его встречи с Землей и сравнительный анализ различных вариантов и стратегий такого воздействия.

### THE CURRENT PROBLEMS OF THE ASTEROID HAZARD PREVENTION

Rykhlova <sup>1</sup>L.V., Shustov <sup>1</sup>B.M., Pol <sup>2</sup>V.G., Sukhanov <sup>2</sup>K.G.

<sup>1</sup>INASAN, <sup>2</sup>The S.A. Lavochkin Scientific & Industrial Assotiation, Khimki

E-mail: polvad@laspace.ru, rykhlova@inasan.ru

We have investigated the new information on the *Apothis* asteroid and the consequences of its collision with the Earth. We have studied the probability of such event, and have investigated the actions, which must be taken by the world community in order to avert it. First and foremost, there shall be made an accurate prediction of the movements of this asteroid and conducted a study of its physical parameters, chemical composition and structural characteristics. On this basis, it would be possible to form an estimation of an impetus required for a deflection of *Apothis* from its collision course with Earth. This estimation would then provide a starting point for a comparative analysis of feasible deflective measures.

We analyze the factors, which limit the prediction accuracy, and put forward an observation program that would define *Apothis*' current movement, relying on the estimates of those of its parameters, which can be determined on the results of the terrestrial observations.



## **О ВОЗМОЖНЫХ СБЛИЖЕНИЯХ АСЗ 99942 АРОPHIS С ЗЕМЛЕЙ**

Соколов Л.Л., Питьев Н.П., Башаков А.А.

*НИАИ им. В.В.Соболева СПбГУ*

E-mail: lsok@astro.spbu.ru

Астероид Ароphis является сегодня одним из самых опасных АСЗ. После установленного сближения с Землей в апреле 2029 года на расстояние 3637 тысяч км происходит рассеяние его возможных траекторий и связанная с этим потеря точности прогнозирования. Следующее сближение или соударение возможно в апреле 2036 года. В случае прохождения Ароphis в 2036 году вблизи Земли движение его становится недетерминированным. Ряд сближений АСЗ с планетой, предшествующих столкновению – общее свойство траекторий опасных астероидов. Его типичность может быть показана с использованием как детерминированных, так и стохастических моделей движения.

Рассматриваются различные сценарии динамической эволюции Ароphis в рамках сегодняшней точности знания его орбиты. Для нахождения опасных траекторий, ведущих к тесным сближениям и соударениям с Землей после 2036 года, используется аппарат квазислучайных движений, разработанный В.М.Алексеевым. Для построения промежуточных квазислучайных движений применяется метод точечных гравитационных сфер. С использованием полученных аналитически промежуточных движений были численно построены траектории тесных сближений и соударений астероида с Землей в 2037, 2038, 2039, 2040 годах. Применялся интегратор Эверхарта и современные модели Солнечной системы DE403, DE405.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (гранты 050217408, 060216795, 070291229ЯФа) и Ведущей Научной Школы (грант НШ4929.2006.2).

## **POSSIBLE ENCOUNTERS BETWEEN NEO 99942 APOPHIS AND THE EARTH**

*Sokolov L.L., Pitjev N.P., Bashakov A.A.*

*Sobolev Astronomical Institute, SPbSU*

E-mail: lsok@astro.spbu.ru

After the wellknown encounter with the Earth in April 2029 and possible encounter in April 2036, the Apophis trajectory may be undeterminable. The encounters before a collision are a common property of hazard NEO motions. To describe possible chaotic trajectories, we use the Alexeyev's concept of quasirandom motions. For the intermediate quasirandom motions construction we use the pointlike gravitation sphere method. The trajectories with close approaches and collisions of Apophis with the Earth in 2037 and later have been found analytically and numerically.

## **ОРБИТА АСТЕРОИДА (99942) АРОPHIS ИЗ ОПТИЧЕСКИХ И РАДАРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ**

Виноградова Т. А., Кочетова О. М., Чернетенко Ю. А., Шор В. А., Ягудина Э. И.

*Институт прикладной астрономии РАН*

E-mail; shor@ipa.nw.ru

Приводятся результаты уточнения орбиты астероида Апофис и обстоятельства сближения этого астероида с Землей в 2029 г. Уравнения движения астероида учитывают гравитационные возмущения от всех больших планет и Плутона, возмущения от Цереры, Паллады и Весты. В модель включены также релятивистские возмущения от Солнца, возмущения от сжатия Солнца, сжатия Земли и светового давления. Учет возмущений от Земли и Луны выполняется отдельно. Координаты возмущающих тел вычислялись по DE405. Учитывались эффект фазы и гравитационное отклонение света. Численное интегрирование уравнений движения и уравнений в вариациях выполнялось методом Эверхарта 15-го порядка с двойной точностью. Ошибка интегрирования на интервале 2005 – 2029 гг., оцененная по результатам счета вперед – назад, не превышает  $3 \cdot 10^{-11}$  а.е. Уточненные значения координат и скоростей в эпоху 2454200.5 (10 апреля 2007 г.) получены путем взвешенного уравнивания условных уравнений и их решения по методу наименьших квадратов. На интервале с 15.03.2004 г. по 16.08.2006 г. использованы 989 оптических и семь радарных наблюдений.

Найденная система представляет оптические наблюдения с ошибкой 0.37" (66 условных уравнений отброшены). Невязки радарных наблюдений меньше их ошибок на порядок или более. Найденная система элементов Апофиса и оценки ее ошибок находятся в хорошем согласии с теми, которые опубликованы иными авторами. Минимальное расстояние Апофиса от Земли 13 апреля 2029 г. близко к 38200 км. Оно согласуется в пределах 20 км с теми значениями, которые вычисляются на основе других опубликованных систем элементов. Оценено влияния на величину минимального расстояния некоторых составляющих модели.

## **ORBIT OF (99942) APOPHIS FROM OPTICAL AND RADAR OBSERVATIONS**

Vinogradova T.A., Kochetova O.M., Chernetenko Yu.A., Shor V.A., Yagudina E.I.

*Institute of Applied Astronomy of RAS*

E-mail: shor@ipa.nw.ru

The results of orbit improvement of (99942) Apophis and circumstances of its approach with the Earth in April of 2029 are described. Gravitational perturbations from the major planets, Pluto, Ceres, Pallas, and Vesta are taken into account. The relativistic perturbations from the Sun, oblateness of the Sun and the Earth and those from light pressure are included in the equations of motion. Perturbations from the Earth and Moon are considered separately. Coordinates of perturbing bodies are taken in conformity with DE405. Observed positions have been corrected for phase and gravitational deflection of light. Numerical integrations were performed by Everhart method of 15 order with double precision. The precision of numerical integration at the interval 2005 – 2029 estimated by forward and backward computations is on the order of  $3 \cdot 10^{-11}$  A.U.

Improved coordinates and velocities at the epoch 2454200.5 have been obtained by the least square fit of weighed conditional equations. 996 observations including 989 optical and 7 radar ones at the interval from 15.03.2004 till 16.08.2006 have been used.

The system found represents optical observations with standard error of 0.37" (66 conditional equations were rejected). Residuals of radar observations are one order less than their error estimations or even smaller. The system of elliptical elements of Apophis and estimations of their precision are in perfect agreement with those published by other authors. The minimum distance of Apophis from the Earth center in 2029 agrees within the limits of 20 km with those following from other published systems of elements.



## ТЕСНОЕ СБЛИЖЕНИЕ АСТЕРОИДА АРОPHIS 99942 С ЗЕМЛЕЙ.

Токовенко А.А., Кара И.В.

Астрономическая обсерватория при Одесском Национальном университете

E-mail: tonich\_83@mail.ru, LioKIV@mail.ru

Объектом наших исследований, является астероид Apophis 99942, открытый в 2004 г. Нами было произведено моделирование движения астероида на интервале 1850-2029 гг. Посредством интегрирования уравнений движения методом Эверхарта 15 порядка с контролем длины шага.

Для уменьшения ошибок интегрирования, все вектора состояний больших планет, Плутона и Луны, полученные путем интегрирования, заменялись на вектора, полученные из численной теории DE405 [<http://ssd.jpl.nasa.gov/>]. Начальные условия были заимствованы из [1]. Результаты моделирования показывают, что в 2029 и 2036 годах ожидается тесное сближение астероида с Землей. В 2029 году 13 апреля астероид пройдет от Земли на расстоянии меньшем 38000 км в непосредственной близости к геостационарной орбите. При этом возможны столкновения с объектами искусственного происхождения.

Для каждого из двух начальных условий, приведенных в статье, мы построили семейство орбит в пределах погрешностей векторов состояний и указали максимально и минимально возможные расстояния астероида от Земли и Луны. Для уточнения условий сближения в 2029 году мы смоделировали планирующиеся наблюдения астероида в 2013 г. Учет этих наблюдений позволил уменьшить ошибки определения положения астероида в моменты сближения с Землей в 2 раза.

В рамках конкурса объявленного “The Planetary Society” нами был предложен метод увеличения яркости поверхности астероида, который позволит расширить ряд наблюдений.

1. Ягудина Э.И., Шор В.А., “Орбита AC3 (99942) Apophis = 2004 MN4 из анализа оптических и радарных наблюдений”, Всероссийская конференция “Астероидно-кометная опасность-2005” Санкт-Петербург 3-7 октября 2005 г. стр. 355-357.

## THE CLOSE ASTEROID APOPHIS 99942 APPROACHING THE EARTH

Tokovenko A.A., Kara I.V.

Astronomical Observatory, Odessa National University

E-mail: tonich\_83@mail.ru, LioKIV@mail.ru

The object of our investigating is asteroid Apophis 99942 discovered in 2004. We modeled the asteroid motion within 1850-2029. Using the the integration of motion equations by Everhart method of the 15<sup>th</sup> order with the step length control.

In order to decrease the integration errors all the state vectors of major planets Pluto and the Moon obtained by integration were replaced by the vectors obtained from the number theory DE405 [<http://ssd.jpl.nasa.gov/>]

The initial conditions were taken from paper [1]. The result of modeling show that in 2029 and 2036 the close asteroid approaching the Earth is expected. On the 13<sup>th</sup> of April 2029 this asteroid will fly from the Earth of the distance less than 38000 km near the geostationary orbit. The collisions with the object of artificial origin are quite possible.

For each of the two initial conditions given in this paper we have calculated a family of orbits within the limits of vectors state errors and we have determined max and min possible distances of the asteroid from the Earth and the Moon. It define the conditions of approaching more exactly in 2029 the observation of asteroid in 2013 were modeled. If these observations are taken into account, it will enable to decrease the errors of asteroid position determinations at the moments of their approaching the Earth.

Because of the competitions by “The Planetary Society” the method of the asteroid surface brightness increase was suggested it will permit to increase a number of observations.

1. Ягудина Э.И., Шор В.А., “Орбита AC3 (99942) Apophis = 2004 MN4 из анализа оптических и радарных наблюдений”, Всероссийская конференция “Астероидно-кометная опасность-2005” Санкт-Петербург 3-7 октября 2005 г. стр. 355-357.

## **ПЕРИОДИЧНОСТЬ СЕАНСОВ НАБЛЮДЕНИЯ АСТЕРОИДА АПОФИС КОСМИЧЕСКИМИ И НАЗЕМНЫМИ ТЕЛЕСКОПАМИ**

Емельянов В.А. <sup>1</sup>, Меркушев Ю.К. <sup>1</sup>, Барабанов С.И. <sup>2</sup>

<sup>1</sup>ЦНИИМаш, <sup>2</sup>ИНАСАН

E-mail: Chernova NA@yandex.ru

Проведено моделирование в течение 25 лет сеансов наблюдения Апофиса двумя космическими телескопами (КТ), устанавливаемыми на расстояниях 0,3 а.е. от Земли на её орбите. При работе КТ в автоматическом режиме обзорно – поискового наблюдения мерный интервал, реализуемый без перенацеливания телескопов, составит от 5 до 50 сут., продолжительность пребывания астероида в зоне их видимости – 4,25 лет, в зоне невидимости – 3,7 лет. Проведено сравнение с периодичностью сеансов, обеспечиваемой наземными телескопами. Рассчитаны распределения положений астероида, Земли, телескопов и их полей зрения в сеансах наблюдения.

## **PERIODICITY OF SUPERVISION SESSIONS OF ASTEROID APOPHIS BY SPACE AND GROUND BASED TELESCOPES**

Emeljanov V.A., Merkushev J.K., Barabanov S.I

*TSNIIMash, INASAN*

E-mail: Chernova NA@yandex.ru

The long – duration (up to 25 years) imitation modeling of supervision sessions of Apophis have been carried out by the two space – based telescopes (ST), placed in the Earth orbit. In the time of work of ST in automatic search survey mode the asteroid stay in vision zone time equals 4,25 years, the stay in the dark time equals 3,75 years. The comparison with periodicity of sessions provided by ground telescopes have been made. The positions of asteroid, Earth, ST as well as of vision during of supervision sessions have been calculated.

## **ТОЧНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОРБИТ АСТЕРОИДА АПОФИС, ОБЕСПЕЧИВАЕМАЯ КОСМИЧЕСКИМИ ТЕЛЕСКОПАМИ**

Емельянов В.А., Лукьященко В.И., Меркушев Ю.К., Успенский Г.Р.

*ЦНИИМаш, г.Королёв*

E – mail: Chernova NA@yandex.ru

Оценены полуширины доверительных интервалов определения элементов орбиты, вектора состояния и прогнозируемого пролётного расстояния от центра Земли на момент последующего прохождения астероида через плоскость эклиптики. Моделирование синхронно – базисных наблюдений Апофиса двумя космическими телескопами, размещёнными друг от друга на расстоянии ~ 0,45 а.е. относилось к временам с 21.02.11 по 14.03.11 при дальностях наблюдения ~ 1,4 и 1,1 а.е. Оценивалась точность определения пролётного расстояния на 26.07.11. Моделировались также наблюдения с 21.02.29 по 24.02.29 при дальностях ~ 0,2 и 0,3 а.е. с прогнозом точности определения пролётного расстояния на 13.04.29. Точности прогноза составили ~ 3000 и 500 км соответственно при принятой ошибке единичного углового измерения ~ 0,13 угл.с.

## **ACCURACY OF ORBIT DETERMINATION OF APOPHIS, PROVIDED BY SPACE TELESCOPES**

V.A. Emeljanov, V.I. Lukjaschenko, J.K. Merkushev, G.R. Uspensky

*TSNIIMash, Koroljov*

E – mail: Chernova NA@yandex.ru

Accuracy in determination of orbit elements, radius and velocity vectors as well as fly-by distance from Earth center at the moment of subsequent asteroid Apophis passage through the ecliptic plane have been evaluated. Modeling of synchronously – basic supervisions of Apophis by two space telescopes concerned to times from 21.02.11 to 14.03.11. At that time the supervision distances equal 1.4 and 1.1 AU. Supervisions were modeled also from 21.02.29 to 13.03.29 at the observation distances ~ 0,2 and 0,3 AU. Than the accuracy of the forecast of the fluing distance on 13.04.29 have been carried out.

## АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ КОРРЕКЦИИ ОРБИТЫ АСТЕРОИДА АРОПХИС

Ивашкин В.В.<sup>1</sup>, Стихно К.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша, РАН, Москва, Россия

<sup>2</sup>НПО им. С.А. Лавочкина, ФКА, Химки, Россия

E-mail: Ivashkin@Keldysh.ru, stikhno@laspacespace.ru

В работе дан анализ проблемы предотвращения возможного столкновения астероида Apophis с Землей. В соответствии с выполненными наблюдениями [1], астероид Apophis в 2029 г. пролетит на расстоянии ~ 40 000 км от центра Земли. Однако существуют траектории астероида, которые близки к номинальной и приводят к его соударению с Землей при следующем сближении в 2036 г. Поэтому важен анализ задачи коррекции орбиты астероида. Предложен метод поиска опасных орбит астероида, близких к номинальной и сталкивающихся с Землей. На этой основе найдено целое семейство траекторий астероида, соответствующих соударению с Землей в 2036 г. Выполнен их анализ. Исследована задача коррекции опасной орбиты астероида с целью предотвратить его столкновение с Землей в 2036 г. Анализ выполнен для нескольких стратегий коррекции. Показано, что коррекцию опасной орбиты астероида желательно провести до его сближения с Землей в 2029 г. В этом случае импульс скорости коррекции будет существенно меньше, чем для коррекции после этого сближения. Оценены параметры термоядерного и ударно-кинетического воздействий для реализации указанной коррекции. Работа выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (Грант 06-01-00531) и Гранта школы НШ-2003.2003.1.

### Литература

1. Э.И. Ягудина, В.А. Шор. Орбита AC3 (99942) Apophis = 2004 MN4 из анализа оптических и радарных наблюдений // Всероссийская конференция «Астероидно-кометная опасность-2005 (АКО-2005)», Санкт-Петербург, 3-7 октября 2005 г. Материалы конференции. СПб: ИПА РАН, 2005. С. 355-358.

## AN ANALYSIS OF THE ORBIT CORRECTION PROBLEM FOR THE ASTEROID APOPHIS

Ivashkin V.V.<sup>1</sup>, Stikhno C.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Keldysh Institute of Applied Mathematics, RAS, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Lavochkin Association, FSA, Khimki, Russia

E-mail: <sup>1</sup>Ivashkin@Keldysh.ru <sup>2</sup>stikhno@laspacespace.ru

A hazard mitigation problem for the Apophis-Earth collision is analyzed in the paper. According to the asteroid observations performed and the asteroid orbit calculated on the base of these observations [1], the asteroid Apophis will fly in 2029 at ~ 40,000 km distance from Earth without the collision. However, there is any probability that some its trajectories, which are close to the nominal one, will impact on Earth in 2036. Because of this, it is important to analyze the characteristics of the possible prevention of this collision. We analyzed the Apophis orbit correction problem. A method to determine the asteroid trajectories that are close to the nominal one but have the impacts on Earth is proposed. This has allowed the determination of a set of these asteroid's trajectories that collide with Earth in 2036. An analysis of these trajectories is performed. The necessary correction of the asteroid orbit to deflect it from Earth in 2036 is analyzed. This analysis is performed for some correction strategies. It is shown the correction is desirable to be performed before the Earth-asteroid collision in 2029. In this case, the correction velocity impulse will be less considerably than for the correction after the collision. Possibilities to use thermo-nuclear effect and impact-kinetic one for this correction are estimated. The study is supported by the Russian Foundation for Basic Studies (Grant 06-01-00531) and by the Grant NSh-2003.2003.1.

### References

1. E.I. Yagudina, V.A. Shor. The orbit determination of (99942) Apophis=2004 MN4 from optical and radar data //All-Russian Conference "Asteroid-Comet Hazard-2005", Oct. 2005, St. Petersburg. Materials of the Conference. SPb: Institute of Applied Astronomy of RAS, 2005. Pp. 355-358.

# СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЧИСЛЕННОГО ИНТЕГРИРОВАНИЯ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ АСТЕРОИДОВ, СБЛИЖАЮЩИХСЯ С ЗЕМЛЁЙ

Смирнов Е.А.

*СПбГУ*

E-mail: smirik@gmail.com

Точное прогнозирование положения и скорости астероида 2004 MN4 «Апофис», имеющего тесное сближение с Землёй в 2029 году, является актуальной задачей астрономии. Для численного интегрирования часто используется метод Эверхарта, вычислительные ошибки которого вблизи особых точек возрастают [1][2]. Чтобы избежать этого, мы рассмотрели ряд современных методов численного интегрирования[3]: методы Йошиды, Рунге-Кутты, самостартующий алгоритм Эрмита, многошаговые predictor-corrector. Анализ показал преимущество метода Эрмита по скорости и метода Йошиды по длине шага перед методом Эверхарта.

Нами воспроизведено сближение 13 апреля 2029 года между «Апофис» и Землёй на расстояние 37480 км от центра Земли. Вариации скорости при сближении в 2029 году показали наличие траекторий, сталкивающихся с Землей в 2036 году. Эти вариации возможны вследствие столкновений с искусственными объектами в окрестности геостационарной орбиты.

## MODERN METHODS OF NUMERICAL INTEGRATION FOR NEO

Smirnov E.A.

*SPbSU*

E-mail: smirik@gmail.com

Asteroid 2004MN4 «Apophis» approaches to the Earth in 2029. It is actual to predict the accurate location of it. Generally the Everhart's method is used for numerical integration, but in this method the calculation errors increase near critical points [1][2]. To study this question we consider a number of numerical integration methods [3]: Yoshida, Runge-Kutta, self-starting Hermit's algorithm, multi-step predictor-corrector methods. We have found that the Hermit's method is faster, the Yoshida's method can use longer step (with the same accuracy) with respect to the Everhart's method.

We have reproduce the approach between «Apophis» and the Earth on 13 April 2029 with the distance from the Earth center about 37480 km. Producing variations of velocity in 2029, we have shown that there are the trajectories which will pass through the Earth in 2036. These variations are possible because «Apophis» can collide with the artificial objects near the geostationary orbits.

## REFERENCES

- [1] Татевян С.К., Сорокин Н.А., Залеткин С.Ф. Численное интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений на основе локальных многочленных приближений. Вычислительные методы и программирование, 2000, т. 1, раздел 1, стр. 28-61. (<http://www.srcc.msu.su>).
- [2] Смирнов Е.А. Современные численные методы интегрирования уравнений движения астероидов, сближающихся с Землёй. Физика Космоса: Тр. 36-й Международн. Студ. Науч. Конф., Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2007, стр. 216.
- [3] Hut P., Makino J. The Art of Computational Science. The Kali Code. [www.artcompsci.org](http://www.artcompsci.org).

## **ВЗРЫВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА АСТЕРОИД 99942 АПОФИС С ЦЕЛЬЮ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ**

Сазонов В.С.

*ЦНИИМаш*

E-mail: [astron@tsniimash.ru](mailto:astron@tsniimash.ru)

Астероид 99942 Апофис представляет реальную опасность для Земли и околоземного космического пространства. В приближении нулевого наклона для текущих параметров орбиты данного небесного тела проведены оценки возможности отклонения его от Земли на расстояние 1 млн км с помощью взрыва. В расчетах использованы полученные ранее формулы для радиального, трансверсального и полного смещения астероида от опасной точки из решения возмущенной задачи. Постановка задачи учитывает потери массы тела при взрывном разрушении и эффект усиления образующейся ударной волны при воздействии высокоскоростного заряда. Проведены систематические расчеты начальных эпох (или времени заблаговременного воздействия) и зарядов, необходимых для отклонения тела на указанное расстояние. Рассмотрены случаи как мощных, так и слабых взрывов. Установлены законы подобия между энергией взрыва и радиусом разрушенной области астероида. Проанализировано влияние направления взрывного импульса на величину и характер отклонения астероида от Земли. Даны рекомендации по оптимизации взрывного воздействия. Изложенная методика может быть использована для решения аналогичных задач с другими видами импульсного воздействия.

## **THE EXPLOSIVE ACTION ON ASTEROID 99942 APOPHIS FOR PREVENTING CATASTROPHIC EVENTS**

V.S. Sazonov

*TSNIIMash*

E-mail: [astron@tsniimash.ru](mailto:astron@tsniimash.ru)

Asteroid 99942 Apophis represents a real threat for Earth and near-Earth cosmic space. Possibility estimations of its deflection from Earth at range of  $10^6$  km by means of explosion are made in assumption of zero inclination and of current orbit's parameters. The earlier obtained formulas for radial, transversal and full deflections of asteroid from hazardous point are used for exploration of disturbed problem. The formulation accounts mass losses of body with the destruction and amplification of shock-wave with the action of high velocity charge. Systematic calculations of initial epochs (or of action time) and of charges needed for body deflection at the necessary distance are made. The cases of strong and weak explosions are considered. Similarity laws between explosion energy and destroyed region are got. We analyze the influence of burst impulse direction to the value and the character of asteroid's deflection from Earth. The research contains recommendations how to optimize the explosion action. The method may be used for decision of analogous problems with other kinds of impulse action.



## ВОЗМОЖНЫЕ УСЛОВИЯ СБЛИЖЕНИЯ С ЗЕМЛЕЙ АСТЕРОИДА АРОПИС В ПОСЛЕДУЮЩЕЕ СТОЛЕТИЕ

Казанцев А.М.

*Астрономическая обсерватория КНУ им. Тараса Шевченко* ankaz@observ.univ.kiev.ua

E-mail: ankaz@observ.univ.kiev.ua

Выбрана орбита астероида 99942 Apophis на эпоху 06.03.2006. Исходные значения всех шести элементов орбиты изменялись случайным образом на половину последнего десятичного знака. Полученных таким образом орбит, включая неизмененную орбиту астероида, было выбрано 20. Просчитана численная эволюция этих орбит на последующие 100 лет с учетом возмущений от 8 планет, Плутона, Цереры, Паллады и Весты. Интегрирование проводилось в прямоугольных координатах по методу, который особенно эффективен для тел на орбитах с малыми перигелийными расстояниями (Казанцев А.М., 2002).

Результаты расчетов показали, что наиболее тесное сближение астероида в 2029 г. произойдет 14 апреля около 0<sup>h</sup> по Гринвичу. При этом, минимальное геоцентрическое расстояние астероида будет составлять от 35200 км до 37500 км. Видимая с Земли траектория по небу должна не сильно отличаться для всех 20 орбит.

Следующее сближение с Землей на расстоянии меньше 0.001 а.е. в течение последующих 70 лет может произойти в апреле 2077 г. Причем, такое сближение будут иметь 2 из 20 первичных орбит.

### Литература

*Казанцев А.М.* 2002. Простой метод численных расчетов эволюции орбит околоземных астероидов. // *Астрон. Вестн.*, т. 36. № 1. С. 48 - 54.

## POSSIBLE CONDITIONS OF APPROACH OF ASTEROID APOPHIS WITH THE EARTH DURING THE NEXT CENTURY

Kazantsev A.M.

*Astronomical observatory of Taras Shevchenko Kyiv National University*

E-mail: ankaz@observ.univ.kiev.ua

The asteroid orbit 99942 Apophis on epoch 06.03.2006 was chosen. The initial values of all six orbit elements were changed at random on half of the last decimal digit. There were selected 20 such orbits, including the non-changed asteroid orbit. It was being calculated numerical evolution of these orbits on subsequent 100 years with the account of perturbation from 8 planets, Pluto, Ceres, Juno and Vesta. The integration was carried out in rectangular coordinates by on the method, which is especially effective for bodies having orbits with small perihelion distances (Kazantsev A.M., 2002).

The calculation results have shown, that the closest asteroid approach in 2029 will take place on April 14 about 0<sup>h</sup> UT. At that, the minimal geocentric distance of asteroid will amount from 35200 km up to 37500 km. The trajectories on the sky, visible from the Earth, shouldn't strongly differ for all 20 orbits.

The next approach at distance less 0.001 AU during subsequent 70 years can take place in April, 2077. At that, such approach will take place for 2 of 20 primary orbits.

### References

*Kazantsev A.M.* 2002. A Simple Method for Numerical Calculations of the Evolution of Orbits of Near-Earth Asteroids. *Astron. Vestn.* V. 36. № 1. P. 48 - 54.



## **ЭВОЛЮЦИЯ ВЕРОЯТНОЙ ОБЛАСТИ ДВИЖЕНИЯ АСТЕРОИДА 99942 АРОПИС**

Быкова Л.Е., Галушина Т.Ю.

*НИИ прикладной математики и механики Томского государственного университета*

E-mail: astrodep@niipmm.tsu.ru, le@mail.tomsknet.ru, volna@sibmail.com

В работе приводятся результаты исследования эволюции вероятностной области движений астероида 99942 Apophis до 2050 года. Нами было проведено улучшение орбиты астероида методом наименьших квадратов (МНК) с использованием всех имеющихся на настоящий момент оптических наблюдений. На основе полученных МНК-оценок и ковариационной матрицы ошибок построена начальная область возможных движений астероида. Далее прослежена эволюция ансамбля 10000 тестовых частиц путем численного интегрирования дифференциальных уравнений возмущенной задачи двух тел. В модель сил включены возмущения от больших планет, Луны, Цереры, Паллады, Весты, сжатия Земли и светового давления.

Наши исследования показали, что после тесного сближения с Землей 13 апреля 2029 г. орбита астероида Apophis сильно изменяется. Астероид проходит окрестности ряда резонансов с Землей и Марсом, не задерживаясь в этих резонансах, он переходит из области одних резонансов в другие, в результате чего его движение становится хаотичным. Изучение орбитальной эволюции 10000 тестовых частиц из области возможных движений показало возможность его столкновения с Землей в 2036 г. или последующие годы, что подтверждается результатами других авторов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (код проекта: РНП.2.2.3.1.1537) и гранта РФФИ № 05-02-17043.

## **EVOLUTION OF PROBABILITY MOTIONS DOMAIN OF ASTEROID 99942 APOPHIS**

Bykova L.E., Galushina T.Yu.

*Research Institute of Applied Mathematics and Mechanics, Tomsk State University*

E-mail: astrodep@niipmm.tsu.ru, le@mail.tomsknet.ru, volna@sibmail.com

In this paper the evolution of the asteroid 99942 Apophis probability domain to 2050 is considered. The evaluation of orbit parameters has been carried out by the least-squares method in the basis of all optical observations. The initial set of orbits has been generated for 10000 test particles in relation to the selected center with the help of a random number generator on the basis of the normal law of dispersing and a corresponding covariation matrix. Then evolution of initial probability domain has been retraced to 2050 by means of numerical integration of perturbed two-body problem. In the process of numerical integration perturbations from the major planets, the Moon, asteroids: Ceres, Pallas, Vesta, Earth oblateness and light pressure have been taken into account.

Our investigation showed that Apophis orbit will change significantly after close approach to the Earth in 2029. The asteroid will come to the resonances with Earth and with Mars. Apophis will not stay in these resonances and will pass in one resonance to another. Consequently the motion of the asteroid will become chaotic. Research of 10000 test particles evolution is shown a non-zero probability of impacting of this asteroid with our planet in 2036 and subsequent years. Results of other authors confirm it.

This research was supported by Department of education and science of Russian Federation (code of project РНП.2.2.3.1.1537) and the Russian Foundation for Basic Researches (Grant №05-02-17043).

## **О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ КОМЕТНО-АСТЕРОИДНОЙ ОПАСНОСТИ**

Савиных В.П., Краснорылов И.И.

*Московский государственный университет геодезии и картографии*

E-mail: [rector@miigaik.ru](mailto:rector@miigaik.ru)

В [1] были рассмотрены наиболее важные задачи, которые надо решить в рамках обеспечения астероидной безопасности: необходимость повышения эффективности обнаружения и точности определения положений астероидов, представляющих потенциальную опасность; разработка методов прогнозирования их движения, определение физико - химических характеристик и своевременное принятие адекватных мер по предотвращению столкновения с Землей или минимизации последствий.

Для обоснованного принятия решений, направленных на предотвращение возникающей кометно-астероидной опасности или минимизацию ее возможных последствий, решающее значение имеют точностные характеристики параметров потенциально опасного объекта и временной интервал, в течение которого должно быть принято решение.

В связи с этим, в развитие исследований, выполненных в [1], в докладе представлены результаты априорной оценки точности положений астероидов, их размеров, масс и ряда других характеристик. Сформулированы задачи дальнейших исследований.

### **Литература**

1. Савиных В.П., Рыхлова Л.В. Краснорылов И.И. Астероидная опасность: некоторые задачи, требующие решения. Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка, № 1, 2007.

# СЕКЦИЯ:

## Физические характеристики малых тел Солнечной системы

### ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ИСТОЧНИКИ ПРОИСХОЖДЕНИЯ АСТЕРОИДОВ, СБЛИЖАЮЩИХСЯ С ЗЕМЛЕЙ

Лупишко Д.Ф.

*НИИ астрономии Харьковского национального университета им. В.Н.Каразина*

E-mail: lupishko@astron.kharkov.ua

Астероиды, сближающиеся с Землей (АСЗ), представляют особый интерес не только с точки зрения фундаментальной науки, но и прикладной (проблема астероидной опасности, АСЗ как потенциальные источники металла и другого минерального сырья в околоземном космическом пространстве и др.). Нет сомнения в том, что АСЗ – основные тела, которые время от времени сталкиваются с нашей планетой, представляя реальную угрозу всему Человечеству.

Наблюдаемые АСЗ намного меньше в размерах по сравнению с астероидами главного пояса (АГП) – от 40 км в поперечнике до нескольких десятков метров. У них очень неправильная форма, а поверхность сильно кратерирована. В среднем, вытянутость их формы такая же, как у АГП соответствующих размеров. Однако наблюдения показывают большое разнообразие их формы - от почти сферической (1943 Anteros, 2102 Tantalus) до очень вытянутой (1620 Geographos, 1865 Cerberus), раздвоенной (4179 Toutatis) и контактно двойной (4769 Castalia, 2005 CR37). Наибольшая вытянутость формы среди наблюдаемых АСЗ у астероида 1865 Cerberus ( $D=1.2$  км), отношение полуосей его фигуры составляет  $a:b = 3.2$ .

В среднем, АСЗ вращаются таким же образом, как и АГП км-размеров, но существенно быстрее крупных АГП. Среди километровых АСЗ наиболее короткие периоды осевого вращения составляют 1-2 час (1566 Icarus – 2.273 час, 2000 EB14 – 1.79 час, 23714 1998 EC3 – 1.2 час), а самые длинные – одну-две сотни часов (4179 Toutatis – 129.8 час, 3102 Krok – 147.8 час, 1998 QR52 – 235 час) и даже больше, вплоть до 500-600 час. Существуют две особенности вращения АСЗ, которые еще не обнаружены среди АГП. Среди малых АСЗ ( $D=30\div 100$  м) существуют объекты со сверхбыстрым вращением (период вращения  $P=2\div 20$  мин). Второй особенностью является то, что в этой популяции имеются объекты с очень сложным вращением, которое осуществляется не вокруг оси максимальной инерции (non-principal axis rotation). Это так называемые, “tumbling” астероиды. Как правило, они вращаются медленно (4179 Toutatis, 3288 Seleucus, 4486 Mithra и др.) и показывают две и более гармоник (частот) в своих кривых блеска. АСЗ крупных и средних размеров обычно покрыты слоем реголита низкой тепловой инерции и различной толщины. Новые фотометрические и радарные данные свидетельствуют о том, что около 15-17% АСЗ являются двойными (имеют спутников).

Многие из АСЗ представляют дифференцированное вещество S или Q-типов. Среди них есть объекты с мономинеральным составом и чисто металлические. Разнообразие типов АСЗ отражает различие в их минералогии и полную аналогию с АГП. А учитывая их малые размеры, можно заключить, что они являются фрагментами более крупных протодифференцировавшихся тел. Их физические свойства четко указывают на то, что главный пояс астероидов - основной источник их происхождения. Однако идентификация нескольких астероидов с погасшими кометами не исключает кометную природу некоторых из них. Последние оценки показывают, что около 10% АСЗ имеют кометное происхождение, что не противоречит динамическим рассмотрениям, согласно которым главный пояс астероидов может поставлять несколько сотен АСЗ км-размеров за 1 млн. лет, что вполне достаточно для поддержания этой популяции.

Скорость обнаружения АСЗ постоянно возрастает и существенно превышает скорость их физических исследований. Поэтому изучение физических свойств АСЗ остается одним из приоритетных направлений в исследовании тел Солнечной системы, призванным решить как фундаментальные задачи, так и прикладные проблемы выживания Человечества.

# PHYSICAL PROPERTIES AND SOURCES OF ORIGIN OF NEAR-EARTH ASTEROIDS

Lupishko D.F.

*Institute of Astronomy of Karazin Kharkiv National University, Ukraine*

E-mail: lupishko@astron.kharkov.ua

Near-Earth asteroids (NEAs) are the objects of a special interest from the point of view not only of the basic science but of the applied science as well (the problem of asteroid hazard, NEAs as the potential sources of metal and other raw materials in the nearest to the Earth space, etc.). There is no doubt that NEAs are the principal bodies which strike our planet occasionally and therefore they are a real threat to the Earth's civilization.

NEAs are much smaller in sizes than main-belt asteroids (MBAs) covering the range from about 40 km to a few meters across. They are very irregular in shape and covered with a large number of craters of different sizes. On the average NEAs are elongated to the same extent as those of MBAs of corresponding sizes. But observations showed a striking diversity of NEOs shapes from nearly spherical (1943 Anteros, 2102 Tantalus) to very elongated (1620 Geographos, 1865 Cerberus) and to bifurcated (4179 Toutatis) and contact-binary ones (4769 Castalia, 2005 CR37). The most elongated asteroid among observed NEOs is 1865 Cerberus ( $D=1.2$  km), the axis ratio  $a:b$  of its figure is estimated to be equal to 3.2.

On the average NEAs rotate in the same manner as the small km-sized MBAs but considerably faster than large MBAs. Among the km-sized NEOs the fastest rotators have rotation periods about 1-2 hrs (1566 Icarus – 2.273 hrs, 2000 EB14 – 1.79 hrs, 23714 1998 EC3 – 1.2 hrs) but the slowest ones rotate with the periods equal to 1-2 hundred hrs (4179 Toutatis – 129.8 hrs, 3102 Krok – 147.8 hrs 1998 QR52 – 235 hrs) and even more (up to 500-600 hrs). There exist two peculiarities of NEO rotation, which are not discovered elsewhere among the MBAs. Recently among the small NEOs ( $D=30\div 100$  m) the objects with super fast rotation were discovered, which have rotation periods within 2-20 min. The second peculiarity is that among this population there are objects with very complex and non-principal axis rotation (so-called "tumbling" asteroids). They are usually slowly spinning objects (4179 Toutatis, 3288 Seleucus, 4486 Mithra and others) and show two or more harmonic frequencies in their lightcurves. The NEAs of large and middle sizes are usually covered with a regolith of low thermal inertia and different thickness. The new data on photometric and radar study evidence that about 15-17% of NEAs could be binary systems.

Most of the classified NEAs represent the differentiated assemblages of S and Q-types. Among them there are objects with monomineral silicate composition and purely metallic ones. The variety of taxonomic classes among NEAs reflects the diversity of their mineralogy and an overall analogy with the MBAs. Taking into account their small sizes, one might infer that they are the fragments of much larger differentiated bodies. Their physical properties clearly indicate that the main asteroid belt is the principal source of NEA origin. On the other hand, the identification of a few asteroids with extinct or dormant comets does not exclude the cometary origin of some of them. The recent estimates evidence that about 10% of NEA have a cometary origin, what does not contradict the results of dynamic considerations, according to which the main asteroid belt can supply a few hundred km-sized NEAs per 1 Myr to sustain the current NEA population.

The discovery rate of NEAs increased greatly over the past decade. However, the physical studies of NEAs remains behind of the rate of their discovery. Therefore our knowledge with respect to the all discovered NEA population are becoming more and more scanty. That is why the study of nature and physical properties of NEAs now is one of the priority directions of Solar system investigations, which is necessary for solution both scientific problems and applied problems of the Humanity survival.

## МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ МАЛЫХ ТЕЛ

Подгорный И. М.

*Институт Астрономии РАН*

E-mail: podgorny@inasan.ru

Магнитное поле малых тел может быть причиной намагничивания железа или наведенного тока при движении в межпланетной среде, заполненной плазмой солнечного ветра. Существование межпланетного магнитного поля приводит к появлению силы Лоренца, которая вызывает поляризацию зарядов в проводящем теле и появлению электрического поля  $E=-(V \times B)/c$ . В вакууме невозможно организовать электрическую цепь, поэтому ток равен нулю, и генерация движущимся телом магнитного поля не происходит. Однако межпланетное пространство заполнено проводящей плазмой, и поле Лоренца вызывает в проводящем теле ток, замыкающийся в окружающей плазме. Наиболее эффективно генерация тока происходит в плазменных оболочках комет, которые образуются при сублимации кометного льда и последующей ионизации образовавшегося газа. Магнитное поле этого тока приводит к образованию наведенной магнитосферы кометы с длинным магнитным хвостом, удерживающим светящуюся плазму. Процесс образования кометной магнитосферы легко представить себе, как обволакивание комы магнитными силовыми линиями, которые вморожены в плазму солнечного ветра. Образование кометной магнитосферы моделируется в лабораторных условиях, когда поток плазмы с магнитным полем (искусственный солнечный ветер) взаимодействует с испаряющейся моделью кометного ядра.

## MAGNETIC FIELD OF MINOR BODIES

Podgorny I. M.

*Institute for Astronomy RAS, Moscow, Russia,*

E-mail: podgorny@inasan.ru

The magnetic field of minor bodies appears due to iron magnetization or due to the induced current at a conductive body moving through the interplanetary space. Interplanetary magnetic field induces Lorenz force, which produces electric charge polarization and appearance the electric field  $E=-(V \times B)/c$ . It is impossible to create electric current in the vacuum, but such current appears because of high solar wind conductivity. The current generation produces in the cometary plasma that appears because of comet ice sublimation and gas ionization. As a result the magnetic lines envelope the coma and the induced comet magnetosphere appears with a long magnetic tail. The ions excitation that captured in the magnetic field produce visible radiation. The cometary magnetosphere was simulated in the laboratory experiment with artificial solar wind and was for the first time observed by Comet Explorer mission.



## ИСТОЧНИКИ ЗОДИАКАЛЬНОЙ ПЫЛИ

Ипатов С.И. <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ДТМ, Институт Карнеги в Вашингтоне, США (siipatov@hotmail.com)

<sup>2</sup> Институт Космических Исследований, Москва, Россия

Доли астероидных частиц, частиц, образующихся за орбитой Юпитера, (включая транснептунные частицы) и кометных частиц, образующихся внутри орбиты Юпитера, оцениваются порядка 1/3 каждая, с возможным отклонением до 0.1-0.2. Эти оценки основаны на сравнении наших моделей, которые использовали результаты численного интегрирования эволюции орбит пылевых частиц, порождающихся астероидами, кометами и транснептунными телами, с различными наблюдениями (например, с WHAM наблюдениями спектра зодиакального света и оценками числа частиц в единице объема на различных расстояниях от Солнца). Доля частиц, производимых кометами типа кометы Энке (с эксцентриситетами  $\sim 0.8-0.9$ ), не превышает 0.15. Оцениваемая доля частиц, производимых долгопериодическими кометами и кометами типа кометы Галлея, среди зодиакальной пыли не превышает 0.1-0.15. Хотя транснептунные частицы удовлетворяют некоторым наблюдениям внутри орбиты Юпитера, они не могут доминировать среди зодиакальной пыли, так как исследования зависимости числа частиц в единице объема от расстояния от Солнца показывают, что транснептунные частицы не могут доминировать между орбитами Юпитера и Сатурна. Средние эксцентриситеты орбит зодиакальных частиц, которые лучше удовлетворяют WHAM наблюдениям, порядка 0.2-0.5, с наиболее вероятным значением порядка 0.3. Вывод о значительной доле кометной пыли находится в соответствии с нашими исследованиями динамики комет семейства Юпитера, которые показали, что некоторые такие бывшие кометы могли приобрести орбиты, целиком находящиеся внутри орбиты Юпитера в течение длительного интервала времени. Такие кометы могли разрушиться, породив большое количество пыли.

## SOURCES OF ZODIACAL DUST

Ipatov S.I. <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Department of Terrestrial Magnetism, Carnegie Institution of Washington, USA

<sup>2</sup> Space Research Institute, Moscow, Russia

E-mail: siipatov@hotmail.com, <http://www.dtm.ciw.edu/ipatov>, <http://www.astro.umd.edu/~ipatov>

Fractions of asteroidal particles, particles originating beyond Jupiter's orbit (including trans-Neptunian particles), and cometary particles originating inside Jupiter's orbit are estimated to be about 1/3 each, with a possible deviation from 1/3 up to 0.1-0.2. These estimates were based on the comparison of our models that use results of numerical integration of the orbital evolution of dust particles produced by asteroids, comets, and trans-Neptunian objects with different observations (e.g., WHAM [Wisconsin H-Alpha Mapper spectrometer] observations of spectra of zodiacal light, the number density at different distances from the Sun). The fraction of particles produced by Encke-type comets (with  $e \sim 0.8-0.9$ ) does not exceed 0.15 of the overall population. The estimated fraction of particles produced by long-period and Halley-type comets among zodiacal dust also does not exceed 0.1-0.15. Though trans-Neptunian particles fit different observations of dust inside Jupiter's orbit, they cannot be dominant in the zodiacal cloud because studies of the distribution of number density with a distance from the Sun shows that trans-Neptunian particles cannot be dominant between orbits of Jupiter and Saturn. Mean eccentricities of zodiacal particles that better fit the WHAM observations were about 0.2-0.5, with a more probable value of about 0.3. The conclusion on a considerable fraction of cometary dust is also in an agreement with our studies of the dynamics of Jupiter-family comets, which showed that some former cometary objects could get orbits located entirely inside Jupiter's orbit and stay in these orbits for a long time. Some of these objects could disintegrate producing a substantial amount of dust.



## СПЕКТРАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АСТЕРОИДОВ НЕОДНОЗНАЧНЫХ ТИПОВ: 201 ПЕНЕЛОПА, 21 ЛЮТЕЦИЯ, 198 АМПЕЛЛА И 11 ПАРТЕНОПА

Бусарев В. В.  
ГАИШ МГУ

Спектры отражения астероидов 201 Пенелопы, 21 Лютеции, 198 Ампеллы и 11 Партенопы с ранее определенными спектральными типами (напр., [1]) были получены в видимом и ближнем ИК диапазонах с разными интервалами времени (от нескольких десятков минут и более). Оказалось, что эти спектры имеют различия в наклоне континуума, интенсивности полос поглощения и некоторые другие, которые заметно превосходят ошибки измерений.

Спектры астероида *M*-типа 201 Пенелопы (период вращения  $P=3,747^h$ ), были получены нами 24/25 августа 1993 г. с  $\sim 18'$ - интервалами [2]. Спектры астероида *M*-типа 21 Лютеции ( $P=8,172^h$ ) были получены 31.08/01.09 2000 г. [3] и 05/06 ноября 2004 г. с  $\sim 10'$ - интервалами. Спектры астероида *S*-типа 198 Ампеллы ( $P=10,383^h$ ) были получены 18/19 и 19/20 августа 1999 г. примерно с суточным интервалом [4], а 2/3 ноября 2003 г. с  $\sim 10'$ - интервалами. Спектры астероида *S*-типа 11 Партенопы ( $P=9,43^h$ ) были получены 25/26 сентября 1993 г. примерно с часовыми интервалами [5], а 11/12 марта 2007 г. с  $\sim 10'$ - интервалами.

Повторные наблюдения 198 Ампеллы, 21 Лютеции и 11 Партенопы при других наблюдательных условиях полностью подтверждают ранее полученные результаты. Такие различия можно интерпретировать как значительные и быстрые вариации наблюдаемого среднего состава вещества при вращении астероидов, не соответствующие их установленным спектральным типам. Наши результаты, полученные оптическими методами, указывают на крайне высокую неоднородность состава поверхностного вещества 201 Пенелопы, 21 Лютеции, 198 Ампеллы и 11 Партенопы. Такой вывод подтверждается последними радиолокационными исследованиями 21 Лютеции, 198 Ампеллы и других малых планет подобных типов [6]. Если считать, что эти астероиды являются телами, прошедшими магматическую дифференциацию (напр., [7]), то наблюдаемая неоднородность их вещества может быть следствием их столкновений с более примитивными телами, имеющими другую минералогию. Другая возможность состоит в том, что рассматриваемые астероиды являются обломками более крупных родительских тел, имевших слоистую структуру после магматической дифференциации. В любом случае из полученных результатов следует, что спектральные типы данных астероидов являются неоднозначными.

**Ссылки:** [1] Tolen D. J., Barucci M. A. (1989), in *Asteroids II* (R. P. Binzelet al., eds), 298-315, Univ. of Arizona Press, Tucson. [2] Busarev V. V. (1998), *Icarus*, **131**, 32-40. [3] Busarev V. V. et al. (2004), in "The new ROSETTA targets" (L. Colangeli et al., eds.), 79-83, Kluwer Acad. Publishers. [4] Busarev V. V., Krugly Yu. N. (2000) *32<sup>th</sup> Vernadsky Inst. - Brown Univ. Microsym. on Compar. Planetol.*, abstracts, pp. 24-25. [5] Busarev V. V. (1997) *26<sup>th</sup> Vernadsky Inst. - Brown Univ. Microsym. on Compar. Planetol.*, , abstracts, 15-16. [6] Magri C. et al. (2007) *Icarus*, **186**, 126-151. [7] Gaffey M. J. et al. (1989) in *Asteroids II* (R. P. Binzelet al., eds), 98-127, Univ. of Arizona Press, Tucson.

## SPECTRAL INVESTIGATIONS OF ASTEROIDS OF AMBIGUOUS TYPES: 201 PENELOPE, 21 LUTETIA, 198 AMPELLA AND 11 PARTHENOPE

V. V. Busarev,  
SAI MSU

Reflectance spectra of asteroids 201 Penelope, 21 Lutetia, 198 Ampella and 11 Parthenope with previously determined spectral types (e. g., [1]) were obtained in the visible and IR ranges at various intervals of time (from ten minutes and more). The spectra have differences in the slope of continuum, the intensity of absorption bands and some others which exceed considerably errors of measurements.

Spectra of the *M*-type asteroid 201 Penelope (rotational period  $P=3.747^h$ ) were obtained 24/25 August 1993 at  $\sim 18'$ - intervals [2]. Spectra of the *M*-type asteroid 21 Lutetia ( $P=8.172^h$ ) were obtained 31.08/01.09 2000 [3] and 5/6 November 2004 at  $\sim 10'$ - intervals. Spectra of the *S*-type asteroid 198 Ampella ( $P=10.383^h$ ) were obtained 18/19 August 1999 nearly at a day interval [4] and 2/3 November 2003 at  $\sim 10'$ - intervals.

Spectra of the S-type asteroid 11 Parthenope ( $P=9.43^h$ ) were obtained 25/26 September 1993 at ~an hour-intervals [5] and 11/12 March 2007 at ~10' - intervals.

Repeated observations of 21 Lutetia, 198 Ampella and 11 Parthenope at other observational conditions confirm completely previously results. The found distinctions may be interpreted as considerable and quick variations of the mean observable content of matter with rotation of the asteroids. We concluded that the variations do not correspond to established spectral types of the asteroids. The results obtained by optical methods point to an extremely high heterogeneity of content of the surface asteroid matter of 201 Penelope, 21 Lutetia, 198 Ampella and 11 Parthenope. It is confirmed also by results of recent radar observations of 21 Lutetia, 198 Ampella and other asteroids of similar types [6]. If to consider, that the asteroids are bodies passed through igneous differentiation (e. g., [7]), then the observed heterogeneity of their matter may be a consequence of their collisions with more primitive bodies having a different mineralogy. Another opportunity consists that the asteroids considered may be fragments of larger parental bodies possessed a layered structure after igneous differentiation. In any case, as it follows from the obtained results, spectral types of the asteroids are ambiguous.

**References:** [1] Tolen D. J., Barucci M. A. (1989), in *Asteroids II* (R. P. Binzelet al., eds), 298-315, Univ. of Arizona Press, Tucson. [2] Busarev V. V. (1998), *Icarus*, **131**, 32-40. [3] Busarev V. V. et al. (2004), in "The new ROSETTA targets" (L. Colangeli et al., eds.), 79-83, Kluwer Acad. Publishers. [4] Busarev V. V., Krugly Yu. N. (2000) *32<sup>th</sup> Vernadsky Inst. - Brown Univ. Microsym. on Compar. Planetol.*, abstracts, pp. 24-25. [5] Busarev V. V. (1997) *26<sup>th</sup> Vernadsky Inst. - Brown Univ. Microsym. on Compar. Planetol.*, , abstracts, 15-16. [6] Magri C. et al. (2007) *Icarus*, **186**, 126-151. [7] Gaffey M. J. et al. (1989) in *Asteroids II* (R. P. Binzelet al., eds), 98-127, Univ. of Arizona Press, Tucson.

### КАТАЛОГ АСЗ ИПА РАН

Виноградова Т.А., Заботин А.С.

*Институт прикладной астрономии РАН*

E-mail: shooreek@gmail.com

Каталог содержит орбитальные данные, физические характеристики и некоторую другую информацию о наблюдениях астероидов, имеющих перигелийные расстояния меньше чем 1.33 а.е. Эти астероиды могут сближаться с Землей на расстояния порядка 50 млн. км и менее. Данные каталога представлены в виде 5 отдельных таблиц: сведения о наблюдениях, орбитальные данные, физические характеристики, обстоятельства сближения, эфемериды. Каталог имеет веб-интерфейс и доступен по адресу: <http://www.ipa.nw.ru/PAGE/DEPFUND/LSBSS/hazard/>

К каждой таблице применимы следующие функции: исключение колонок, наложение разнообразных условий на колонки, сортировка. Существует возможность просматривать таблицы как в виде HTML-таблиц, так и в виде текста. На июнь 2007 года каталог содержит 4618 объектов, среди которых как нумерованные, так и ненумерованные астероиды. Из всех объектов 850 имеют параметр MOID (минимальное расстояние между орбитами) менее 0.05 а.е. и звездную величину менее 22<sup>m</sup>.

### NEAS CATALOGUE OF IAA OF RAS

Vinogradova T.A., Zabolotin A.S.

*Institute of applied astronomy RAS*

The catalogue contains orbital data, physical characteristics and some other information on observations of asteroids having perihelion distances less than 1.33 a.u. and therefore capable of approaching the Earth at distances of the order 50 mln. km and less. The data contained in the catalogue are given in 5 separate tables comprising information on observations, orbital data, physical characteristics, circumstances and the ephemerides of approaches respectively. The catalogue has web-interface and is available on the following adress: <http://www.ipa.nw.ru/PAGE/DEPFUND/LSBSS/hazard/>

Excluding of columns, custom conditions for columns and sorting of columns are available for each table. HTML and text modes are available. On June 2007 catalogue contains 4618 objects, both numbered and unnumbered asteroids. Among all objects 850 have parameter MOID (Minimum Orbit Intersection Distance) less than 0.05 au and magnitude less than 22<sup>m</sup>.

# ПРОЧНОСТЬ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ЯДРА КОМЕТЫ 9P/ТЕМПЕЛЯ 1 И ПАРАМЕТРЫ ИСКУССТВЕННОГО КРАТЕРА НА НЕМ

Чубко Л.С., Кручиненко В.Г., Чурюмов К.И.

*Астрономическая обсерватория КНУ им. Т. Шевченко, Киев*

Мы представляем теоретическую модель формирования ударного кратера на поверхности кометного ядра. Согласно работе Эпика (Opik, 1976), в основе теории образования кратера лежит перенос момента количества движения (импульса) ударника цели. Было показано, что в результате столкновения медного ударника Deep Impact с ядром кометы 9P/Tempel на поверхности ядра должен был образоваться искусственный ударный кратер диаметром от 22 до 57 м и глубиной от 4.8 до 5.7 м. Модель была подтверждена расчетами для Аризонского кратера. Зависимость прочности  $\sigma_p$  верхних слоев кометного ядра кометы 9P/Tempel 1 от диаметра D образовавшегося кратера описывается формулой:

$$\sigma_p = 5.17 \cdot 10^{20} D^{-4.286}$$

В то же время в работе (A'Hearn, et. al., 2005) из анализа эмиссий очень мелких (микронных) частиц, из которых состоит поверхность кометы, как утверждают авторы, глубиной в метры, прочность такой субстанции очень маленькая - меньше 65 Па = 65 Н/м<sup>2</sup>. Если принять такую прочность в нашей модели, мы получим, что диаметр кратера может быть порядка 150 м.

Литература:

Opik E. J. Interplanetary encounters. - New York: Elsevier scient. Publ. Comp. - 1976. - 155 p.

A'Hearn M.F., Belton M.J.S., Delamere W.A. et al.). Deep Impact: Excavating Comet Tempel 1 // Science. - 14 okt. 2005. - 310. - P. 258 - 264.

## STRENGTH OF THE SURFACE SHEET OF THE COMET 9P/TEMPEL 1 NUCLEUS AND PARAMETERS OF THE ARTIFICIAL CRATER ON IT

Chubko L.S., Kruchinenko V.G., Churyumov K.I.

*Astronomical observatory, Kyiv Shevchenko national university*

We present the theoretical model of an explosive crater formation on a surface of a comet nuclei. According to work Opik (1976), the basis of the theory of the crater formation is transfer by impactor to target of quantity of movement (impulse). It has been shown that as a result of collision of the Deep Impact copper impactor with the comet 9P/Tempel nucleus an artificial explosive crater by a diameter from 22 to 57 m and by a depth from 4.8 to 5.7 m must be formed on the nucleus surface. The model was used and confirmed for Arizona crater. The dependence of strength  $\sigma_p$  of superficial layers of the cometary nucleus of comet 9P/Tempel 1 from diameter D of the formed crater is given by

$$\sigma_p = 5.17 \cdot 10^{20} D^{-4.286}$$

At the same time, in the work (A'Hearn, et. al., 2005) from the analysis of emission of very fine (micron) particles which make a surface of a comet as authors approve, by depth in tens meters, strength of such substance is extremely small - less than 65 Pa = 65 N/m<sup>2</sup>. If to accept such strength in our model we receive, that diameter of a crater can be the order of 150 m.

References:

Opik E. J. Interplanetary encounters. - New York: Elsevier scient. Publ. Comp. - 1976. - 155 p.

A'Hearn M.F., Belton M.J.S., Delamere W.A. et al.). Deep Impact: Excavating Comet Tempel 1 // Science. - 14 okt. 2005. - 310. - P. 258 - 264.

**ПОВЕДЕНИЕ БЛЕСКА АСТЕРОИДОВ НА БОЛЬШИХ ФАЗОВЫХ УГЛАХ:  
ВЛИЯНИЕ НА ОЦЕНКИ РАЗМЕРОВ**

Шевченко В.Г.

*НИИ астрономии ХНУ*

E-mail: shevchenko@astron.kharkov.ua

В ряде случаев наблюдения и открытия АСЗ (особенно потенциально опасных астероидов) выполняются на больших фазовых углах ( $>70$  град), что связано с условиями их видимости. Исходя из этого, при определении абсолютной звёздной величины и получении оценочных значений размеров следует учитывать нелинейное убывание блеска на больших фазовых углах. Обычная методика определения абсолютной звёздной величины с помощью HG-функции дает заниженное значение абсолютного блеска, что приводит к занижению диаметра астероида до 30% от реальных размеров. Более корректной методикой определения абсолютной звездной величины по измеренным значениям блеска на больших фазовых углах может служить калибровочная фазовая зависимость блеска. Подобная фазовая зависимость строится как составная по хорошо измеренным фазовым зависимостям некоторых астероидов (напр. астероиды 1862 Apollo и 5535 Annefrank). При использовании такой фазовой зависимости точность определения абсолютной звездной величины возрастает и, соответственно, неточность в определении размеров существенно уменьшается. Данная работа частично выполнена благодаря гранту Министерства образования и науки Украины.

**BEHAVIOR OF ASTEROID BRIGHTNESS AT LARGE PHASE ANGLES:  
INFLUENCE ON SIZE ESTIMATIONS**

Shevchenko V.G.

*Institute of Astronomy of KhNU*

E-mail: shevchenko@astron.kharkov.ua

In some cases the observations and the discoveries of NEAs (particularly for potentially hazardous asteroids) are performed at large phase angles ( $>70$  deg), because of conditions of their appearance. Therefore for determination of the absolute magnitude and for estimation of asteroid size it is necessary to take into account the nonlinear brightness decrease at large phase angles. The usual method of determination of the absolute magnitude using HG-function fit overestimates the absolute magnitude for observations at large phase angles that leads to underestimation of asteroid diameter up to 30%. More correct method for estimation of the absolute magnitude for brightness measurements at large phase angles is the using of the calibrated magnitude-phase dependence. The calibrated magnitude-phase dependence is composed by well measured magnitude-phase dependences of some asteroids (for example, 1862 Apollo and 5535 Annefrank). Using this magnitude-phase dependence, the error of determination of the absolute magnitude decreases and the uncertainty of estimation of asteroid diameter is considerably less. This work was partly supported by the grant of the Ukrainian Ministry of Education and Science.

## ФОТОМЕТРИЯ АСТЕРОИДОВ, СБЛИЖАЮЩИХСЯ С ЗЕМЛЕЙ

Гафтонюк<sup>1</sup>Н.М., Круглый<sup>2</sup>Ю.Н.

<sup>1</sup>НИИ “КрАО”, <sup>2</sup>НИИ астрономии ХНУ

E-mail: nel@simeiz.ylt.crimea.com; krugly@astron.kharkov.ua

В докладе представлены результаты фотометрических наблюдений астероидов, сближающихся с Землей (АСЗ), полученные в 2005-2007 гг. в Симеизе.

ПЗС-наблюдения АСЗ проводились на 1-м телескопе Цейсса в стандартной фотометрической системе Джонсона-Козинса. Цель наблюдений – определение параметров вращения астероидов, их формы, свойств поверхности и др. Большое внимание уделялось наблюдениям вновь открытых АСЗ. Работа была направлена на решение следующих задач:

- определение координат полюса астероида и построение модели его формы по наблюдениям при больших изменениях фазового угла и аспекта (1627 Ивар, 1980 Тезкатлипока, 1036 Ганимед);
- изучение влияния YORP эффекта на вращение астероида (наблюдения астероида 1982 Аполлон, проведенные в Симеизе и других обсерваториях, позволили впервые обнаружить YORP эффект);
- определение характеристик АСЗ, которые являются целями радарных наблюдений (100085 1992 UY4, 2004 XP14, 2006 VV2);
- изучение потенциально опасных для земной цивилизации объектов (300- метровый астероид 2006 RZ, сближавшийся с Землей на расстояние 0.013 а.е. в октябре 2006 г.; астероид 2006 VV2 с  $D > 1$  км, прошедший вблизи Земли (0.023 а.е.) в марте 2007 г.);
- обнаружение и исследование двойных АСЗ (2005 AB, 6611 1993 VW).

### Photometry of Near-Earth Asteroids

Gaftonyuk<sup>1</sup> N.M., Krugly<sup>2</sup> Yu.N.

<sup>1</sup>SRI “CrAO”, <sup>2</sup>Institute of Astronomy of KhNU

E-mail: nel@simeiz.ylt.crimea.com; krugly@astron.kharkov.ua

In the report the results of photometric near-Earth asteroids (NEA) observations obtained in 2005-2007 in Simeiz are presented.

CCD-observations of NEAs carried out using 1-m Zeiss telescope in the standard Johnson-Cousins photometric system. The aim of observations is determination of rotational parameters of the asteroids, their shapes, surface properties etc. Special emphasis was pointed on newly discovered NEAs. Work was directed on the decision of the following tasks:

- definition of pole coordinates of asteroid and construction model of his form on observations at the large changes of a phase angles and aspect (1627 Ivar, 1980 Tezcatlipoca, 1036 Ganymed);
- study of influence YORP-effect on rotation of asteroid (observations of asteroid 1982 Apollo, carried out in Simeiz and other observatories, for the first time have allowed to find out YORP-effect );
- determination of NEAs characteristics which are the purposes of radar observations (100085 1992 UY4, 2004 XP14, 2006 VV2);
- study of objects which are potentially hazardous for civilization (300-meter asteroid 2006 RZ approached with the Earth on distance 0.013 a.e. in October, 2006; asteroid 2006 VV2 with  $D > 1$  km, past near the Earth (0.023 a.e.) in March, 2007);
- discovery and investigate binary NEAs (2005 AB, 6611 1993 VW).



## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОГРАНИЧЕНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ ВРАЩЕНИЯ КОМЕТНЫХ ЯДЕР

Сидоренко В.В.

*ИПМ им. М.В. Келдыша РАН*

E-mail: sidorenk@spp.keldysh.ru

Столкновение нашей планеты с кометным ядром представляет такую же угрозу для человечества, как и столкновение с астероидом. Для исследования и для уничтожения потенциально опасных кометных ядер необходимо понимать, какие свойства типичны для движения этих объектов относительно их центров масс.

В предложенной Ф. Уипплом классической модели кометного ядра [1] анизотропное испарение льда, обусловленное действием солнечного излучения, приводит к появлению реактивных моментов, постепенно изменяющих характеристики вращательного движения ядра.

С помощью метода усреднения мы исследовали различные варианты вековой эволюции вращательного движения кометных ядер и выделили параметры, определяющие качественные свойства движения на больших временных интервалах.

В качестве примера обсуждаются возможные варианты эволюции вращательного движения ядра кометы Борелли [2].

1. Whipple F.L. A comet model. I. The acceleration of Comet Encke // *Astrophys. J.*, vol. 111, p. 375-394 (1950).
2. Kerr R.A. Close look at the heart of Borrelly // *Science*, vol. 294, p. 27–28 (2001).

## ANALYTICAL CONSTRAINTS ON COMET NUCLEUS ROTATION

Sidorenko V.V.

*Keldysh Institute of Applied Mathematics*

E-mail: sidorenk@spp.keldysh.ru

Although the asteroids are considered mainly as the threat to the mankind, the collision with comet nucleus will possess dramatic results also. Both for the investigations and for the destruction of the potentially dangerous comet nuclei it is necessary to understand better their rotation states.

In the classical comet nucleus model suggested by F. Whipple [1], anisotropic ice sublimation due to solar radiation produces reactive torques that act on the nucleus and give rise to the slow variation of its rotation state. We develop a systematic approach to the problem by studying the rotational evolution of a comet nucleus using the averaging method. This approach allows us to extract the relevant physical parameters that control the evolution of a comet's rotation state.

As an example we discuss some possible scenarios of rotational evolution for the nucleus of comet Borrelly [2].

1. Whipple F.L. A comet model. I. The acceleration of Comet Encke // *Astrophys. J.*, vol. 111, p. 375-394 (1950).
2. Kerr R.A. Close look at the heart of Borrelly // *Science*, vol. 294, p. 27–28 (2001).



## ВОЗМОЖНЫЙ НЕГРАВИТАЦИОННЫЙ ЭФФЕКТ, РАЗДЕЛЯЮЩИЙ АСТЕРОИДЫ С РАЗНЫМИ АЛЬБЕДО

Казанцев А.М.

*Астрономическая обсерватория КНУ им. Тараса Шевченко ankaz@observ.univ.kiev.ua*

Выполнены численные расчеты 1694 орбит нумерованных астероидов, включенных в каталог IRAS, от эпохи 13 ноября 1996 г. к эпохе 6 марта 2006 г. Вычислены величины  $da$  – разности между каталожными значениями больших полуосей орбит и расчетными. Построены зависимости альbedo астероидов  $p$  от  $da$ . Усредненные зависимости  $p(da)$  показывают статистически значимое уменьшение  $da$  с увеличением  $p$ . Другими словами, большие полуоси орбит низкоальбедных астероидов в среднем увеличиваются по отношению к большим полуосям высокоальбедных астероидов. Для объяснения этого факта можно предположить существование некоторого негравитационного эффекта. Такое предположение подтверждается распределениями  $p(a)$  для отдельных семейств астероидов, в первую очередь, семейства Флоры. Скорость подобного пространственного разделения для астероидов главного пояса с размерами 10 – 50 км составляет по порядку 1 а.е. за  $10^8$  лет.

Для описания физического механизма такого эффекта требуется отдельное исследование, что планируется в дальнейшем.

## POSSIBLE NON-GRAVITATIONAL EFFECT, CAUSING SPATIAL SEPARATION OF ASTEROIDS WITH DIFFERENT ALBEDOS

Kazantsev A.M..

*Astronomical observatory of Taras Shevchenko Kyiv National University*

E-mail: ankaz@observ.univ.kiev.ua

Numerical calculations of orbit evolutions of 1694 numbered asteroids included in the IRAS catalogue, from November 13, 1996 to March 6, 2006 were carried out. The values  $da$  – differences between the catalogue semimajor axes at March 6, 2006 and the calculated ones were computed. Dependences of asteroid albedo  $p$  upon  $da$  were constructed. The average dependence  $p(da)$  shows decrease of  $da$  at increase of  $p$ , and it is statistically significant. In other words, semimajor axes of low-albedo asteroids are, on average, increasing as compared with high-albedo ones. To explain this fact it may be supposed an existence possibility of a non-gravitational effect. Such supposition is confirmed by distributions  $p(a)$  for asteroid families, above all, Flora family. Speed of such possible spatial separation for MBAs with sizes 10 - 50 km in order of magnitude is about 1 AU per  $10^8$  years.

The physical mechanism of the effect needs a separate research that is planned later on.

## ФОТОМЕТРИЯ И АСТРОМЕТРИЯ НЕКОТОРЫХ СБЛИЖАЮЩИХСЯ С ЗЕМЛЕЙ АСТЕРОИДОВ

Верещагина И.А., Горшанов Д.Л., Девяткин А.В.

*ГАО РАН*

E-mail: ver-iraida@yandex.ru

Приводятся результаты астрометрических и фотометрических наблюдений астероидов, сближающихся с Землей, в частности: 5407, 2006 VV2, 2007 BD.

Для астероида 2007 BD, обнаруженного в январе этого года, больше половины всех проведенных наблюдений приходится на долю Пулковской обсерватории. Из полученного ряда наблюдений данного объекта была сделана оценка периода изменения его блеска, который оказался необычайно коротким – порядка 6 минут.

Для астероида 2006 VV2, который оказался двойным, получены кривые блеска в четырех фильтрах: В, V, R, I, из которых были сделаны оценки трех соответствующих показателей цвета, а также был подтвержден период изменений его блеска, равный 2 часам.

## PHOTOMETRY AND ASTROMETRY OF SOME NEAR EARTH ASTEROIDS

Verestchagina I.A., Gorshanov D.L., Devyatkin A.V.

MAO RAS

E-mail: ver-iraida@yandex.ru

The results of astrometrical and photometrical observations of some Near Earth Asteroids have been demonstrated, namely: 2006 VV2, 5407, 2007 BD.

For asteroid 2007 BD, that has been discovered at January of the year, more then a half of all obtained observations have been carried out in Pulkovo observatory. From the observations data for this object estimation of brightness variation's period has been obtained and the period have been happened phenomenal short – about 6 minuts.

For asteroid 2006 VV2, that has been happened binary, lightcurves in 4 filters: B, V, R, I, have been obtained and estimations of corresponding color indexes have been calculated. Besides, period of brightness variation that equals 2 hours have been confirmed.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОПАСНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ МЕТОДАМИ ПОЛЯРИЗАЦИИ

Неводовский<sup>1</sup> П.В. , Видьмаченко<sup>1</sup> А.П., Неводовский<sup>1</sup> Е.П., Гераймчук<sup>2</sup> М.Д.

<sup>1</sup> Главная астрономическая обсерватория НАН Украины,

<sup>2</sup> Национальный технический университет Украины. Киевский политехнический институт,

E-mail: nevod@mao.kiev.ua

Метеориты, астероиды, космические объекты как земного, так и неземного происхождения, движущиеся в окрестности орбиты Земли, представляют космическую угрозу, как для жизни на Земле, так и для существования самой Земли. Поляризационный метод изучения околоземных объектов по ряду объективных причин является весьма эффективным средством для их регистрации на фоне звездного неба, а также для определения их оптических и физических параметров. ГАО НАН Украины на протяжении ряда лет ведет разработку и использование поляриметрической аппаратуры как наземного так космического базирования. Эту аппаратуру, а также накопленный опыт можно использовать для оперативного контроля и исследования опасных космических объектов.

## THE RESEARCHING OF DANGEROUS SPACE OBJECTS BY POLARIZATION METHODS.

Nevodovskiy P.V.<sup>1</sup>, Vid'machenko A.P.<sup>1</sup>, Nevodovskiy E.P.<sup>1</sup>, Geraimchuk M.D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Main Astronomical Observatory of National Academy of Science of Ukraine, Kyiv,

<sup>2</sup> National Technical University of Ukraine "KPI", Kyiv

Meteorites, asteroids, as well as other cosmic object as terrestrial (space debris), so and unearthy origin, moving in region of Earth orbits, are very dangerous both for life on the Earth, and for existence of the Earth. Polarimetric method for the study of near Earth asteroid and of space debris is more efficient for their registrations on background sky, as well as for determination their optical and physical parameter. MAO of NASU during of some years conducts development and uses polarimetric equipments ground and space basing. This equipment, and also the accumulated experience it is possible to use for the operative control and research of dangerous space objects.

## ФЛУКТУАЦИИ ЯРКОСТИ ШЕСТИ КОМЕТ 1999-2004 ГОДОВ И ИХ СВЯЗЬ С СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТЬЮ

Чурюмов<sup>1</sup> К.И., Филоненко<sup>2</sup> В.С., Чубко<sup>1</sup> Л.С.

<sup>1</sup>Астрономическая обсерватория КНУ им. Т. Шевченко

<sup>2</sup>НИИ астрономии ХНУ им. В.Н.Каразина

Построены и исследованы детальные кривые блеска комет C/1999 S4 (LINEAR), C/2001 Q4 (NEAT), C/2002 T7 (LINEAR), C/2002 V1 (NEAT), C/2004 Q2 (Machholz) и 153P/2002 C1 (Ikeya-Zhang). Определены фотометрические параметры  $H_0$ ,  $H_{10}$  и  $n$  этих комет и исследованы их флуктуации с изменением гелиоцентрического расстояния. Изучены особенности вспышечной активности этих комет: составлен каталог вспышек блеска и определены индексы вспышечной активности. Проведено сравнение кривых блеска с вариациями солнечных индексов активности: изменением чисел Вольфа, площадей пятен и др. Для всех комет обнаружена связь отдельных вспышек блеска, а также резких падений блеска с изменением уровня солнечной активности. Для комет C/1999 S4 (LINEAR) и C/2002 T7 (LINEAR) найдена статистически значимая связь вспышечной активности с уровнем солнечной активности. Обнаружено влияние солнечной активности на скачкообразные изменения фотометрического параметра  $n$ , характеризующего темп изменения блеска кометы с гелиоцентрическим расстоянием.

## FLUCTUATIONS OF BRIGHTNESS OF SIX COMETS 1999-2004 AND THEIR CONNECTION WITH THE SOLAR ACTIVITY

K.I.Churyumov<sup>1</sup>, V.S.Filonenko<sup>2</sup>, L.S. Chubko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Astronomical observatory, Kyiv Shevchenko national university, 3 Observatorna, Kyiv 04053, Ukraine

<sup>2</sup>Astronomical observatory, Kharkiv Rfrazin national university, Kharkiv

Detailed light curves of comets C/1999 S4 (LINEAR), C/2001 Q4 (NEAT), C/2002 T7 (LINEAR), C/2002 V1 (NEAT), C/2004 Q2 (Machholz) and 153P/2002 C1 (Ikeya-Zhang) are constructed and investigated. Photometric parameters  $H_0$ ,  $H_{10}$  and  $n$  of these comets are determined and their fluctuations with change of heliocentric distance are studied. Peculiarities of brightness outbursts activity of these comets are studied: the catalogue of brightness outbursts is made and indexes of brightness outbursts activity are determined. Comparison of light curves with variations of the solar activity indexes is made: change of numbers of Wolf, the areas of spots, etc. For all comets connection of separate brightness outbursts, and also sharp decreasing of brightness with change of a level of solar activity is found out. For comets C/1999 S4 (LINEAR) and C/2002 T7 (LINEAR) statistically significant connection of brightness outbursts activity with a level of solar activity is found. Influence of solar activity on spasmodic changes of photometric parameter  $n$ , which defines change rate of a comet brightness with heliocentric distance is found out.

## **СЕКЦИЯ:**

### **Мониторинг малых тел Солнечной системы**

#### **СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИКЕ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫМИ ОБЪЕКТАМИ И НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИНСТИТУТА АСТРОНОМИИ РАН**

Барабанов С.И., Крючков С.В., Титов Д.Е.

*ИНАСАН*

E-mail: sbarabanov@inasn.ru

#### **MODERN REQUIREMENTS FOR EQUIPMENT OBSERVING FOR NEOS AND OBSERVATIONAL POSSIBILITIES OF INASAN**

Barabanov S.I., Kruchkov S.V., Titov D.E.

На сегодняшний день уже обнаружено свыше 4,5 тысяч небесных тел, сближающихся с орбитой Земли. Количество тел, сближающихся с орбитой Земли и имеющих размеры свыше 1 км оценивается примерно в 1000-1200 шт., из которых примерно 80-90% уже обнаружено. Во всем мире сейчас разворачиваются работы по организации наблюдений сближающихся с орбитой Земли тел с размерами, начиная, примерно, со 100 м. Для простоты оценки численности потенциально опасных объектов с размерами свыше 100 м примем общую экспоненциальную зависимость распределения их по размерам. Тогда окажется, что их число можно оценить от нескольких десятков тысяч (порядка 60000 [G.H. Stokes *et al*, 2003]) до свыше 150 тысяч [NASA report to congress, 2007]. Массовое обнаружение и исследование таких объектов имеет несколько особенностей, предъявляющих достаточно определенные требования к наблюдательной аппаратуре, методике наблюдений и программному обеспечению для обработки наблюдательной информации и получения орбитальных параметров и оценок блеска. В докладе будут описаны требования к наблюдательной технике и программному обеспечению, которые выдвигаются задачей массового обнаружения и исследования потенциально опасных тел с размерами свыше 100 м. Вместе с тем, очень актуально стоит задача исследования физико-химических свойств поверхности обнаруженных объектов методами фотометрии, спектрометрии и поляриметрии. С помощью таких измерений возможно отнесение объектов к определенному (токсономическому) классу, определение их альbedo, абсолютной звездной величины, размера, формы и т.п. Для таких измерений требуется специально созданная аппаратура, причем наблюдения и обработка измерений также требуют особых подходов. В ИНАСАН проводятся наблюдения потенциально опасных небесных тел на трех телескопах. В докладе описываются наблюдательные возможности ИНАСАН для решения упомянутых современных наблюдательных задач, характеристики имеющейся аппаратуры и эффективность ее работы.

## УКРАИНСКАЯ СИНХРОННАЯ СЕТЬ МАЛЫХ ИНТЕРНЕТ ТЕЛЕСКОПОВ КАК ИНСТРУМЕНТ БЫСТРОГО РЕАГИРОВАНИЯ ДЛЯ БЫСТРОТЕЧНЫХ СОБЫТИЙ

*Жиляев Б.Е.<sup>1</sup>, Андреев М.В.<sup>2</sup>, Романюк Я.О.<sup>1</sup>, Сергеев А.В.<sup>2</sup>, Тарадий В.К.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Главная Астрономическая Обсерватория, НАН Украины

<sup>2</sup> Международный Центр Астрономических и Медико-экологических Исследований

E-mail: zhilyaev@mao.kiev.ua

Украинская Синхронная Сеть малых Интернет Телескопов (Сеть) - система автоматизированных телескопов для синхронного мониторинга быстротечных событий, связанных с переменными звездами, малыми телами Солнечной системы, околоземными объектами (NEO), гамма - вспышками и т.п. Инструменты Сети чувствительны вплоть до  $\sim 18$  зв. вел. Требуется около 60 секунд для получения первых изображений быстротечных событий после приема сигнала оповещения. Телескопы Сети оборудованы ПЗС камерами с быстрым переносом зарядов, чтобы изучать астрофизику явлений в диапазоне до десятков Гц. Сеть состоит из двух наблюдательных комплексов в Украине и России (Пик Терскол), укомплектованных телескопами Celestron с апертурой 11 и 14 дюймов. Используя GPS приемники, мы синхронизируем экспозиции двух удаленных телескопов Сети с абсолютной точностью лучше 1 мс. Мы используем UBVR фильтр-набор. Программное обеспечение ПЗС функционирует под управлением ОС Windows XP. Отличительная особенность Сети состоит в синхронном действии нескольких удаленных телескопов. Это открывает путь к изучению более широкого класса проблем под другим углом зрения. Телескопы Сети позволяют изучать переменность объектов до  $U \sim 12$  с секундным временным разрешением. Используя технику совпадений, можно добиться временного разрешения около 0.1 для объектов 10 - 14 величины. Сеть начнет действовать с середины 2008 г.

## UKRAINIAN SYNCHRONOUS NETWORK OF SMALL INTERNET TELESCOPES AS RAPID ACTION INSTRUMENT FOR TRANSIENT OBJECTS

*Zhilyaev B.E.<sup>1</sup>, Andreev M.V.<sup>2</sup>, Romanyuk Ya.O.<sup>1</sup>, Sergeev A.V.<sup>2</sup>, Tarady V.K.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Main Astronomical Observatory, NAS of Ukraine

<sup>2</sup> International Centre for Astronomical, Medical and Ecological Research

Email: zhilyaev@mao.kiev.ua

The Ukrainian synchronous Network of small Internet Telescopes (UNIT) is a system of automated telescopes that search for simultaneous optical activity of transient objects associated with variable stars, small bodies of the Solar system, Near-Earth objects (NEOs), gamma-ray bursts, etc. Their instruments are sensitive down to  $M_v \sim 18$  and require an average of 60 seconds to obtain the first images of the transient objects after the alarm notice. Telescopes of UNIT are equipped with fast frame-transfer CCD cameras to study astrophysics on the timescales up to tens Hz. UNIT consists of two observation complexes in Ukraine and Russia (Peak Terskol) complete by small Celestron robotic telescopes with aperture 11 and 14 inches. Using a GPS receiver, we will synchronize all exposures with two remote UNIT telescopes to an absolute accuracy of better than 1 millisecond. We will use the UBVR filter-set. The CCD software operates on Windows-based systems and gives complete control over the image capture functions. Distinctive feature of UNIT consists in synchronous operation of several far remote telescopes based on the robotic instrumentation. This allows studying wider class of problems at other viewing angle. Studies of variables which are  $M_U \sim 12$  on a timescale of a second could be accomplished with UNIT. We can use the coincidence technique with the remote UNIT telescopes operated synchronously in order to obtain the time resolution about 0.1 s, when studying transients, which are typically 10-14 magnitudes. UNIT will be operating by the middle of 2008.



## ОБРАБОТКА ПЗС-КАДРОВ В ПАКЕТЕ MIDAS/ROMAFOT

Андрук В.Н.<sup>1</sup>, Бутенко Г.З.<sup>2</sup>, Видьмаченко А.П.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ГАО НАНУ, <sup>2</sup>МЦ АМЭИ

E-mail: [andruk@mao.kiev.ua](mailto:andruk@mao.kiev.ua), [butenko@mao.kiev.ua](mailto:butenko@mao.kiev.ua)

Кратко описан метод обработки ПЗС-кадров, который реализован в пакете MIDAS/ROMAFOT на базе нового способа учета плоского поля.

Метод применим для обработки кадров звездных полей, протяженных объектов, движущихся малых тел Солнечной системы. Средняя квадратичная ошибка одного определения звездной величины составляет 0.02–0.03<sup>m</sup>, ошибка определения прямоугольных координат равна 0.03–0.04".

## PROCESSING OF THE CCD-IMAGES IN PACKAGE MIDAS/ROMAFOT

Andruk V.N.<sup>1</sup>, Butenko G.Z.<sup>2</sup>, Vid'machenko A.P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>MAO NAS of Ukraine, <sup>2</sup>International center for astronomical, medical and ecological research,

E-mail: [andruk@mao.kiev.ua](mailto:andruk@mao.kiev.ua), [butenko@mao.kiev.ua](mailto:butenko@mao.kiev.ua)

The procedures for reducing CCD images within the program package MIDAS/ROMAFOT, which incorporate a new method for removing flat field, are briefly described.

The method we shall apply to processing the image of star fields, extended objects, moving small bodies of Solar system. The rms error is 0.02–0.03<sup>m</sup> for magnitude determination and 0.03–0.04 for position determination.

## ПОТОК КОМЕТ НА ЗЕМЛЮ: ВОПРОСЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ ДАННЫХ

Светцов В.В.

*Институт динамики геосфер РАН*

E-mail: [svetsov@idg.chph.ras.ru](mailto:svetsov@idg.chph.ras.ru)

Астрономические наблюдения и оценки частоты столкновений показывают, что кометы должны сталкиваться с Землей значительно реже, чем астероиды. В то же время по наблюдениям большое количество крупных метеорных тел разрушается высоко в атмосфере, и их обычно считают объектами кометного происхождения. Выдвигались аргументы и в пользу кометной природы Тунгусского болида. Причины расхождения, вероятно, лежат в неправильной интерпретации наблюдательных данных. Разрушение каменных тел при меньших кажущихся нагрузках могут быть вызваны особенностями газодинамического обтекания, которые рассмотрены в докладе. Будут критически проанализированы и данные, полученные при изучении Тунгусского события. Работа поддержана РФФИ, проект 07-05-00026-а.

## COMETARY FLUX ON THE EARTH: PROBLEMS OF INTERPRETATION OF OBSERVATIONAL DATA

Svetsov V.V.

*Institute for Dynamics of Geospheres RAS*

E-mail: [svetsov@idg.chph.ras.ru](mailto:svetsov@idg.chph.ras.ru)

Astronomical observations and estimates of collision frequency show that comets must collide with the Earth much more rarely than asteroids. However, as follows from observations, plenty of bolides break up high in the atmosphere. They are usually treated as objects of cometary origin. Some researchers argued that the Tunguska bolide was also a comet. The plausible reason for this discrepancy is in inadequate understanding of observational data. The break up of stony objects at low apparent aerodynamic loads can result from specific features of the hydrodynamic flow around a body. The hydrodynamics, the interpretation of meteor observational data and the results of studies of the Tunguska event will be subjects to analysis and criticism in the report. The work was supported by RFBR, project 07-05-00026-а.



## **СПЕКТРОПОЛЯРИМЕТР НИЗКОГО СПЕКТРАЛЬНОГО РАЗРЕШЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕБЕСНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Видьмаченко А.П., Иванов Ю.С., Синявский И.И., Сосонкин М.Г.

*Главная астрономическая обсерватория НАН Украины, Киев, Украина*

E-mail:vida@mao.kiev.ua

Метеориты, астероиды и другие космические объекты как земного (космический мусор), так и неземного происхождения, движущиеся возле орбиты Земли, представляют космическую угрозу как для жизни на Земле, так и для существования самой Земли. Одним из весьма эффективных средств для регистрации таких объектов на фоне звездного неба, а также для определения оптических и физических параметров околоземных астероидов и крупного космического мусора является поляризационный метод. При этом при изучении безатмосферных небесных тел особое место следует отвести спектрополяриметрии. Наиболее характерным примером может быть выявление оптической неоднородности поверхности этих тел. В отличие от фотометрических исследований, когда вариации блеска могут быть обусловлены не только наличием на диске деталей с разными оптическими свойствами, но и несферической формой тела, - изменение же поляризационных свойств обусловлены, главным образом, оптической неоднородностью видимой поверхности. В ГАО НАН Украины создан спектрополяриметр «СПС» низкого спектрального разрешения, позволяющий для таких объектов получать спектральные сканы линейной поляризации и определять их основные оптические и физические характеристики. Прибор обеспечивает такие технические характеристики: спектральный диапазон 350-900 нм; точность измерения линейной поляризации до 0.1%; обеспечена привязка к точному времени получаемых данных. Оптическая схема СПС построена по традиционной схеме с коллиматором, диспергирующим блоком и камерным объективом. В качестве диспергирующего блока применена специальная дифракционная решетка, обеспечивающая квазиравномерную дисперсию по спектру. В плоскости приемника строятся две спектральные полосы в обыкновенных и необыкновенных лучах для двух полей – объекта и фона, или же для одной длинной спектральной щели. В спектральном диапазоне 350-900 нм дисперсия почти равномерна, что способствует повышению эффективности прибора в целом. С его помощью планируется выполнять наблюдения планет Солнечной системы, их спутников, астероидов, комет, крупного космического мусора и звезд, выделяемых на небе круглыми диафрагмами или прямоугольными щелями.

## **РАДИАНТЫ СЛАБЫХ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИХ МЕТЕОРОВ ПО ТЕЛЕВИЗИОННЫМ НАБ ЛЮДЕНИЯМ**

Голубаев А.В., Горбанев Ю.М.

*НИИ “Астрономическая обсерватория” Одесского Национального университета, Украина*

*skydust@tm.odessa.ua, skydust@rambler.ru*

Представлены результаты позиционной обработки наблюдательного материала, полученного с помощью телевизионного телескопического метеорного патруля Одесской астрономической обсерватории. Созданная наблюдательная аппаратура позволяет изучать не только яркую, но и слабую (до  $\sim 11^m$ ) компоненту метеорных потоков, а также исследовать слабые телескопические метеорные потоки недоступные фотографическим и визуальным методам.

За наблюдательный период 2003-2007 гг. с помощью метеорного патрулирования зафиксировано более 1000 телескопических метеоров.

Рассматривается возможность применения метода Станюковича для определения экваториальных координат радиантов для небазисных наблюдений метеоров. Проведена оценка точности определений координат радиантов, которая составляет 4-5 угл. мин.

## **THE RADIANTS OF THE FAINT TELESCOPIC METEORS BASED ON THE TV OBSERVATIONS**

Golubaev A.V., Gorbanev Yu.M.

*Scientific Research Institute "Astronomical Observatory" Odessa National University*

E-mail: skydust@tm.odessa.ua, skydust@rambler.ru

We present the results of the observing material positional reduction. That material has been gathered using the TV telescopic meteor patrol of the Odessa astronomical observatory. The equipment for observations that we created enables one to obtain not only the bright but also faint (up to 11 mag.) component of the meteor streams, as well as to investigate very faint meteor streams that cannot be observed visually and photographically. During the observing period 2003-2007 we have fixed more than 1000 TV meteors.

We have considered the possibility to use the Stanyukovich method for the determination of the equatorial co-ordinates for the non-basis meteor observation. Accuracy of the radiant coordinate determination is about 4-5 arcmin.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕЛЕВИЗИОННОГО МЕТЕОРНОГО ПАТРУЛИРОВАНИЯ В ОДЕССЕ ЗА 2003-2007 ГГ.**

Горбанев Ю.М.

*НИИ "Астрономическая обсерватория" Одесского Национального университета*

E-mail: skydust@tm.odessa.ua, skydust@rambler.ru

Представлены результаты телевизионного метеорного патрулирования в 2003-2007 гг. на Одесской астрономической обсерватории.

В настоящее время с помощью различных установок метеорного патруля зафиксировано более 1400 метеорных явлений. Описана структура созданной базы данных метеорного патрулирования, и ее возможности для оперативной обработки наблюдательного материала. Разработана методика обработки и создано программное обеспечение, которое позволяет проводить позиционные и фотометрические измерения метеорных изображений.

Представлены главные направления метеорных исследований, которые проводятся на Одесской обсерватории с использованием наблюдательного материала метеорного патрулирования.

## **RESULTS OF THE TV METEOR PATROL IN ODESSA OBTAINED DURING 2003-2007**

*Gorbanev Yu.M.*

*Scientific Research Institute "Astronomical Observatory" Odessa National University*

E-mail: skydust@tm.odessa.ua, skydust@rambler.ru

We have presented the results of the TV meteor patrol in 2003-2007 at the Odessa astronomical observatory.

At present time using the various meteor patrol equipment we have fixed more than 1400 meteor events. In this paper the structure of the meteor patrol database is described, as well as its possibilities for the quick data processing. We have created the method and elaborated the computer code that enables one to perform the positional and photometric treatment of the meteor images.

The main directions of the meteor investigations are described. They are carried out using the database collected with the help of Odessa meteor patrol.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ ОКОЛОЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ОПАСНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

Багров А.В.<sup>1</sup>, Кислицкий М.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ИНАСАН, г. Москва, <sup>2</sup>ФГУП «КБ «Арсенал»

E-mail: <sup>1</sup>abagrov@inasan.ru, <sup>2</sup>kbarsenal@petelink.ru

В ФГУП «КБ «Арсенал» ведётся проработка малого космического аппарата (МКА) для оперативного контроля обстановки в околоземном пространстве с помощью телевизионной техники. Предполагаемое аппаратное оснащение спутника ставит целью обнаружение находящихся на околоземных орбитах тел с видимой яркостью до 14<sup>m</sup>...16<sup>m</sup> при произвольном направлении движения тел и до 21<sup>m</sup>...22<sup>m</sup> в режиме отслеживания предполагаемого движения. Телевизионная камера МКА попутно будет регистрировать метеороидные тела с видимой яркостью не ниже 13<sup>m</sup> при произвольном направлении их движения. Тела размером 30 м будут обнаруживаться на удалении лунной орбиты, а более крупные - на расстоянии до нескольких миллионов километров от Земли. Таким образом, МКА обеспечит принципиальную возможность обнаружения ОКО за 3-5 суток до их максимального сближения с Землей.

Предполагается наземная поддержка космических наблюдений наземными телескопами как для точного измерения параметров движения ОКО, так и для исследования их физических свойств. Рассмотрен технический облик МКА на базе унифицированной космической платформы «Нева».

### **APPLICATION OF SPACE CONTROL SPACE PROBES TO DETECTION OF HAZARD SPACE BODIES**

A.V.Bagrov<sup>1</sup> and M.I.Kislitsky<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INASAN, Moscow; <sup>2</sup>DB Arsenal FSUE

E-mail: <sup>1</sup>abagrov@inasan.ru, <sup>2</sup>kbarsenal@petelink.ru

Design Bureau Arsenal FSUE works out a construction of minor space probe (MSP) for National Space Control Survey. Proposed observation equipment is oriented to detection of any object on near-Earth orbit at arbitrary visible movement and up to 21<sup>m</sup>...22<sup>m</sup> in tracking mode. Its TV-camera will register as by-product meteoroids with visible brightness above 13<sup>m</sup> at arbitrary fly direction. 30-meter bodies would be detected at distance of lunar orbit, as well as larger hazardous object can be detected at distance of several billion kilometers from the Earth. So space observation technique will allow early warning about appearance of hazardous bodies at 3-5 days before closest encounter with the Earth.

The Earth-based observations seem to be necessary part of supplying of space observations for increasing of accuracy of observed orbital parameters of the hazardous object and for investigations of its physical properties. A preliminary design of MSP based on universal space platform NEVA is considered.

### **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЯ МЕТЕОРНЫХ СОБЫТИЙ**

Расхожев В.Н.

*Воронежский государственный университет*

E-mail: raskhozhev@phys.vsu.ru

Разрабатываемая программа анализирует файлы формата \*.avi, сформированные телевизионной системой в процессе наблюдений.

Анализ проводится в два этапа – определение среднего уровня шумов по двумстам первым кадрам для последующего осреднения и собственно обнаружение новых ярких точек.

Работоспособность программы испытывалась на тестовых файлах и файлах результатов реальных наблюдений. Время анализа превышает время наблюдения примерно в два раза, объем информации для визуального анализа уменьшается на порядок.

Работа выполняется при поддержке гранта РФФИ 06-02-16356.

## **SOFTWARE FOR METEOR EVENT OBSERVATION BY TELEVISION SYSTEM**

V. N. Raskhozhev

*Voronezh State University*

raskhozhev@phys.vsu.ru

The software being developed is for analysis of \*.avi files produced by the TV system during observation. Analysis is performed in two stages - first, the mean noise level is calculated from the first 200 frames and then new bright spots are searched.

The software has been tested both on test files and real observation results. The analysis time exceeds the observation time approximately in two times, the amount of information for visual analysis decreases at an order. The work is supported by the grant RFFI 06-02-16356

### **ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕЛЕВИЗИОННОГО МОНИТОРИНГА ОКОЛОЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА В РЯЗАНИ**

Муртазов А.К. , Воскресенский А.В. , Ефимов А.В., Титов П.В.

*Рязанский госуниверситет имени С.А. Есенина*

E-mail: akm@rspu.ryazan.ru

Астрономическая обсерватория Рязанского госуниверситета оснащена 470-мм стационарным телескопом системы Ричи-Кретьена и 250-мм экспедиционным Кассегреном. Исследованы возможности этих телескопов при наблюдениях с ПЗС-камерой КРС-650ВН. Кроме того, произведена оценка ожидаемых параметров широкоугольной системы на базе этой камеры для экологического мониторинга естественного и техногенного загрязнения околоземного пространства.

### **FIRST RESULTS OF THE NEAR-EARTH SPACE TV-MONITORING IN RYAZAN**

A.K. Murtazov, A.V. Voskresensky, A.V. Efimov, P.V. Titov

*The Essenin Ryazan State University*

E-mail: akm@rspu.ryazan.ru

The Ryazan University astronomical observatory is equipped with a 470 mm Richey Cretion telescope and a 250 mm Cassagrian telescope. The capacity of these telescopes is investigated during observations via the КРС-650ВН ПЗС camera.

Besides, the expected parameters of the wide-angle system based on this device for the ecological monitoring of the near-Earth space natural and technogenic pollution are estimated.

### **ПЕРВИЧНАЯ СТАТИСТИКА МЕТЕОРНОГО ВИДЕОПАТРУЛИРОВАНИЯ НА СТАНЦИИ КРЫЖАНОВКА, ОДЕССА**

Горбанев Ю.М., Князькова Е.Ф.

*Одесская астрономическая обсерватория*

Подводятся первые итоги более чем 3х лет метеорных видеонаблюдений в режиме патрулирования на станции Крыжановка Астрономической обсерватории Одесского национального университета.

Для формирования статистики был разработан и наполнен так называемый “Электронный журнал наблюдений”, анализ которого позволил получить первые итоги по объему времени, координатному распределению площадок патрулирования в зависимости от времени года, возможный прогноз для будущих наблюдений, сравнить с результатами фотографического патрулирования, которое раньше проводилось в Одессе. Вторым этапом анализа стал анализ распределения полюсов метеорных траекторий полученных объектов, на основании разработанной логической цепочки комплексного ПО. В докладе обсуждаются практические тонкости реализации подобных алгоритмов и комплексных схем обработки полученных наблюдений, а также применение полученной статистики в свете дальнейших исследований.

**РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ КОМЕТ И СБЛИЖАЮЩИХСЯ С ЗЕМЛЕЙ АСТЕРОИДОВ  
НА НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ  
КИЕВСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ ТАРАСА ШЕВЧЕНКО  
В ЛЕСНИКАХ В 2006 ГОДУ**

<sup>1</sup>Баранский О.Р., <sup>2</sup>Борисенко С.А., <sup>1</sup>Чурюмов К.И.  
<sup>1</sup>*Астрономическая обсерватория КНУ им. Т. Шевченко*  
<sup>2</sup>*Главная астрономическая обсерватория НАН Украины*

Представлен краткий итог наблюдений комет и астероидов на наблюдательной станции астрономической обсерватории Киевского национального университета имени Тараса Шевченко в Лесниках (MPC код 585) в 2006 году. Представлено 401 точное положение 37 комет, полученных в Лесниках с помощью 0.7-м (f/4) рефлектора AZT-8 и ПЗС камеры ST-8E.

**RESULTS OF OBSERVATIONS OF COMETS AND NEAR EARTH ASTEROIDS  
AT OBSERVATIONFL STATION OF KYIV SHEVCHENKO NATIONAL UNIVERSITY  
IN LISNYKY IN 2006**

<sup>1</sup>Baransky O.R., <sup>2</sup>Borysenko S.A., <sup>1</sup>Churyumov K.I.  
<sup>1</sup>Astronomical observatory, Kyiv Shevchenko national university, 3 Observatorna, Kyiv 04053, Ukraine  
Main astronomical observatory of NAS of Ukraine

Short summary of observations of asteroids and comets at the observational station in Lisnyky (MPC code 585) in 2006 is presented. 401 precise astrometric positions of 37 comets which were observed in Lisnyky (with the help of the 0.7-m (f/4) reflector AZT-8 and CCD ST-8E are given.

**МЕТОДИКА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ  
НАБЛЮДЕНИЙ МЕТЕОРНОГО ПАТРУЛИРОВАНИЯ**

Кимаковский С.Р., Горбанев Ю. М., Князькова Е.Ф., Шестопалов В.А., Голубаев А.В.  
*НИИ “Астрономическая обсерватория” Одесского Национального университета, Украина*  
E-mail:skydust@tm.odessa.ua, skydust@rambler.ru

Представлена методика и программное обеспечение для обработки наблюдений метеорного патрулирования телевизионным методом. Методика опробована на наблюдательном материале, полученном с помощью телевизионного метеорного патруля в 2003-2007 гг. на Одесской астрономической обсерватории.

Программный комплекс, включает такие основные компоненты:

1. AVICutter – программа для работы с телевизионными фильмами наблюдений и первичной обработки звездных и метеорных изображений.
2. PSF – программа оперативного поиска и отождествления наблюденных участков звездного неба. Осуществляет позиционную привязку к звездным изображениям по методу Тернера.
3. Combo – программа для создания на основе N кадров комбинированного снимка, состоящего из фрагментов с изображениями метеора в единой системе координат.
4. PicScan – программа для измерений телевизионных изображений метеоров.
5. Meteor Pole – программа для вычисления полюсов больших кругов метеорных траекторий.
6. FROSA – программа для получения координат метеорного радианта методом Станюковича по небазисным наблюдениям.

Приводятся результаты обработки наблюдательного материала.



## **THE METHOD AND SOFTWARE FOR REDUCTION OF METEOR PATROL OBSERVATIONS.**

Kimakovsky S.R. Gorbanev Yu.M., Knyazkova E.F., Shestopalov V.A. Golubaev A.V.

*Scientific Research Institute "Astronomical Observatory" Odessa National University*

E-mail: skydust@tm.odessa.ua, skydust@rambler.ru

We present method and software for the reduction of the meteor patrol TV observations. The method was tested using the observing material obtained with help of TV meteor patrol in 2003-2207 at the Odessa astronomical observatory.

Software consists of the following principal components.

1. AVICutter – the program intended for the work with TV films of observations and preliminary reduction of the stellar and meteor images.
2. PSF – the operative search program that makes the rapid identification of the observed fields containing stellar images and then performs the positional affixment to the stellar images using the Turner's method.
3. Combo – the program that combines N frames into single one, which consists of the fragments with meteor images in the unified co-ordinate system.
4. PirScan – the program for measurement of the TV meteor images.
5. MeteorPole – the program that calculates position of the poles of meteor trajectory large circles.
6. FROSA – the program for the determination of the meteor radiant co-ordinates using the Stanyukovich method for non-basis observations.

The results of the reduction procedure are presented.

## **МЕТОДИКА ТЕЛЕВИЗИОННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ И ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ МЕТЕОРНОГО ПОСЛЕСВЕЧЕНИЯ**

Шестоपालов В.А., Горбанев Ю.М.

*НИИ "Астрономическая обсерватория" Одесского Национального университета*

E-mail: skymet@mail.ru, skydust@tm.odessa.ua, skydust@rambler.ru

В работе представлены первичные результаты обработки снимков метеорных явлений, зафиксированных в период с 2003 по 2007 гг. на метеорном патруле Одесской обсерватории. Объектом исследования было так называемое метеорное послесвечение - остаточное свечение, появляющееся в результате взаимодействия метеорной частицы с атмосферой Земли.

Для обработки наблюдательного материала были разработаны методики и создано программное обеспечение, позволяющее получить некоторые характеристики метеоров и их послесвечений (угловые размеры, яркость, продольные и поперечные профили, время существования). Для фотометрических измерений метеорных изображений в абсолютных единицах, используется калибровочная зависимость, построенная по фотометрии звездных изображений.

Исследуются зависимости характеристик метеоров и их послесвечений.

## **METHOD OF THE TV OBSERVATIONS AND REDUCTION OF THE IMAGES OF THE METEOR AFTERGLOW**

Shestopalov V.A., Gorbanev Yu.M.

*Scientific Research Institute "Astronomical Observatory" Odessa National University*

E-mail: skymet@mail.ru, skydust@tm.odessa.ua, skydust@rambler.ru

This work presents preliminary results of the processing of the meteor event images secured during 2003-2007 using the Odessa astronomical observatory meteor patrol. Investigated object was so called meteor afterglow that is residual light emission caused by an interaction between meteor particle and Earth's atmosphere.

For the observing material processing we have created special methods and the necessary software that enables one to obtain one some meteor characteristics and afterglow properties (such as angular sizes, brightness, longitudinal and transversal profiles, the lifetime). For the aim of photometric processing of the meteor images in the absolute scale we have used special calibrating relation based on the photometry of the stellar images. Some dependencies between meteor characteristics and their afterglow are studied.

**НАБЛЮДЕНИЯ СБЛИЖАЮЩИХСЯ С ЗЕМЛЁЙ ОБЪЕКТОВ  
НА АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ТЕЛЕСКОПЕ ЗА-320М ПУЛКОВСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ**

Девяткин А.В., Верещагина И.А., Куприянов В.В., Горшанов Д.Л., Бехтева А.С., Кракосевич О.В.,  
Алешкина Е.Ю., Ибрагимов Ф.М., Львов В.Н., Смехачева Р.И. Цекмейстер С.Д.

*ГАО РАН*

E-mail: adev@gao.spb.ru

В ГАО РАН работает автоматизированный комплекс на основе телескопа ЗА-320М, на котором ведутся астрометрические и фотометрические наблюдения тел Солнечной системы. В 2001-2007 гг. получено свыше 15000 наблюдений малых тел Солнечной системы, из которых более 8000 положений для АСЗ. Средняя точность определяемых положений составляет  $0.09''$ – $0.4''$  для астрометрии и  $0.01^m$ - $0.1^m$  для фотометрии. Результаты наблюдений оперативно посылаются в Minor Planet Center.

В мировом рейтинге обсерваторий, ведущих наблюдения астероидов, сближающихся с Землёй, автоматизированный телескоп ЗА-320М занимает 18 место из более чем 680 телескопов. Среди обсерваторий стран СНГ по наблюдениям астероидов, сближающихся с Землей, Пулковская обсерватория занимает первое место.

**THE OBSERVATIONS OF NEAR EARTH OBJECTS  
WITH AUTOMATIC TELESCOPE ZA-320M IN PULKOVO OBSERVATORY**

Devyatkin A.V., Verestchagina I.A., Kouprianov V.V., Gorshanov D.L., Bekhteva A.S., Krakosevich  
O.V., Aleshkina E.Yu., Ibragimov F.M., L'vov V.N., Smekhacheva R.I. Tsekmejster S.D.

*MAO RAS*

E-mail: adev@gao.spb.ru

The automatic complex based on telescope ZA-320M has been worked in Pulkovo Observatory (MAO RAS) and astrometrical and photometrical observations of Solar system's bodies have been carried out at this complex. During 2001–2007 years more then 15000 observations of the small Solar system's bodies have been obtained including the 8000 observations for NEO. The mean accuracy of the results has been amounted to  $0.09''$ – $0.4''$  for astrometry and about  $0.01^m$  -  $0.1^m$  for photometry. All of the results have been operative sent to Minor Planet Center.

In world rating of observatories that have been carried out observations of Near Earth Asteroids telescope ZA-320M have been taken 18 position among more then 680 others telescopes. Among observatories of UUS-states (post-Soviet states) Pulkovo observatory have been lead in the NEA's observations.

**КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ОРБИТ КОМЕТ**

Бондаренко Ю.С.

*Институт прикладной астрономии РАН*

E-mail: jurabo@yandex.ru

Разработанный комплекс программ позволяет выполнять уточнение орбит малых планет и комет из оптических и радиолокационных наблюдений с повышенной точностью. Увеличение точности достигается путем применения метода Энке численного интегрирования уравнений движения. В данном методе возмущенное движение представляется в виде суммы промежуточного невозмущенного движения и небольших отклонений от него. Наша модификация метода состоит в том, что смена оскуляции происходит на каждом шаге интегрирования. При этом параметры невозмущенного движения вычисляются с учетверенной точностью с использованием переменных типа  $real*16$  (32 десятичных знака). Первые версии этой программы показывают значительное повышение точности вычислений эфемерид астероидов и комет.

## **PROGRAM PACKAGE FOR COMETS ORBITS IMPROVEMENT**

Yurij S. Bondarenko

*Institute of applied astronomy of RAS*

jurabo@yandex.ru

The program package for minor planet and comet orbits improvement allows to process the optical and radar observations with increased accuracy. To reach such accuracy the method of Enke has been used. In this method the perturbed motion is represented as the sum of nonperturbed part and the small deviations from it. Osculation epoch is changed at each integration step. In so doing calculations of nonperturbed part are fulfilled with the quadruple precision (32 decimal digits). The first version of this package demonstrates the useful increase of accuracy when calculating asteroid and comet ephemerides.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРВОНАЧАЛЬНЫХ ОРБИТ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ В ЭПОХУ ПЗС-НАБЛЮДЕНИЙ**

Быков О.П.

*Главная астрономическая обсерватория РАН*

E-mail: oleg@OB3876.spb.edu

Оперативность, простота и доступность современных ПЗС-наблюдений небесных тел при их высокой точности позволяют успешно применять для определения первоначальных орбит астероидов, комет, искусственных спутников Земли и фрагментов космического мусора так называемые прямые методы, которые за три последних десятилетия были разработаны и исследованы в Ленинградском университете и Пулковской обсерватории под руководством А.А.Киселева и его коллег. Эти методы, а именно классический метод Лапласа и оригинальный метод параметров видимого движения (метод ПВД), сперва на материале фотографических, а затем и ПЗС-наблюдений небесных объектов доказали свою практичность, состоятельность и надежность в решении орбитальных задач, давая элементы первоначальных орбит, весьма близкие к реальным. Сейчас можно проводить вычисления круговых, параболических или эллиптических орбит и отождествление наблюдаемых объектов непосредственно у телескопа, по мере накопления данных в процессе выполнения наблюдений или сразу по их окончании. Наш многолетний опыт применения прямых методов – и прежде всего метода ПВД, для которого необходимо вычислить в заданный момент времени топоцентрические координаты, угловую скорость и ускорение, позиционный угол и кривизну видимой траектории объекта – позволяет рекомендовать их для использования на каждой наблюдательной станции с целью отождествления наблюдаемых объектов, контроля качества наблюдений и их продолжения на основе собственных эфемерид. Программные средства, реализующие прямые методы, созданы в ГАО РАН Л.И.Ягудиным и В.Н.Львовым с коллегами.

## **INITIAL ORBIT DETERMINATION OF CELESTIAL BODIES IN THE CCD EPOCH**

Bykov O.P.

*Central Astronomical Observatory of RAS*

E-mail: oleg@OB3876.spb.edu

Modern CCD celestial bodies positional observations give us a possibility to use so-called Direct Methods of preliminary orbit determination as well known classical Laplacean method as original Apparent Motion Parameters Method (AMP-method) developed by Dr. A.A.Kiselev and his colleagues in Pulkovo Astronomical Observatory and successfully applied for solution of different problems of Celestial Mechanics. If you can calculate the position, topocentric angular velocity and acceleration, positional angle and curvature of visual trajectory of any celestial body with sufficient accuracy, the circular or parabolic or elliptical preliminary elements of its orbit closed to real one may be obtained immediately after finishing of observations and even in process of their carrying out. The Laplacean and AMP-orbits may be used for celestial bodies identification, control of observations, ephemeris calculations and so on.

We would like to recommend these Direct Methods for practical using. The corresponding Software were elaborated by Drs. L.Yagudin and V.L'vov with his colleagues in Pulkovo Observatory.

## **ПАКЕТ “AMPLE FOR COMETS” – АДАПТАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА “AMPLE” К РАБОТЕ С КОМЕТНЫМИ ОРБИТАМИ**

Виноградова Т.А., Заботин А.С., Железнов Н.Б., Кочетова О.М., Медведев Ю.Д.,  
Нецветева Г.А., Парийская Е.Ю., Скрипниченко В.И., Чернетенко Ю.А., Шор В.А.

*Институт прикладной астрономии РАН*

E-mail: shooreek@gmail.com

Пакет AMPLE For Comets, версия 1.0, является адаптацией программного пакета AMPLE (Adaptable Minor Planet Ephemerides), разработанного в ИПА РАН. Он предназначен для работы с кометными орбитами. В настоящую версию пакета включены 185 короткопериодических комет, элементы которых приведены на 27 октября 2007 г. с учетом негравитационных эффектов в их движении. Данные о фотометрических параметрах комет взяты на сайте NASA (<http://ssd.jpl.nasa.gov>). Пакет может быть использован для решения ряда задач, связанных с исследованием короткопериодических комет, в том числе: получение выборки элементов орбит комет и/или их фотометрических параметров, удовлетворяющих наложенным ограничениям; вычисление эфемерид в различных координатных системах; сравнение наблюдаемых топоцентрических положений комет с вычисленными положениями (O–C); идентификация комет; построение и визуализация видимой траектории движения кометы на заданном интервале времени; построение пространственного изображения орбиты кометы и визуализация ее орбитального движения. Имеется возможность вычисления положений комет на интервале 1800-2100 гг. численным интегрированием с учетом возмущений от 9-ти больших планет, Цереры, Паллады и Весты или любой их комбинации и негравитационных эффектов. Параметры орбиты (элементы или координаты и скорости) объекта, не включенного в базу данных пакета, могут быть введены дополнительно.

Приложение AMPLE For Comets разработано в стандартах Win32 в среде MS Visual C++6.0, в рамках объектно-ориентированной технологии проектирования и программирования.

## **PACKAGE “AMPLE FOR COMETS” – ADAPTATION OF SOFTWARE PACKAGE “AMPLE” FOR WORKING WITH COMET ORBITS**

Vinogradova T.A., Zabotin A.S., Zheleznov N.B., Kochetova O.M., Medvedev Yu.D.,  
Netsvetaeva G.A., Parijskaya E.Yu., Skripnichenko V.I., Chernetenko Yu.A., Shor V.A.

*Institute of applied astronomy RAS*

E-mail: shooreek@gmail.com

AMPLE For Comets, version 1.0, is adaptation of developed in IAA of RAS software package AMPLE (Adaptable Minor Planet Ephemerides), to deal with comet orbits. The data base includes 185 short-periodic comets, their elements were calculated on 27 October 2007 taking into account nongravitational forces. Photometric parameters for the comets were taken from the NASA site (<http://ssd.jpl.nasa.gov>). AMPLE\_for\_comets is integrated package to deal with a number of problems concerning short-periodic comets: obtaining selection of orbital elements and/or photometric parameters of comets in conformity with imposed restrictions; ephemeris computations in various coordinate systems; comparison of observed positions with computed ones (O–C); identification of comets; drawing the picture of apparent motion of comets in the sky; visualization of orbital motion of comets. There is possibility to calculate positions of comets at any moment within the time interval from 1800 till 2100 by numerical integration of the perturbed motion taking into account perturbations from all major planets, Ceres, Pallas, Vesta, or from any combination of them and nongravitational forces. One can work with package when a comet was not included in the data base of the package. In such a case the orbital parameters of this body can be introduced interactively.

AMPLE For Comets application was created under Win32 standard in the environment of MS Visual C++6.0, under object-oriented technology.

## ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ПЗС-НАБЛЮДЕНИЙ АСТЕРОИДОВ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ В БАЗЕ ДАННЫХ МЕЖДУНАРОДНОГО ЦЕНТРА МАЛЫХ ПЛАНЕТ

Быков О.П.<sup>1</sup>, Львов В.Н.<sup>1</sup>, Измайлов И.С.<sup>1</sup>, Кастель Г.Р.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГАО РАН, <sup>2</sup>ИПА РАН

E-mail: oleg@OB3876.spb.edu

Представлены результаты оценки точности ПЗС-наблюдений астероидов, выполненных с 1999 по 2006 гг профессиональными и любительскими обсерваториями мира и хранящихся в базе данных Международного центра малых планет. В основе анализа точности наблюденных положений лежит идея о постоянстве разностей (O–C) в течение одной или нескольких близких ночей наблюдений нумерованной малой планеты, орбита которой с полным учетом возмущений намного точнее ошибок, сопровождающих наблюдения. Здесь точная орбита нумерованной малой планеты является своеобразным репером, относительно которого реальные наблюдения могут иметь случайные или систематические колебания в течение наблюдательной ночи, причем анализу подвергаются не сами величины разностей (O–C), а их дисперсии. Имея серию наблюдений нескольких нумерованных астероидов, можно вычислить среднюю ошибку величин (O–C) и получить среднюю ошибку одного наблюдений для рассматриваемой обсерватории. Такая процедура может в среднем при хорошей статистике охарактеризовать качество работы системы «телескоп + атмосфера+ПЗС-матрица+метод астрометрической редукции+звездный каталог».

За восемь лет нашего исследования точности мировых наблюдений астероидов по единой методике было проанализировано около 30 миллионов положений для более чем 400 обсерваторий, как профессиональных, так и любительских. Результаты сообщались наблюдателям по электронной почте и представлены на Интернет-сайтах Пулковской обсерватории

(<http://www.accuracy.puldb.ru>

<http://www.neopage.nm.ru>)

Ежегодные данные для профессиональных обсерваторий, в основном, совпадают при неизменности условий наблюдений, обработки и наблюдательных средств. Регулярно отслеживалась также точность ПЗС-наблюдений начинающих астрономов-любителей мира, которые получали соответствующие рекомендации. Полученные годовые оценки точности ПЗС-наблюдений могут использоваться в качестве весовых характеристик при улучшении орбит.

## ACCURACY ESTIMATION OF CCD ASTEROID OBSERVATIONS KEPT IN MPC DATABASE

Bykov O.P.<sup>1</sup>, L'vov V.N.<sup>1</sup>, Izmailov I.S.<sup>1</sup>, Kastel G.R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Central Astronomical Observatory of RAS,

<sup>2</sup>Institute of Applied Astronomy of RAS

E-mail: oleg@OB3876.spb.edu

MPC Database was investigated for an accuracy estimation of modern CCD asteroid observations carried out from 1999 up to 2006 yrs. About 30 millions separate positions of the Numbered and Unnumbered Minor Planets were tested by means of calculations of (O–C) residuals to derive of “mean error of a single observation” for more than 400 observatories with MPC codes by means of special Pulkovo method. EPOS Software created at Pulkovo observatory was used for the processing. Results may be used as the weight coefficients in a process of orbital improvement. They are presented in Internet on Pulkovo websites

<http://www.accuracy.puldb.ru>

<http://www.neopage.nm.ru>



## НОВЫЙ ДАТЧИК ИЗОБРАЖЕНИЯ – ФОТОДИОДНАЯ КМОП МАТРИЦА

<sup>1</sup>Шульман Л.М., <sup>1</sup>Петухов В.Н. <sup>2</sup>Ивашенко Ю.Н.,

<sup>1</sup>Корсун П.П., <sup>1</sup>Борисенко С.А., <sup>1</sup>Еременко, Н.А., <sup>2</sup>Кириленко, Д.

<sup>1</sup>ГАО НАНУ, <sup>2</sup>Андрушевская астрономическая обсерватория, Житомирская обл., Украина,

E-mail: shulman@mao.kiev.ua, warranty@goloseevsky.com

Для мониторинга ближнего и дальнего космоса нужны крупноформатные датчики изображения. Большинство телескопов умеренного размера, которые часто применяют для мониторинга космоса и поиска АСЗ и других интересных объектов, спроектированы под большие фотопластинки с размерами до 30x40 см. Классическая фотография ушла. Доминирующим датчиком изображения в астрономии стали ПЗС-матрицы. Хорошо известна трудность производства крупноформатных ПЗС так как необходим кремнивый высокооднородный монокристалл. Можно изготовить короткофокусный телескоп с большим полем зрения, но астрометрическая точность такого инструмента будет невысокой. Есть несколько путей обойти эту проблему. Первый – применение больших монокристаллических подложек. Этот путь наиболее дорогостоящий. Второй путь – использование технологии ТПА (тонкопленочный аморфный полупроводник). Третий путь – изготовить мозаику из отдельных ПЗС-кристаллов. Некоторые устройства этого типа описаны в литературе. Требуется специальная технология для обеспечения фотометрической и астрометрической точности при нескольких ПЗС-матрицах.

ПЗС-матрицы в цифровой фотографии сейчас вытесняются новым типом датчиков изображения. Вместо ПЗС-матриц сейчас коммерчески доступны цифровые камеры с фотодиодными матрицами. Фотодиодные матрицы производятся по КМОП технологии, разработанной для микропроцессоров. Так как нет необходимости в однородном монокристалле цена фотодиодных матриц намного ниже, а их площадь намного больше. После того, как был преодолен главный недостаток КМОП-матриц – низкий фактор заполнения, КМОП-матрицы начали вытеснять ПЗС из цифровой фотографии.

Обсуждаются и сравниваются свойства датчиков изображения обоих типов. Описываются первые результаты испытаний 14-мегапиксельной КМОП-камеры Андрушевской обсерватории.

## NEW IMAGE SENSORS – THE PHODIOD CMOS ARRAYS

<sup>1</sup>Shulman, L.M., <sup>1</sup>Petukhov, V.M., <sup>2</sup>Ivashchenko, Yu.M.,

<sup>1</sup>Korsun, P.P., <sup>1</sup>Borisenko, S.A., <sup>1</sup>Yeremenko, N.O., <sup>2</sup>Kyrylenko, D.

<sup>1</sup>Main Astronomical Observatory of the NAS of Ukraine, <sup>2</sup>Andrushivka Astronomical Observatory

E-mail: shulman@mao.kiev.ua, warranty@goloseevsky.com

Monitoring of the near and far space needs large format image sensors. Most of the moderate telescopes that are often used for the space monitoring and search for NEO and other interesting objects are designed for large photographic plates with a size up to 30x40 cm. The classic photography has gone away. CCD arrays became the dominated image sensors in astronomy. There is a well-known difficulty to produce a large format CCD sensor because one needs a silicium monocrystal with extremely high uniformity. It is possible to make a short focus telescope with greater field of view but the astrometric precision of such an instrument should be rather low. There are several way to override this problem. First one is to use rather large monocrystal wafer. This way is the most expensive. The second way is to use TFA (Thin Film Amorphous Semiconductor) technology. The third way is to make a mosaic from separate CCD chips. Some devices of such type are described in publications. They demand special technology to ensure both photometric and astrometric precision having different CCDs.

A new type of image sensors is replacing CCDs in digital photography. Instead of CCD arrays digital cameras with photodiode arrays are now available commercially. The photodiode arrays are producing by the CMOS technology created for microprocessors. Since an uniform monocrystal is not necessary the price of the CMOS arrays is much lower and their areas are much larger. After the main defect of CMOS arrays, namely the low fillfactor, was eliminated CMOS array began to replace CCDs in digital photography. The comparison of the properties of the image sensors of both type are under discussion. The first result of testing of a 14 megapixel CMOS array camera of the Andrushivka observatory is described.

## **ИЗУЧЕНИЕ ОБЪЕКТОВ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ ЭПОС**

Быков О.П., Девяткин А.В., Львов В.Н., Смехачёва Р.И., Смирнов С.С., Цекмейстер С.Д.  
*ГАО РАН*

Рассматриваются различные аспекты применения ПС ЭПОС для изучения объектов Солнечной системы:

- эфемеридная поддержка наблюдений,
- контроль результатов наблюдений и оценка их точности,
- идентификация объектов в заданной области неба в заданный момент времени,
- визуализация видимого движения объектов на небесной сфере и их орбитального движения в пространстве,
- выявление потенциально опасных для Земли и планет астероидов и комет, вычисление обстоятельств реальных тесных сближений между ними,
- статистические исследования, выявление новых групп и семейств астероидов.

Программная система ЭПОС может быть полезной как для профессионалов, так и для любителей астрономии, а также для образовательных и издательских целей.

### **THE CENTRAL ASTRONOMICAL OBSERVATORY AT PULKOVO**

O.P. Bykov, A.V. Devyatkin, V.N. L'vov, R.I. Smekhacheva, S.S. Smirnov, S.D. Tsekmejster

The various aspects of the EPOS software use in the Solar system bodies research are described:

- ephemeris support of observations,
- control of observations and accuracy estimation,
- objects identification for the specified sky area and moment of time,
- visualization of the apparent motion of objects on the sky and their orbital motion,
- search for potentially hazardous objects for the Earth and planets, calculation of parameters of their close approaches,
- statistical investigations, search for new asteroidal groups and families.

The EPOS software package may be useful for professionals and amateurs in astronomy and in educational and publishing activity as well.

### **СОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ ОТНОСИТЕЛЬНО ЗВЕЗД**

Коноплев А.О.

*ФГУП «НИИ ПП»; ГАИШ МГУ*

E-mail: aok@hotmail.ru

Определение координат движущихся объектов требует особого режима наблюдений: либо слежения за объектом, либо за опорными звёздами. Показано, что наиболее выгодным является режим слежения за объектом. Предложен алгоритм локализации вытянутых изображений звёзд (треков) и оптимальный выбор подмножества треков для наиболее точного определения положений объектов. Достигнута точность определения координат объектов 0,4", что составляет 1/5 размера элемента изображения (пикселя). Время обработки одного кадра практически приближено к времени получения кадра. Это позволило полностью автоматизировать процесс получения серии кадров и определения координат объектов в реальном времени.

## **DETERMINATION OF MOVING OBJECT POSITION RELATIVE TO STARS**

Konoplev A.O.

*IPIE; SAI MSU*

E-mail: aok@hotmail.ru

Determination of moving object position demand special mode of observation: object tracking or reference star tracking. It is shown that mode of object tracking is the most efficient. Algorithm of long star track localization and optimal choice of track subset for precise determination of object position are described. Accuracy of object position determination is 0.4" that is 1/5 of pixel size. The time of one image processing is nearly equal to the time of getting the image. It allows the process of getting image series and determination of object position to be fully automated in real-time.

## **ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕОСНАЩЕНИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ РОССИЙСКИХ ТЕЛЕСКОПОВ В ТЕЛЕСКОПЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И СЛЕЖЕНИЯ ЗА ОПАСНЫМИ КОСМИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ**

Багров А.В.

*ИНАСАН*

Российская астрономия имеет в настоящее время весьма скудное наблюдательное обеспечение, причем инструментов, работающих по целевому направлению поиска опасных космических объектов (ОКО) нет совсем. Между тем в мире свыше полутора десятков специальных телескопов заняты исключительно каталогизацией ОКО, причем нижняя граница размеров подлежащих обнаружению тел снижена с 1 км до 150 м. Россия не имеет практической возможности эффективно участвовать в действующих международных программах поиска ОКО. Предлагается асимметричное решение наблюдательных задач, основанное на возможности обнаружения ОКО и его исследовании на расстоянии несколько миллионов км от Земли (т.е. за несколько суток до их возможного столкновения с Землей). Задача разбивается на этапы, каждый из которых требует применения специальных средств наблюдения: выявление "опасных" направлений и определение периода их активности, обзор опасных участков неба и оперативный анализ обнаруженных ОКО астрономическими методами на предмет получения точного прогноза движения и физических характеристик этих тел. Приводятся анализ возможностей существующих в России телескопов и предложения по их переоснащению для решения конкретных этапных задач.

## **PROBLEMS OF EXISTING IN RUSSIA TELESCOPES TUNING FOR DETECTION AND TRACKING OF SPACE DANGEROUS OBJECTS**

Bagrov A.V.

*INASAN*

Russian astronomy has very few observational facilities for modern task of detection of Space Dangerous Bodies (SDB), and no one of existing telescope has deal with the problem of detection SDB full time. On the other hand there are above dozen of special instruments in the world that are busy exclusively with observations for total detection and catalogue of SDB, which the low dimension being decreased now from 1 km to 150 m. Russia has no possibility to take proper part in international observational programs deal with decrease of asteroid-comet danger. An asymmetric approach to the problem based on possible detection of SDB at distance of some billion miles away is proposed. The problem divides into steps that can be supplied by special facilities. They are: detection of "dangerous" sky directions and periods of their activity, survey of dangerous sky regions, and fast analysis of detected SDB's by astronomical methods for accurate measurements of their trajectories and physical properties. Analysis of existing in Russia telescopes and proposals to their tuning for profit tasks are presented.

## КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИТИМСКОГО БОЛИДА

Антипин<sup>1</sup> В.С., Арсентьев<sup>2</sup> А.Н., Семенов<sup>2</sup> Д.В., Язев<sup>2,3</sup> С.А.

<sup>1</sup>*Институт геохимии СО РАН, <sup>2</sup>Астрономическая обсерватория ИГУ,*

<sup>3</sup>*Институт солнечно-земной физики СО РАН*

E-mail: antipin@igc.ru, uustar@star.isu.ru

В ночь на 25 сентября 2002 года на севере Иркутской области наблюдался яркий болид, сопровождавшийся мощными световыми, акустическими и электрофонными явлениями. В литературе по нашему предложению он получил название Витимский. Силами институтов Иркутского научного центра СО РАН и Иркутского государственного университета в 2002-2003 гг были организованы три экспедиции в район падения. Проведен опрос очевидцев, собраны данные по объективной регистрации проявлений болида, обследован район вдоль трассы падения, определенной спутниками США. Выполнен анализ частиц, собранных во время второй экспедиции (апрель 2003 г) в снеговых пробах вблизи проекции трассы полета. Частицы содержат минеральные ассоциации, которые встречаются в метеоритном веществе (сульфидные и металлические фазы). Обнаружены: микросферулы с пористой структурой, сходные с подобными из снегового покрова Антарктиды; зерно, содержащее пирит; частицы, содержащие окисленное и металлическое железо, а также никелистое железо с содержанием как первых процентов, так и десятков процентов никеля. Частица никелистого железа в ассоциации с микрочастицей кварца обнаружена в углеродистом (сажистом) материале. Соотношения Ni и Fe соответствуют характерным для метеоритного вещества минералам - тэниту и камаситу. Определен радиант болида: прямое восхождение 22 часа 18 минут, склонение 10 градусов 02 минуты в созвездии Пегаса. Вдоль трассы полета найдены множественные повреждения леса предположительно вследствие действия ударной волны. Высокая мощность сопутствующих болиду явлений связана предположительно с высокой скоростью входа в атмосферу.

## COMPREHENSIVE STUDIES OF THE VITIM BOLIDE

V.S. Antipin<sup>1</sup>, A.N. Arsentiev<sup>2</sup>, D.V. Semenov<sup>2</sup>, and S.A. Yazev<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Geochemistry SB RAS, <sup>2</sup>Astronomical Observatory of Irkutsk State University,*

<sup>3</sup>*Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS*

E-mail: antipin@igc.ru, uustar@star.isu.ru

A bright bolide was sighted over the northeastern territory of the Irkutsk region in the night from September 24 to 25, 2002, which was accompanied by dramatic luminous, acoustic and electrophonic effects. Following our suggestion, it received the name Vitim bolide in the literature. A number of research institutes of the Irkutsk Scientific Center SB RAS, and Irkutsk State University organized three reconnaissance expeditions to the anticipated location of the bolide's explosion to carry out a relevant exploration. Eye-witnesses were polled, more exact data on the bolide's effects were collected, and the area along the falling route previously indicated by USA satellites was explored. An analysis was made of the particles collected by the second expedition (April 2003) in the snow in the presumable area where the bolide had fallen down. The particles contain mineral associations typical of meteorites (sulfide and metallic phases). The researchers found microspherules with porous structure resembling those sampled from the Antarctica's snow cover; grains containing pyrite, particles containing oxidized iron, and metallic iron, as well as nickel-containing iron containing from a few percent to several tens of percent of nickel. A particle of nickel-containing iron in association with a microparticle of quartz was found in carbonaceous (soot) material. The Ni/Fe ratios correspond to the minerals typical of meteorite material: tenite, and kamasite. The bolide's radiant was determined: right ascension 22 hours 18 minutes, and declination 10 degrees 02 minutes in the Pegasus Constellation. Multiple damage to trees were found along the flight path, perhaps caused by the shock wave. The high power of the phenomena accompanying the bolide seems to be associated with its high entry velocity into the atmosphere.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ МЕТЕОРНЫХ СОБЫТИЙ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ СИСТЕМОЙ С ПРОНИЦАЮЩЕЙ СИЛОЙ 9<sup>м</sup> В 2006 ГОДУ**

Багров А.В., Бескин Г.М., Бирюков А.В., Болгова Г.Т., Бондарь С.Ф., Выгон В.Г., Иванов Е.А., Карпов С.В., Карташова А.П., Каткова Е.В., Леонов В.А., Терентев Д.А.

В 2006 году в период август-декабрь несмотря на аномально плохие погодные условия на камере ФАВОР получено свыше 25 тысяч кадров с метеорными регистрациями. Проведена предварительная обработка 5368 кадров, полученных в течение августа за 15 наблюдательных ночей, которые содержат 550 метеоров с яркостью до 9<sup>м</sup>. Полученный материал можно считать репрезентативной выборкой по притоку метеорного вещества на северное полушарие Земли в августе 2006 г. При обработке измерялись координаты треков метеорных событий на каждом кадре и определялась максимальная яркость каждого метеора. Представлены распределения метеоров по потокам, приведены численности метеоров в потоках для каждого значения яркости, вычислены индексы метеорной активности и дана оценка притока метеорного вещества на Землю в период наблюдений.

Работа поддержана грантами РФФИ 06-02-08313-(офи) и 06-02-16365.

## **RESULTS OF METEOR OBSERVATIONS BY TV SYSTEM WITH LIMITING MAGNITUDE 9<sup>m</sup> IN 2006.**

Bagrov A.V., Beskin G.M., Biryukov A.V., Bolgova G.T., Bondar' S.F., Vygon V.G., Ivanov E.A., Karpov C.V., Kartashova A.P., Katkova E.V., Leonov V.A., Terentev D.A.

In spite of bad observational conditions it was taken about 25000 frames with meteor registrations during period august-december, 2006. Preliminary processing was done for 5368 frames presented 550 meteors with brightness up to 9<sup>m</sup> that were taken during 15 observational nights in August 2006. This material seems to be representative for input flux of meteors to the north hemisphere of the Earth in August 2006. The processing means measurement of co-ordinates of points of beginning and end of every meteor trek in frames as well as peak brightness of meteor. The distributions of observed meteors by showers for every brightness is presented. Indexes of Meteor Activity were calculated, and input flux of meteor matter to the Earth was estimated.

The work was supplied by RFBR grants 06-02-08313-(офи) and 06-02-16365

## **КОМПЛЕКС «ТЕЛЕСКОП ЦЕЙСС- 1000» В СИМЕИЗСКОМ ОТДЕЛЕНИИ КРАО И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО РАЗВИТИЯ**

Крючков<sup>1</sup> С.В., Николенко<sup>2</sup> И.В.

<sup>1</sup>ИНАСАН, <sup>2</sup>НИИ «КраО».

E-mail: skruch@inasan.ru, niki@simeiz.ylt.crimea.com.

Телескоп Цейсс-1000 работает в Симеизе с 1989года. За это время сотрудниками ИНАСАН и КраО было проведено несколько его модернизаций. Была заменена большая часть электронного оборудования. В настоящее время продолжают работы по расширению возможностей телескопа и улучшению условий для наблюдений.

## **A COMPLEX "TELESCOPE ZEISS-1000" IN SIMEIZ DEPARTMENT CRAO AND PROSPECTS OF ITS DEVELOPMENT.**

Kryuchkov<sup>1</sup> S.V., Nikolenko<sup>2</sup> I.V.

<sup>1</sup>INASAN, <sup>2</sup>SRI "CrAO".

E-mail: skruch@inasan.ru, niki@simeiz.ylt.crimea.com.

The telescope Zeiss-1000 works in Simeiz with 1989. For this time employees INASAN and CrAO had been lead some its modernizations. The most part of the electronic equipment has been replaced. Works on expansion of opportunities of a telescope and improvement of conditions for supervision now proceed.



# СЕКЦИЯ: Космические миссии

## О МИССИИ РАЗВЕДКИ АСТЕРОИДА АПОФИС

Поль В.Г., Д.А., Симонов А.В., Суханов К.Г.

*ФГУП НПО им. С. А. Лавочкина,*

E-mail: polvad@laspace.ru

Характеристики астероида Апофис и обстоятельства его сближений с Землей позволяют, к счастью, сравнительно малой ценой провести решение целого комплекса частных задач, возникающих в проблеме противодействия космической угрозе.

Эти задачи заключаются в отработке технологии полета к астероидам типа Атона и миссий посещения. Такие миссии позволяют определять основные физические, структурные и кинематические характеристики опасного конкретного небесного тела, а также способы доставки на его поверхность радиомаяка, обеспечивающего определение орбиты и прогнозирование движения с высокой точностью, превышающей возможности оптических средств наблюдения. Дополнительно появляется возможность оценить реальные пределы изменения траектории астероида бесконтактным методом малого энергетического длительного воздействия.

В докладе рассматривается облик космического аппарата, решающего эти задачи. Дается конкретный вариант полета к астероиду Апофис с привязкой к существующим средствам вывода. Приводятся предложения по оснащению КА научной аппаратурой и конкретный план проведения миссии в период 2012-2014гг. Результатами предлагаемой миссии будут являться: новые научные результаты по малым телам Солнечной системы, возможность значительного повышения точности слежения за конкретным угрожающим астероидом, надежное прогнозирование реальной угрозы и демонстрация возможностей увода астероида с поражающей траектории.

## THE RECONNAISSANCE MISSION TO THE APOPHIS ASTEROID

Pol V.G., Simonov A.V., Sukhanov K.G.

*The 'S.A. Lavochkin Scientific & Industrial Association' Khimki*

E-mail: polvad@laspace.ru

The Apophis asteroid carries a real hazard of hitting Earth on its approach in 2029.

Fortunately, the relatively small dimensions of the Apophis asteroid and the nature of its orbit allow us an opportunity to take effective countermeasures and thereby develop the technology we need to counter far bigger future hazards. This asteroid can and shall be used as a test facility that, at a comparatively low cost, will help us find some practical solutions to the whole range of problems, on which depends the safety of mankind.

In our Thesis we take a systemic approach to the asteroid hazard and outline a mission concept that envisages the flying to and landing on the asteroids of the Aton type. The mission to Apophis in particular includes the visit to this hazardous celestial body, the measurement of its main physical, structural and kinematical parameters, and the deployment on its surface of a radio repeater, which would provide for definition of its orbit with an accuracy much higher than that provided by the optic observations. This knowledge would make possible a high-precision forecast of Apophis' movements. Finally, we would be able to evaluate the real changes in its orbit under a sustained low-intensity energy influx.

A spacecraft, capable of performing all these tasks, has been designed and is presented in our Thesis. We also outline the mission to the Apophis asteroid, relying on the existing payload carriers and scheduled for 2012-2014. The prospective mission would collect a wealth of new scientific data on the small bodies of the Solar System, give us the means of tracking those hazardous with much higher accuracy than previously. The asteroid hazard forecast would thus become reliable. And, most importantly, this mission would demonstrate the feasibility of nudging an incoming asteroid away from the collision course with Earth.

## **РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ ВЕРСИФИКАЦИИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ АСТЕРОИДНО-КОМЕТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Дегтярь В.Г., Волков В.А.

*Государственный ракетный центр “КБ им. академика В.П. Макеева”*

E-mail: SRC@makeyev.ru

Анализ задач, связанных с необходимостью обеспечения астероидно-кометной безопасности показывает, что задача может быть решена при обязательном условии:

- заблаговременного обнаружения и определения характеристик опасного космического объекта (ОКО);
- своевременной и надежной доставки к ОКО обезвреживающих (контактирующих) устройств (модулей);
- разработке космических аппаратов и ракет-носителей с характеристиками, обеспечивающими гарантированное уменьшение до допустимых пределов риска в обеспечении безопасности (экологичности).

Решить эти задачи было предложено на базе разработки и применения на существующих и перспективных ракетных комплексах универсального космического аппарата (Капкан) и космического аппарата-разведчика (Каисса).

Обеспечение гарантированной безопасности требует применения для запусков космических аппаратов ракетных комплексов, работающих на экологически чистых компонентах топлива и возможности реализации при этом широкого диапазона орбит, короткого периода подготовки к запуску, экологическую безопасность. Анализ задач по обеспечению безопасности позволяет в настоящее время определить (выбрать) в качестве ракет-носителей для предложенных космических аппаратов РН “Союз-2” и АРКК “Воздушный старт”, производящий старт ракеты с борта самолета АН-124.

## **DEVELOPMENT OF PRINCIPLES FOR VERSIFICATION OF SPACE AND ROCKET COMPLEXES TO BE USED FOR MISSIONS OF MITIGATION OF ASTEROIDS AND COMETS THREAT**

Degtyar V.G., Volkov V.A.

*State Rocket Centre “Academician V.P. Makeyev Design Bureau”*

E-mail: SRC@makeyev.ru

Analysis of missions of mitigation of asteroids and comets threat shows that a mission can be a success in case the following indispensable conditions are fulfilled:

- early detection and characterization of a Dangerous Space Object (DSO);
- in-time and reliable delivery of destroying (contacting) devices (modules);
- development of spacecraft and launchers with minimum safety (ecological compatibility) risk.

Missions are proposed to be implemented with available and prospective complexes comprised a universal spacecraft (Kaplan) and a spacecraft-explorer (Kaissa).

In order to guarantee the required safety, launchers of spacecraft should operate on eco-friendly propellants and provide a wide range of orbits, high readiness to launch, high level of ecological safety. From the safety point of view the Soyuz-2 LV and the Air Launch Space Transportation System launched from the AN-124 aircraft can be qualified as potential launchers for the proposed spacecraft.

## КОМЕТЫ ПОСЛЕ МИССИЙ STARDUST И DEEP IMPACT И ПЕРЕД МИССИЕЙ РОЗЕТТА

Чурюмов К.И.<sup>1</sup>, Шульман Л.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *КНУ им. Т.Г.Шевченко*, klim.churyumov@observ.univ.kiev.ua

<sup>2</sup> *ГАО НАНУ*, shulman@mao.kiev.ua

Космический аппарат (КА) Stardust был запущен в феврале 1999 г. Главной целью этой миссии было исследование кометы Wild 2 и ее пылевого окружения. После гравитационного маневра в поле Земли (январь 2001 г.), КА был перенаправлен к комете Wild 2. Он пролетел мимо астероида Annefrank и затем (в январе 2004 г.) достиг кометы Wild 2. Изображения ядра этой кометы были переданы на Землю. Специальная капсула с образцами околокометной пыли возвратилась на Землю в январе 2006 г. Пылинки собирались в объеме аэрогеля, где они тормозились без разрушения. Пылинки оказались микронными и субмикронными. Их минералогический состав типичен для минералов, сформированных путем высокотемпературного переплава.

Миссия Deep Impact к комете Tempel 1 стартовала в декабре 2004 г. В научные задачи миссии входили: попасть тяжелым медным цилиндром в ядро кометы; пронаблюдать как образуется после столкновения кратер; измерить глубину и диаметр кратера; исследовать состав вещества внутри кратера и в выбросе; определить изменение в естественной газопродуктивности, вызванные столкновением. Удар в ядро кометы Tempel 1 произошел 4 июля 2005 г.

К сожалению, образовавшееся после удара пылевое облако, не позволило увидеть кратер и измерить его параметры. Яркость облака быстро падала и оно исчезло за несколько минут, когда ядро стало недоступно для наблюдений с КА. Миссия Deep Impact показала, что ядро кометы содержит много мелких частиц.

2-го марта 2004 г. Стартовала миссия РОЗЕТТА к комете 67P/Чурюмова-Герасименко. На своем десятилетнем пути РОЗЕТТА пролетит мимо двух астероидов: 2867 Штейнс в сентябре 2008 г. и 21 Лютетия в июле 2010 г.. РОЗЕТТА буде первым КА, выведенным на орбиту вокруг ядра кометы. Он будет следовать за кометой в ее движении вглубь Солнечной системы. Спускаемый аппарат, названный Фила, совершит первую управляемую посадку на кометное ядро. РОЗЕТТА будет первым КА для исследования вопроса, как нагревание Солнцем преобразует замороженное кометное вещество. Вскоре после прибытия к комете Чурюмова-Герасименко орбитальный аппарат РОЗЕТТЫ отправит автоматический спускаемый аппарат для выполнения первого управляемого прикосновения к кометному ядру. Аппаратура спускаемого аппарата РОЗЕТТЫ получит первые изображения поверхности ядра и выполнит первые анализы реликтового вещества Солнечной системы. Встреча КА РОЗЕТТА со своей мишенью ожидается в 2014 г.

## COMETS AFTER THE STARDUST AND DEEP IMPACT AND BEFORE THE ROSETTA SPACE MISSIONS

K.I.Churyumov<sup>1</sup>, L.M.Shulman<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Kyiv National Shevchenko's University*, klim.churyumov@observ.univ.kiev.ua

<sup>2</sup>*Main Astronomical Observatory of the National Academy of Sciences of Ukraine*, shulman@mao.kiev.ua

The Stardust spacecraft has been launched on February 1999. The main goal of this mission was to investigate the Comet Wild 2 and its dust environment. After the Earth gravity assist (Jan 2001) the space craft was redirected to the Comet Wild 2. It passed by the asteroid Annefrank and then (Jan 2004) reached Comet Wild 2. The images of the nucleus of this comet were transferred to the Earth. The special capsule with samples of near-cometary dust was returned to the Earth on Jan 2006. The dust grains were collected in the volume of aerogel where they were decelerated without being destroyed. The dust particles were of micron and submicron sizes. Their mineralogical composition was typical for those formed by high temperature melting.

The Deep Impact mission to the Comet Tempel 1 was started on Dec 2004. The science objectives for the mission are: to shoot a weightful copper cylinder onto the nucleus of the comet; to observe how the crater forms after the impact; to measure the crater's depth and diameter; to measure the composition of the interior of the crater and its ejecta; to determine the changes in natural outgassing produced by the impact. The Tempel 1 nucleus was impacted on Jul 4, 2005.

Unfortunately, the dust cloud formed after the impact did not permit to see the crater and to measure its parameters. The brightness of the cloud decreased rapidly and the cloud disappeared in several minutes

when the nucleus became unavailable for observation from the space craft. The Deep Impact mission showed that the nucleus has abundant small dust particles.

On March 2, 2004 the ROSETTA space mission started to comet 67P/Churyumov-Gerasimenko. On its 10 year journey Rosetta will fly by two asteroids: 2867 Steins in Sept. 2008 and 21 Lutethia in July 2010. Then Rosetta will be the first spacecraft to orbit around comet's nucleus. It will follow the comet in its movement inward the Solar System. A lander, named Philae, will be deployed to make the first controlled landing on a cometary nucleus. Rosetta will be the first spacecraft to examine from close proximity how heating by the Sun transforms the frozen cometary matter. Shortly after its arrival at Comet 67P/Churyumov-Gerasimenko, the Rosetta orbiter will dispatch a robotic lander for the first controlled touchdown the cometary nucleus. The Rosetta lander's instruments will obtain the first images of the nuclear surface and make the first in situ analyses of the relict matter of the Solar system. The encounter of the ROSETTA spacecraft with its target is expected on 2014.

## **ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОРБИТ ИСКУССТВЕННОГО СПУТНИКА МАРСА ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ АСТЕРОИДОВ ГЛАВНОГО ПОЯСА**

Симонов А.В., Суханов К.Г.

*Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина*

E-mail: alex.simonov@laspacespace.ru

В работе рассматривается схема полёта к астероидам Главного пояса с предварительным выходом на орбиту искусственного спутника Марса (ИСМ).

В упрощённой постановке, показываются возможности энергетического выигрыша полётов к таким астероидам через орбиту ИСМ по сравнению с прямыми перелётами Земля – астероид для сближения с астероидом, то есть уравнивания скоростей КА и астероида для задач дистанционных исследований и/или посадки на малое тело.

Приводятся зависимости энергетических затрат от гелиоцентрических расстояний до астероида и параметров орбит ИСМ.

Ставится общая задача синтеза траекторий Земля – орбита ИСМ – астероид с учётом действия возмущающих факторов.

## **ABOUT USE THE ARTIFICIAL SATELLITE MARS ORBITS FOR ACHIEVEMENT MAIN BELT ASTEROIDS**

Simonov A. V., Sukhanov K. G.

*Lavochkine association, Khimki*

The scheme of flight to asteroids of the Main belt with a preliminary output into an orbit of the artificial satellite of Mars (ASM) is considered.

In the simplified statement, opportunities of a power prize of flights to such asteroids through orbit ASM in comparison with direct flights from the Earth - to asteroid for rapprochement with an asteroid is discussed. That means to solve a problem of equalizings of spacecraft speeds and an asteroid remote. In this case it will be possible to make the remote researches and-or landing to a small body.

Dependences of power expenses on heliocentric distances up to an asteroid and parameters of orbits ASM are discussed.

The general problem of synthesis of trajectories the Earth - orbit ASM - an asteroid is considered taking into consideration the perturbation factors.

# **СЕКЦИЯ: Динамика малых тел**

## **КОМЕТЫ И МЕТЕОРОИДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ.**

Куликова Н.В.

*Обнинский Государственный Технический Университет (ИАТЭ),*

E-mail Kulikova@iate.obninsk.ru

В условиях невозможности проведения натурального эксперимента или его дороговизны перспективным направлением исследований является создание компьютерных технологий, построенных по принципу модульности, что позволяет основательно расширить диапазон применяемых математических моделей дезинтеграции, алгоритмов эволюционного развития возникающих метеороидных комплексов, оценить качественные и количественные характеристики разрабатываемых наблюдателями критериев идентификации отдельных метеоров как элементов конкретных потоков и пр. В докладе представлены наиболее интересные с точки зрения автора результаты, полученные с использованием разработанной ранее компьютерной технологии для исследования населенности космического пространства продуктами дезинтеграции малых небесных тел естественного происхождения.

## **COMETS AND METEOROID COMPLEXES**

Kulikova N.V.

*Obninsk State Technical University Of Nuclear Power Engineering (IATE),*

E-mail Kulikova@iate.obninsk.ru

In case of impossibility to perform a field experiment or its high cost the development of computer technologies created by the modulus principle is considered to be the most promising trend. It allows to expand the range of applied mathematical models of disintegration, algorithms of the evolution development of appearing meteoroid complexes, to assess the quantitative and qualitative characteristics of developed identification criteria for some meteors as elements of concrete fluxes and so on. The paper presents most interesting results obtained with the help of a computer technology developed to study space population with disintegration products of small natural celestial bodies.

## **ИСТОЧНИКИ ОКОЛОЗЕМНЫХ КОМЕТ**

Емельяненко В.В.

*Южно-Уральский государственный университет*

E-mail: vvemel@susu.ac.ru

Даются оценки вклада различных источников в популяцию околоземных комет. Результаты основаны на модели внешней части Солнечной системы, учитывающей действие планетных, звездных и галактических возмущений в течение 4.5 миллиардов лет. Параметры модели соответствуют основным динамическим характеристикам различных наблюдаемых классов кометных тел (транснептуновые объекты, кентавры, короткопериодические и долгопериодические кометы).

Показано, что  $\sim 5 \cdot 10^{11}$  комет с  $H_{10} < 10.9$  в облаке Оорта (большая полуось  $a > 10^3$  а.е.) являются источником наблюдаемого потока почти параболических комет. Объекты из облака Оорта дают также значительный вклад в популяцию комет семейства Юпитера. Они достигают короткопериодических орбит путем постепенного перехода из внешней части Солнечной системы в околоземное пространство, при этом динамическая эволюция включает этап их пребывания на орбите кентавров. Похожий механизм действует и для захвата комет галлеевского типа, в дополнение к хорошо известному процессу диффузии больших полуосей при малых перигелийных расстояниях.

Эта работа была поддержана грантом РФФИ 06-02-16512.



## SOURCES OF NEAR-EARTH COMETS

Emel'yanenko V.V.

*South Ural State University*

E-mail: vvemel@susu.ac.ru

Estimates of the contribution of different sources to near-Earth comets are given. The results are based on a model of the outer Solar system accounting for planetary, stellar and Galactic perturbations for 4.5 Gyr. Parameters of this model are consistent with basic dynamical characteristics of various observed classes of cometary bodies (trans-Neptunian objects, Centaurs, short-period and long-period comets).

This study shows that  $\sim 5 \cdot 10^{11}$  comets with  $H_{10} < 10.9$  in the Oort cloud (semimajor axes  $a > 10^3$  AU) are a source of the observed near-parabolic flux. Objects from the Oort cloud provide also a substantial contribution to the Jupiter-family comet population. They reach short-period orbits by means of a gradual transfer from the outer Solar system to near-Earth space, the dynamical evolution including a Centaur stage. A similar mechanism operates, in addition to the well-known diffusion process at small perihelion distances, for the production of Halley-type comets captured from the Oort cloud.

This work was supported by RFBR Grant 06-02-16512.

## АСТЕРОИДЫ И КОМЕТЫ ИЗ ОБЛАКА ООРТА НА ОРБИТАХ ГАЛЛЕЕВСКОГО ТИПА

Бирюков<sup>1</sup> Е.Е., Мазеева<sup>2</sup> О.А.

*ЮУрГУ*

E-mail: caesare@susu.ac.ru

В работе исследуется вклад облака Оорта в кометно-метеороидный комплекс в околоземном пространстве. Моделирование показывает, что в результате захвата из облака Оорта на орбитах галлеевского типа с  $q < 1$  а. е. должно существовать  $\sim 1000$  комет с  $H_{10} < 7$ , если поток почти параболических комет из облака Оорта в области  $q < 1$  а. е. 0,2 кометы в год. Эта оценка в сотни раз больше чем число известных комет галлеевского типа. Если предположить, что почти все кометы угасают и таким образом становятся астероидами, то это так же противоречит наблюдениям, поскольку обнаружен только один астероид на галлеевской орбите (дамоклоид) с  $q < 1$  а. е. С целью объяснения числа обнаруженных комет галлеевского типа и дамоклоидов, а также распределения их орбит в данной работе были введены вероятности угасания комет и разрушения астероидов (угасших комет) как функции их возраста и перигелийного расстояния орбит. Получено, что на орбитах галлеевского типа с  $q < 1$  а. е. движется  $\sim 25$  комет,  $\sim 14$  астероидов и  $\sim 980$  разрушенных ядер комет. При этом вклад разрушенных кометных ядер в спорадический метеорный фон менее 10%. Опасность столкновения астероидов на галлеевских орбитах с Землей не выше, чем со стороны комет галлеевского типа. Работа поддержана грантом РФФИ 06-02-16512

## ASTEROIDS AND COMETS FROM OORT CLOUD ON HALLEY-TYPE ORBITS

Бирюков<sup>1</sup> Е.Е., Мазеева<sup>2</sup> О.А.

*ЮУрГУ*

The contribution to the cometary-meteor complex in near-Earth space from the Oort cloud is investigated. The predicted steady-state number of Halley-type comets (HTC) arising from the observed near-parabolic cometary flux with perihelion distances  $q < 1$  AU and absolute magnitude brighter than  $H_{10}=7$  is  $\sim 1000$ , assuming that the near-parabolic flux of comets in the range  $q < 1$  is  $0,2 \text{ AU}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ . This estimate is many times more than the number of known HTCs. If assume, that almost active comets is faded in brightness and become asteroids, then this not consistent with observations because only one asteroid (Damocloid) on Halley-type orbit with  $q < 1$  AU was observed. In order to explain the number of observed HTCs and distribution of their orbits, in this investigation the probability of cometary fading and probabilities of total disrupt of faded comets as function of perihelion distances and number revolution of comets was introduce. We conclude that the steady-state number of objects on Halley-type orbits with  $q < 1$  AU is:  $\sim 25$  comets,  $\sim 14$  asteroids, and  $\sim 980$  disintegrated cometary nuclei. At that, to sporadic meteor background the contribution of disrupted Halley-type comets is less than 10%. The impact hazard of Halley-type asteroids is simply equal to the impact hazard of Halley-type comets.

This work is supported by RFBR-Grant 06-02-16512

# НЕБЕСНОМЕХАНИЧЕСКАЯ АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕХОДА ТЕЛ С ПЕРИФЕРИИ ВО ВНУТРЕННИЕ ЧАСТИ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ И ПРОГНОЗ ПОЯВЛЕНИЙ НЕОТКРЫТЫХ ОПАСНЫХ ТЕЛ

Перов<sup>1</sup> Н.И., Шилова<sup>1</sup> К.Г.

ЯГПУ

E-mail: perov@yspu.yar.ru

В работе [1] численными методами на интервале  $4.5 \cdot 10^9$  лет исследуется процесс медленной миграции комет - переход модельных комет из квазипараболического потока облака Орта на короткопериодические с учётом возмущений от планет и Галактики. В этой же работе [1] выделен класс объектов – «дамоклоидов» - с перигелийными расстояниями меньше 5 а.е., которые пересекают орбиты планет-гигантов. Установлено, что 25% дамоклоидов движется по обратным орбитам. В работе [2] исследуется процесс быстрой миграции комет - в рамках парной пространственной задачи двух тел: Солнце—комета и планета—комета, рассматривается процесс перехода кометы с первоначальной гелиоцентрической параболической орбиты на гелиоцентрическую эллиптическую (параболическую — с иными параметрами, гиперболическую) траекторию. На основе [2] ниже в аналитическом виде представлены значения параметров орбиты кометы после ее выхода из сферы действия планеты и захвата гравитационным полем Солнца; объяснено происхождение известных семейств короткопериодических комет; спрогнозировано существование некаталогизированных коротко- и долгопериодических комет и метеорных потоков; локализованы пространственно-временные области поиска новых комет и метеорных потоков в Солнечной системе (Таблица).

**Таблица.** Эпохи (2007 год) появлений, геоцентрические эклиптические долготы ( $\lambda$ ) (широты  $\beta=0^\circ$ ) радиантов гипотетических метеорных потоков и гипотетических опасных гиперболических комет. Эти тела испытали тесные сближения с Юпитером и Сатурном в перигелиях их первоначально параболических орбит.  $i=180^\circ$ .

Юпитер	λ	Сатурн	λ
месяц/день/год	градусы	месяц/день/год	градусы
01 12 07	225.59 177.20	01 29 07	272.67 164.55
11 01 07	153.02 104.02	08 02 07	93.96 344.93
12 24 07	206.10 157.71		

## Литература

1. Бирюков Е.Е. Захват комет из облака Орта на орбиты галлеевского типа и орбиты семейства Юпитера / *Астрономический вестник*. 2007. Т. 41. № 3. С. 232 – 240.
2. Перов Н.И. Модель происхождения планетарных кометных семейств // *Астрономический вестник*. 2005. Т. 39. № 3. С. 281- 287.

## A CELESTIAL MECHANICAL ANALYTICAL MODEL OF TRANSITION OF BODIES FROM PERIPHERY INTO INTERNAL REGION OF THE SOLAR SYSTEM AND FORECASTING OF APPEARANCE OF UNDISCOVERED HAZARDOUS BODIES

N.I. Perov, K.G. Shilova

*State Pedagogical University. Yaroslavl.*

E-mail: perov@yspu.yar.ru

A model of origin of short periodical comets and forecasting of appearances of undiscovered yet minor celestial bodies, moving along hyperbolic orbits as well hazardous for the Earth' civilization but unobservable comets, based on the hypothesis of interaction of these bodies and major planets of the Solar system is presented below. The geocentric ecliptical coordinates ( $\lambda$ ,  $\beta$ ) of corresponding meteor's streams radiants (comets) and epochs of theirs appearance are determined.

# **ФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗМЫТОЙ ДИНАМИКИ МАЛЫХ ТЕЛ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА В УСЛОВИЯХ ИНФОРМАЦИОННОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ (ТЕОРИЯ, ТЕХНОЛОГИИ, РЕЗУЛЬТАТЫ)**

Мышев А.В.

*Обнинский государственный технический университет атомной энергетики*

В работе излагаются основные положения и принципы как построения теории размытой динамики малых тел в космическом пространстве в условиях информационной неопределенности, так и методология технологий имитационного моделирования эволюции и фрактального анализа образов динамики. Формализация моделей динамики в рассматриваемой теории осуществляется на основе схем дискретной аппроксимации уравнений динамики. Эволюционный оператор таких моделей определяется как синтез двух операторов: 1) оператора взаимодействия символьных цепочек на перспективных сетках с информационной средой; 2) оператора проектирования любых точек проективной плоскости в узлы базовых координатных перспективных сеток. Основа технологий имитационного моделирования таких задач на размытых подмножествах - метод виртуальной перспективы. Аппарат анализа размытой динамики реализован на основе методологии образного описания динамической эволюции на топологиях размытых квантовых дискретных подмножеств и выявления генетического кода образа. В рамках такой модели динамика малых тел рассматривается как дискретная волновая динамическая система на квантовых дискретных пространствах. Фрактальный анализ образов имитационного моделирования размытой динамики реальных комет в условиях априорной неопределенности позволил выявить следующие ранее неизвестные закономерности динамической эволюции. Во-первых, они проявляют размытую фрактальную динамику двух типов - перколирующего фрактала и фрактального агрегата. Во-вторых, механизмом фазового перехода от регулярной к размытой динамике является коллапс неопределенностей. В-третьих, критерием идентификации модели и технологий моделирования с реальной наблюдаемой системой является генетический код образа динамики.

## **FRactal Analysis of Fuzzy Dynamics of Small Bodies Space in Conditions Under Information Uncertainty (The Theory, Technologies, Results)**

*Myshev A. V.*

*Obninsk technical university state of nuclear power engineering*

The substantive provisions and principles as constructions of theory fuzzy dynamics small bodies in space under conditions information uncertainty and methodology of technologies of imitating modelling of evolution and the fractal analysis of images dynamics are stated.

## **АНАЛИЗ ОРБИТАЛЬНОЙ ЭВОЛЮЦИИ КОРОТКОПЕРИОДИЧЕСКИХ КОМЕТ**

Емельяненко Н.Ю.

*Южно-Уральский государственный университет*

E-mail: emel@math.susu.ac.ru

Изучены эволюции орбит 97 наблюдаемых комет семейства Юпитера с высоким значением постоянной Тиссерана. Предложены 8 орбитальных состояний объектов по размерам и форме их орбит. Состояния объединены в граф. Определены частоты пребывания кометы в каждом из состояний графа и переходы между состояниями. Показано, что возможные для каждой кометы состояния зависят от значения ее постоянной Тиссерана относительно планеты.

Выделены особенности сближений с Юпитером наблюдаемых комет. Определены параметры гелиоцентрических орбит, при которых они возникают.

Эта работа была поддержана грантом РФФИ 06-02-16512.

## ANALYSIS OF THE ORBITAL EVOLUTION OF SHORT-PERIOD COMETS

Emel'yanenko N.Yu.

*South Ural State University*

Orbital evolutions have been studied for 97 observed Jupiter-family comets with a high value of the Tisserand parameter. 8 orbital states have been proposed according to sizes and forms of their orbits. States are combined to form a graph. Frequencies for every cometary state of the graph and transitions between the states are determined. It has been shown that possible states for each comet depend on its value of the Tisserand parameter with respect to a planet.

Features of encounters with Jupiter have been described for observed comets. Parameters of heliocentric orbits corresponding to these features have been found.

This work was supported by RFBR Grant 06-02-16512.

## О ВОЗМОЖНОЙ ГЕЛИОЦЕНТРИЧЕСКОЙ ОРБИТЕ ТУНГУССКОГО МЕТЕОРИТА ДО ЕГО ВХОЖДЕНИЯ В АТМОСФЕРУ ЗЕМЛИ

Заботин А.С., Медведев Ю.Д.

*Институт прикладной астрономии РАН, С.-Петербург, Россия*

E-mail: medvedev@ipa.nw.ru

Численно исследована ретроспективная эволюция орбиты тунгусского метеорита от момента его взрыва до входа в атмосферу Земли. В модель движения метеорита включены гравитационные ускорения от Земли, Луны и Солнца, а так же ускорения, возникающие из-за торможения тела в атмосфере Земли. Учитывалась возможность дробления и горения тела в атмосфере. В качестве начальных условий были взяты место и время взрыва тунгусского метеорита. Варьировались значения величины модуля, азимута и наклона вектора скорости к поверхности Земли, а также высота взрыва метеорита. Кроме того, исследовалось влияние размеров тела, его механических и теплофизических характеристик на движение метеорита. Численные эксперименты показали, что лучше всего наблюдательным данным метеорита удовлетворяют небольшие значения величины модуля и наклона вектора скорости к поверхности Земли при его движении в атмосфере. При таких начальных данных метеорит может совершить один или даже несколько оборотов вокруг Земли до своего падения. Гелиоцентрические орбиты, получающиеся при моделировании с такими начальными данными, до входа метеорита в атмосферу Земли во многом близки к орбите астероида Apophis. В качестве примера приводим одну из таких орбит:

$$T = 1908 \text{ 11 10.4}, \omega = 154^{\circ}.4, \Omega = 279.^{\circ} 2, i = 10^{\circ}.9, e = 0.118, a = 0.921 \text{ a.e.}$$

Это позволяет говорить о достаточно частых сближениях астероидов типа Apophis с Землей и их падениях на Землю.

## ON POSSIBLE HELIOCENTRIC ORBIT OF THE TUNGUS METEORITE BEFORE ENTRANCE TO THE EARTH'S ATMOSPHERE

A.S. Zabotin, Yu.D. Medvedev

*Institute of Applied Astronomy of RAS, St.-Petersburg, Russia*

The retrospective dynamics of the Tungus meteorite within the Earth's atmosphere and outside of it is investigated numerically. The Earth, Moon and Sun attraction as well as the gas drag force are taken into account when computing the motion of the meteorite. The possibility of fragmentation and burning it are taking into account also. The position and the moment of explosion have been taken as the initial parameters and the velocity have been varied. The effect of varying the chosen values of mechanical, thermal and physical characteristics of the meteorite on its motion is investigated. The numerical simulation shows that not large values of module velocity and vector one's inclination to the Earth's surface meet the Tungus observational conditions and the meteorite could move as the Earth's satellite during one or several revolutions around the Earth up to the moment of the fall on the Earth. Heliocentric orbits of the Tungus meteorite before entrance to the Earth's atmosphere is the practically the same as the Apophis orbit. In the capacity of those orbits we have obtained the following set of the elements:

$$T = 1908 \text{ 11 10.4}, \omega = 154^{\circ}.4, \Omega = 279.^{\circ} 2, i = 10^{\circ}.9, e = 0.118, a = 0.921 \text{ a.e.}$$

These results allow to assert that falling the asteroids of Apophis type on the Earths is not rare events.



# **КОГНИТИВНОЕ КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗМЫТОЙ ДИНАМИКИ КРОТКОПЕРИОДИЧЕСКИХ КОМЕТ В УСЛОВИЯХ ИНФОРМАЦИОННОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ (ТЕХНОЛОГИИ И РЕЗУЛЬТАТЫ)**

Мышев А.В. Игнатенко П.И.

*Обнинский государственный технический университет атомной энергетики*

В работе рассматриваются результаты применения техники и технологий новой парадигмы компьютерной математики – когнитивное компьютерное моделирование – для решения задач компьютерного мониторинга динамической эволюции малых тел Солнечной системы в условиях многофакторной неопределенности. В рамках такой парадигмы техника и технологии компьютерного моделирования динамической эволюции средствами традиционной вычислительной небесной механики принимают принципиально иной смысл и имеют новое содержание. Во-первых, это отказ от метрического подхода при моделировании задач динамической эволюции и переход к технологиям вычислительного интеллекта построения решений. Во-вторых, переход к образному представлению информации результатов моделирования в отличие от традиционного вербально-логического описания. В-третьих, применения такой техники и технологий компьютерного моделирования повышают когнитивный фактор вычислительных технологий и технику data mining анализа результатов. Методологическую основу когнитивного компьютерного моделирования составляют потоковые вычислительные технологии и техника когнитивной компьютерной топографии. Поточные вычислительные технологии разработаны и реализованы на основе метода вероятностных карт, применяемая техника – это методы вычислительной математики и аппарат когнитивной топографии и компьютерной графики. Проведенные имитационные исследования компьютерного мониторинга динамической эволюции короткопериодических комет для задач в условиях априорной информационной неопределенности начальных условий позволил сделать ряд следующих выводов и утверждений: во-первых, размытая динамика короткопериодических комет в таких условиях отражает закономерности самосогласованного стремления к критическим режимам, которые обладают топологией перколирующего фрактального объекта и фрактального агрегата. Во-вторых, определен механизм фазового перехода в эволюции от регулярной динамики со сложной структурой к размытой – это перемежаемый коллапс неопределенностей.

## **COGNITIVE COMPUTER MODELLING OF FUZZY DYNAMICS SHORT PERIOD COMETS IN CONDITIONS UNDER INFORMATION UNCERTAINTY (TECHNOLOGY AND RESULTS).**

Myshev A. V. Ignatenko P. I.

*Obninsk technical university state of nuclear power engineering*

In work results of application of technics and technologies of a new paradigm of computer mathematics - cognitive computer modelling - for the decision of problems of computer monitoring dynamic evolution of small bodies of Solar system in conditions of multifactorial uncertainty are considered.

Within the limits of such paradigm technics and technologies of computer modelling of dynamic evolution by means of traditional computing heavenly mechanics accept essentially other sense and have the new maintenance. First, it is refusal of the metric approach at modelling problems of dynamic evolution and transition to technologies of computing intelligence of construction of decisions. Secondly, transition to figurative representation of the information of results of modelling unlike the traditional verbally-logic description. Thirdly, applications of such technics and technologies of computer modelling raise the cognitive factor of computing technologies and technics data mining the analysis of results. The methodological basis cognitive computer modelling is made streaming computer technologies and technics of cognitive computer topography. Streaming computer technologies are developed and realized on the basis of a method of the probability maps, applied equipment are methods of calculus mathematics and the device cognitive topography and computer schedules short period comets for problems in conditions of a priori information uncertainty of entry conditions a number of following conclusions and statements has allowed to make carried out imitating researches of computer monitoring of dynamic evolution: first, fuzzy dynamics short period comets in such conditions reflects laws of the self-coordinated aspiration to critical modes which possess topology of percolation fractal object and the fractal unit. Secondly, the mechanism of phase transition in evolution from regular dynamics with difficult structure to fuzzy dynamics is alternated collapse of uncertainty.



## МЕТОД ПОИСКА РОДИТЕЛЬСКИХ ТЕЛ МЕТЕОРНЫХ ПОТОКОВ

Перов<sup>1</sup> Н.И., Багров<sup>2</sup> А.В., Тихомирова<sup>1</sup> Е.Н.

<sup>1</sup>ЯГПУ, <sup>2</sup>ИНАСАН

E-mail: perov@yspu.yar.ru

В начале XXI века было известно свыше 4000 радиантов метеорных потоков, а родительские тела были установлены только для нескольких десятков потоков. В работе рассматривается эволюция эллиптических орбит метеороидных частиц в гравитационном поле Солнца при *совместном* учёте светового давления, эффекта Пойнтинга – Робертсона и его корпускулярного аналога (действие протонов и альфа-частиц) в *аналитическом* виде, в отличие от работ [1, 2]. Эффект Пойнтинга – Робертсона характерен для частиц с радиусами от 1 мкм до 1 см, а эффект Ярковского становится существенным для тел с радиусами от 10 см до 10 км [2].

Для случая малых возмущений из дифференциального уравнения движения метеороидной частицы, после осреднения за один её оборот вокруг Солнца и последующего интегрирования, обобщая работы [1, 2], найдём:

$$k = \left( 5h \frac{a(1-e^2)}{a_0(1-e_0^2)} - 4h \frac{e}{e_0} \right) / \left( h \frac{e}{e_0} - h \frac{a(1-e^2)}{a_0(1-e_0^2)} \right) \quad (1)$$

Здесь  $a_0$  и  $e_0$  – начальные значения большой полуоси и эксцентриситета орбиты метеороида;  $k = k_w/k_p$ ,  $k_w$  и  $k_p$  – величины пропорциональные ускорениям метеороидов, обусловленных действием протонов (солнечного ветра) и фотонов, соответственно.

Для отождествления метеорных потоков и их родительских комет при совместном учёте эффекта Пойнтинга – Робертсона и его корпускулярного аналога будем полагать, что наклоны орбит комет и метеорных потоков мало отличаются друг от друга ( $<10^\circ$ ), отсутствуют тесные сближения комет и метеороидов с большими планетами,  $a_0 = a_c$  и  $e_0 = e_c$ . (Index “c” refers to comet). Обратим внимание, что для возможных значений максимального  $k_w$  и минимального  $k_p$  их отношение не превосходит 1.5, поэтому можно считать  $0 < k < 1.5$ . Вычисленное из формулы (1) значение  $k$ , если оно находится в интервале  $0 < k < 1.5$ , предлагается использовать в качестве критерия отождествления комет и метеорных потоков.

Для отождествленных метеорных потоков - April Lyrids и k-Cygnids - и их родительских комет - 1861 I и (возможно) 177 P, - критерий (1) выполняется (при значении параметра  $k \approx 0.88$  и  $k \approx 1.23$ , соответственно).

### Литература

1. Wyatt S. P., Jr., Whipple F. L. The Poynting-Robertson effect on meteor orbits // *Astrophys. J.* 111 / Harvard College Observatory, 1950. P. 134 – 141.
2. Ryabova G.O. On the dynamical consequences of the Poynting-Robertson drag caused by solar wind // *Dynamics of populations of planetary systems / Eds., Knežević Z. and Milani A. Proc. of the 197th Coll. of the IAU. Belgrade, Serbia Aug. 31 – Sept. 4, 2004. Cambridge University Press, 2005. P. 411 – 414.*

## A METHOD FOR SEARCHING OF PARENT BODIES OF METEOR STREAMS

Perov<sup>1</sup> N.I., Bagrov<sup>2</sup> A.V., Tikhomirova<sup>1</sup> E.N.

<sup>1</sup>YSPU, <sup>2</sup>INASAN

E-mail: perov@yspu.yar.ru

Variations of semimajor axes and eccentricities of particles of meteor streams in cosmogonical intervals of time due to the effect of Poynting – Robertson are presented analytically tractable. The Poynting – Robertson drag caused by the Solar wind is taking into account. The new integral of motion that have been found in the frame of the averaged perturbed two-body problem are used for identification of meteor streams and their parent comets for the first time. The comet 177P is probably the parent body of the meteor stream k-Cygnids in the frame of the proposed model.

## СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОРБИТАЛЬНОЙ ЭВОЛЮЦИИ ГРУППЫ РЕЗОНАНСНЫХ АСЗ

Тимошкова Е. И

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

E-mail: elenatim@gao.spb.ru

В работе представлены результаты сравнительного изучения орбитальной эволюции группы резонансных АСЗ. Для 28 АСЗ, орбиты которых в настоящее время локализованы в окрестности резонанса 3:1 с Юпитером, получена численная модель движения путем интегрирования системы дифференциальных уравнений движения в прямоугольных координатах с учетом возмущений от 8 больших планет и Плутона на временном интервале в 100000 лет. Выборка этой группы астероидов проводилась из числа всех астероидов, нумерованных на начало 2005 года, из условия:  $0^{\circ}.24 < n < 0^{\circ}.26$  и  $0.35 < e < 1$ , где  $n$  - среднее суточное движение и  $e$  - эксцентриситет орбиты. Интегрирование выполнялось методом Булирша-Штера с переменным шагом. В качестве начальных данных интегрирования использовались значения оскулирующих элементов астероидов и возмущающих планет, которые взяты из “Эфемерид малых планет на 2005 год” (Шор, 2004). Основными изучаемыми параметрами служат оскулирующие элементы орбиты и некоторые их комбинации. Сравнительный анализ полученных численных моделей движения показал, что поведение трех основных эволюционных параметров орбиты - большой полуоси, эксцентриситета и наклона к плоскости эклиптики - достаточно характерно для резонансных орбит типа 3:1, имеющих сближения с внутренними планетами. Здесь наблюдаются хаотические изменения большой полуоси и большие вариации эксцентриситетов и наклонов. Орбиты 27 астероидов остаются в окрестности резонанса 3:1 с Юпитером, а в одном случае (астероид 30825 TG1) наблюдается достаточно быстрое возрастание большой полуоси и уход в зону больших планет.

## COMPARATIVE STUDY OF THE ORBITAL EVOLUTION OF A GROUP OF RESONANCE NEAS

E.I.Timoshkova

Central Astronomical Observatory at Pulkovo RAS

E-mail: elenatim@gao.spb.ru

The orbital evolution of 28 Near-Earth asteroids with the mean motions being in resonance 3:1 with Jupiter is studied by the numerical integration over 100 000 years taking into account the perturbations from 8 planets and Pluto. The selected group of asteroids gets into a narrow region of change of the mean motions and the eccentricities:  $0^{\circ}.24 < n < 0^{\circ}.26$ ;  $0.35 < e < 1$ . The integration has been done by Bulirsch-Stoer method. For initial integration data we have taken the values of osculating elements for 28 asteroids and for the planets from “*The Ephemerides of Small Planets for 2005*” (Shor, 2004). The behaviour of the osculating semi-major axis, the eccentricity and the inclination was analysed for all time of integration. Our comparative analysis has demonstrated that the character of change of the main evolutionary parameters of this group of asteroids is quite characteristic for the NEA with commensurability of their mean motions to Jupiter as 3:1. We have found the chaotic changes of the semi-major axis  $a$  for almost all of the asteroids examined, large amplitudes in the variations of eccentricities  $e$  and slopes  $i$ . The orbits of 27 asteroids remain within the vicinity of mean motion resonance 3:1 with Jupiter. In one case (30825 TG 1) the semi-major axis increases rapidly and the asteroid is moving into the region of the big planets.

## **АНАЛИЗ ДВИЖЕНИЯ ЯДЕР КОМЕТЫ ШУМЕЙКЕР-ЛЕВИ 9 В ОБЛАСТИ СБЛИЖЕНИЯ С ЮПИТЕРОМ**

Емельяненко Н.Ю.

*Южно-Уральский государственный университет*

E-mail: emel@math.susu.ac.ru

Исследовано ювицентрическое движение 19 ядер кометы Шумейкер-Леви 9. Определены финальные состояния ядер в момент входа в область сближения; оценено время пребывания каждого ядра в области сближения и число минимумов функции ювицентрического расстояния. Показано, что комета испытала низкоскоростное сближение - орбиты ее ядер принадлежат области  $\omega$  - комет с особенностями в сближениях с Юпитером; положение ядер в области  $\omega$  таково, что они могут испытывать гравитационный захват с физическими кратными минимумами. Построены ювицентрические траектории ядер. Эта работа была поддержана грантом РФФИ 06-02-16512.

## **ANALYSIS OF THE MOTION FOR NUCLEI OF THE COMET SHOEMAKER-LEVY 9 IN THE REGION OF AN ENCOUNTER WITH JUPITER**

Emel'yanenko N.Yu.

*South Ural State University*

emel@math.susu.ac.ru

The jovicentric motion of 19 nuclei of the comet Shoemaker-Levy 9 has been investigated.

The final states of the nuclei at the moment of entry into the encounter region have been determined; the time of stay in the encounter region and the number of minima for the function of jovicentric distance have been estimated for each nucleus. It has been shown that the comet had a low-velocity encounter - orbits of its nuclei belong to the region  $\omega$  of comets with peculiarities in encounters with Jupiter; the nuclei are located in the region  $\omega$  in such positions that they can undergo a gravitational capture with multiple physical minima. The jovicentric trajectories of the nuclei have been constructed.

This work was supported by RFBR Grant 06-02-16512.

## **АНАЛИТИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ ОЦЕНОК РАСПРЕДЕЛЕНИЙ МЕТЕОРОИДОВ В ОКОЛОЗЕМНОМ ПРОСТРАНСТВЕ**

Мещеряков С.А.

*ЦНИИМАШ*

E-mail: SMeshcheryakov@mtu-net.ru

Используя сингулярное представление для частицы, движущейся в гравитационном поле, получены формулы, позволяющие аналитически описать статистические распределения метеороидов в гравитационном поле Земли. Аналитические формулы получены также для эффекта экранировки потока метеороидов Землей и ее атмосферой. Эти результаты позволяют непосредственно оценить основные черты прогнозируемых распределений метеороидных тел, и могут быть использованы как для анализа риска столкновения космического аппарата с метеороидом, так и для интерпретации бортовых и наземных наблюдений метеороидов.

## **ANALYTICAL FORMULAS FOR EVALUATION OF METEOROID DISTRIBUTIONS IN THE NEAR-EARTH SPACE**

Meshcheryakov S.A

*TSNIMASH*

Email: SMeshcheryakov@mtu-net

The influence of Earth gravitational field on the meteoroid streams in the near-Earth space is investigated analytically using Dirac's delta function approach. Also the analytical formulas for screening effects are obtained. These results show the main features of meteoroid distributions more clearly than numerical calculations, and can be used for interpretation of on-board measurements and ground observations by meteor radars and optical telescopes. The features found can be important to spacecraft safety.

## **ВАРИАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ В НЕБЕСНО-МЕХАНИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ**

Титов В.Б.

*НИАН СПбГУ*

E-mail: tit@astro.spbu.ru

Для численного моделирования движения небесных тел используются различные интеграторы. Менее традиционными являются симплектические интеграторы, сохраняющие симплектическую структуру динамической системы. В их число входят и так называемые вариационные интеграторы, основанные на использовании соответствующего лагранжиана дискретной задачи (с шагом  $h$ ). Такой подход отражает динамические свойства исходной задачи, сохраняя для автономных систем значение постоянной энергии, и снижает трудоемкость задачи, давая возможность выбирать больший шаг интегрирования. Кроме интеграторов, вариационные методы можно использовать и напрямую  $\dot{I}$  для поиска решения, как функции, минимизирующей функционал действия, например используя методы нелинейного программирования. Таким методом находятся симметричные периодические решения задачи трех тел. Полученные решения приводятся.

## **VARIATIONAL SOLUTIONS OF CELESTIAL MECHANICS PROBLEM**

Titov V.B.

*AI SPbGU*

E-mail: tit@astro.spbu.ru

Various integrators are used for numerical simulations of celestial bodies motion. The symplectic ones are a bit less common in celestial mechanics in spite of their property to preserve symplectic structure of dynamical system. So called variational integrators are symplectic. They are based on the discretization of related lagrangian of the problem (with step  $h$ ). This approach keeps the dynamical properties of the problem preserving the value of energy (in autonomous cases) and makes possible to reduce the cost of computations allowing the bigger stepsize. Besides the integrators the variational methods can be used directly, for searching a solution as a function minimizing the action functional, for example using the nonlinear programming algorithms. These methods are applied for searching symmetrical periodic solution of three body problem with comparable masses. The obtained solutions are presented.

## **ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ ОКОЛОЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА КАК ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ**

Муртазов А.В.

Рязанский госуниверситет имени С.А. Есенина

E-mail: akm@rspu.ryazan.ru

В современном мире экология становится наукой, данные которой во многом определяют дальнейшее развитие техногенной цивилизации. Экология ближнего космоса, изучающая его взаимодействие с биосферой, тесно связана с околоземной астрономией. Последняя своими методами осуществляет мониторинг загрязнения и процессов в околоземном пространстве. В работе рассмотрены основные положения экологии околоземного пространства, ее цели и задачи по исследованию и прогнозу состояния глобальной окружающей биосферы среды.

## **SPECIFICS OF NEAR EARTH SPACE ECOLOGY AS A NATURAL SCIENCE**

A.K. Murtazov

The Essenin Ryazan State University

E-mail: akm@rspu.ryazan.ru

In the present-day world, ecology has become a science which data to a large extent determine the technogenic civilization further development. The near space ecology investigating its interaction with the biosphere is closely related to the near-Earth astronomy. The methods of the latter enable the monitoring of the pollution and processes of the circumterrestrial space. The study considers the near-Earth space ecology postulates, its aims and objectives regarding the global biosphere environment state investigation and forecast.

## ИМПАКТНЫЕ КРАТЕРЫ И ЛИНЕЙНЫЕ МАГНИТНЫЕ АНОМАЛИИ.

Михеева А.В.

ИВМиМГ СО РАН

E-mail: anna@omzg.sssc.ru

К настоящему времени накопилась большая литература о методах геохронологического изучения аномального магнитного поля океана и структуре инверсионного магнитоактивного слоя ([1] и др.). Построены новые карты возраста океанического дна, как, например, Тектонический глобус, составленный во ВНИИЗарубежгеологии в 1991 году и послуживший основой для своего электронного варианта [2]. Геометризация построений линейных магнитных аномалий (ЛМА) позволяет сделать вывод о влиянии на тектонику разнопорядковых геодинамических эффектов, которые могут быть вызваны в том числе и различного рода внешними воздействиями на землю. Анализ карты позволяет выявить чёткие круговые структуры в районах известных импактных кратеров (см. каталог [3]) Некоторые из них: Прибалхашско-Илийский (D=720 км), Атлантический (D=300 км), Попигай (D=100 км) и Настапока (Гудзонов зал., D=440 км) представлены на рисунке 2. Исходя из сказанного можно предположить, что подобные круговые структуры смогут послужить диагностическим признаком для задачи обнаружения новых импактных кратеров с помощью цифровой карты (см. рис.3).

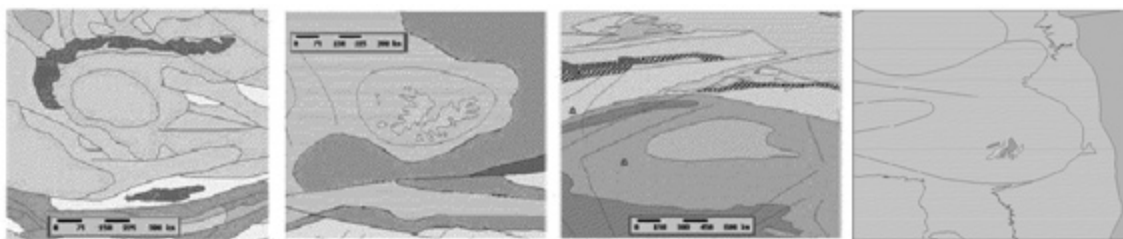


Рис. 2: ЛМА известных импактных кратеров

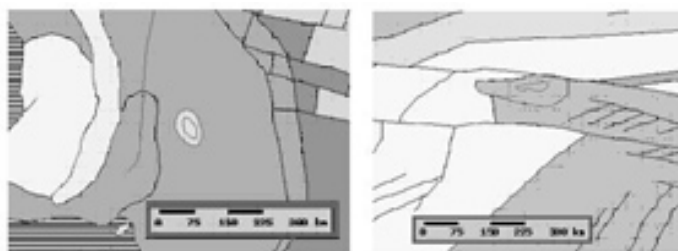


Рис. 3: ЛМА островов Барбадос (Карибы) и Ян-Майен (Гренландское море).

Литература:

1. Шнейдер А. А. «Линейные магнитные аномалии океана»; М.: Наука, 2003. 20 л.
2. Рундквист Д.В. (2006) Web-сайт «Электронная Земля» ([earth.jssc.ru/index\\_en.php](http://earth.jssc.ru/index_en.php))
3. Михеева А.В. Web-сайт «Каталог Импактных Структур Земли» ([omzg.sssc.ru/impact](http://omzg.sssc.ru/impact))

## THE IMPACT CRATERS AND LINEAR MAGNETIC ANOMALIES

Mikheeva A.V.

ICM&MG SB RAS

E-mail: anna@omzg.sssc.ru

The big literature where modern representations about methods of the geochronological studying an anomaly magnetic field of the ocean and a structure of inversion magnetic-active layer ([1] etc.) are stated has already collected. A new maps of ocean bottom age are constructed. As an example it is possible to result the Tectonic globe of RSRI "ForeignGeology" [2]. The geometrization of LMA constructions allows make a conclusion on influence on them of various nonlinear geodynamic effects which may be caused various external influences on the ground. The analysis of map [2] allows locate the clearly circular anomalies in arrangement areas of the known impact craters (see the catalogue [3]). Some of them: Pribalhash-Iliyskaya, S.Atlantic G.A., Popigai and Nastapoka are shown in figure 1. It is possible to assume, that ring structures may become predicting attribute for a task of new astroblems detection. In figures 2 the examples of similar structures are shown.



## **ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В ИССЛЕДОВАНИИ ДИНАМИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ ОКОЛОЗЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Емельяненко В.В.

*Южно-Уральский государственный университет*

E-mail: vvemel@susu.ac.ru

Разработан новый метод исследования динамики околоземных объектов, который позволяет проводить симплектические интегрирования с переменным шагом, являющимся заданной функцией координат и скоростей. Наряду с рядом полезных геометрических свойств, предложенный алгоритм создает хорошие возможности для проведения параллельных вычислений. Связано это с тем, что наиболее затратные вычисления в численной схеме второго порядка и для невозмущенной части, и для части взаимодействия сводятся к оценке движения вдоль кеплеровских орбит. Для каждого тела эти вычисления являются независимыми и подобными. Это создает предпосылки для рациональной загрузки многопроцессорных компьютеров.

Эффективность метода демонстрируется на примере исследования долговременной эволюции астероида (99942) Apophis.

Данная работа поддержана грантом РФФИ-Урал 07-02-96002.

## **PARALLEL COMPUTATIONS IN INVESTIGATIONS OF THE DYNAMICAL EVOLUTION FOR NEAR-EARTH OBJECTS**

Emel'yanenko V.V.

*South Ural State University*

E-mail: vvemel@susu.ac.ru

A new method is developed for studies of near-Earth object dynamics. The method allows us to perform symplectic integrations with variable time-steps which are prescribed functions of positions and velocities. In addition to a number of useful geometrical properties, the algorithm has useful features for parallel computations. In this algorithm, the most consuming calculations for both Keplerian and perturbation parts in the second-order numerical scheme are connected with estimates of the Keplerian motion. These procedures are independent and similar for each body. Therefore, the efficient workload of multiprocessor computers is possible.

The efficiency of the method is demonstrated by the example of the study of the long-term evolution for the asteroid (99942) Apophis.

This work was supported by RFBR-Ural Grant 07-02-96002.

## **КОМЕТНАЯ МЕТЕОРИТИКА: УСПЕХИ, ПРОБЛЕМЫ И ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ**

Дмитриев Е.В.

*Астрономическое общество, Москва*

E-mail: evdmitriev@gmail.com

В последние годы был проведен ряд исследований по обнаружению выпавшего на Землю кометного вещества. Работы велись по разработанным автором методикам и рекомендациям. По Тунгусскому метеориту - подтверждено предположение о массивном выпадении кометной пыли в составе болидной струи аэрозоля на эпицентр катастрофы. В Шатурском районе Московской области краеведом Н.А. Филиным обнаружены следы локальной кометной катастрофы, приведшей к появлению цепочки озер. Под точкой погасания Алтайского болида 2007 года экспедицией ОНИО «Космопоиск» впервые, в результате целенаправленных поисков, найдено поле рассеяния осколков сухого остатка кометы и кометной пыли. Приведенные факты убедительно свидетельствуют о непрерывном поступлении на Землю кометного вещества. Однако появились и новые проблемы. В целях решения возникших проблем и уточнения механизма выпадения вещества вторгшихся в атмосферу Земли комет дается перечень основных задач, стоящих перед кометной метеоритикой. Это - поиск выпавшего кометного вещества под конечными участками траекторий ярких болидов, тотальная идентификация кометных кратеров, проведение полного цикла исследований найденных кометных осколков и составление их классификации, поиск кометных маркеров в колонках кернов антарктических и гренландских льдов и т.п.

## A COMETARY'S METEORITIC: ACHIEVEMENTS, PROBLEMS AND MAIN TASKS

E.V.Dmitriev

*Astronomical Society, Moscow*

E-mail: evdmitriev@gmail.com

Some researches dedicated to detection of fallen down to the Earth of cometary's matter were done for the last years. The researches were provided in consequence with methodic and recommendations proposed by author. A suppose that massive falling of cometary's dust to the epicenter of Tunguska Meteorite with bolide's aerosols flow was proved. Some traces of a local cometary's catastrophe led to appearance of chain of lakes were detected by N.A.Filinov in Shtatura region near Moscow. Under point of fading of Altay bolide 2007 an expedition ONIO "Kosmopoisk" detected a field of scattering of dry remnants of comet and its dust as result of special search. Gathered data prove continue inflow of cometary's matter to the Earth. The new results arise new problems that are discussed. These are search for cometary's bourn matter under final parts of bright bolides trajectories, total identification of comet-bourn craters, full-cycle analysis of detected cometary's fragments and their classification, search for cometary's markers in samples of ice kerns from Antarctic and Greenland and so on.

### ЭВОЛЮЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ МЕТЕОРОИДНОГО КОМПЛЕКСА КОМЕТЫ ТЕМПЕЛЯ-ТУТЛЯ

Куликова Н. В.<sup>1</sup>, Поляков Н.В.<sup>1</sup>, Чепурова В.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Обнинский Государственный Технический Университет Атомной Энергетики(ИАТЭ)*

<sup>2</sup>*Московский Государственный Университет, ГАИШ*

E-mail: kulikova@iate.obninsk.ru

Исследование эволюции орбит фрагментов, выбрасываемых из ядра родительского тела, под действием гравитационных сил, имеющихся в Солнечной системе, является одной из важнейших задач изучения эволюционного развития космического «мусора» естественного происхождения. К настоящему моменту разработана базовая модель многомодульной компьютерной технологии на основе стохастической модели образования и эволюции орбит фрагментов метеороидных комплексов, возникающих при дезинтеграции ядер конкретных комет. Однако, проводимые исследования осуществлялась в рамках невозмущенного кеплеровского движения. Для учета гравитации авторами разрабатывается отдельный гравитационный модуль, встраиваемый в базовый комплекс. Программная часть модуля включает:

- гравитационные возмущения в задаче N-тел, определяемые численным интегрированием. Применяется программа RADAU 27 – алгоритм Эверхарта для N-тел.
- возмущение от гравитационного потенциала большой планеты при сближении с нею малых тел.
- возмущение от гравитационного потенциала Земли, когда малое тело приближается к ней.

В докладе представлены результаты расчетной эволюции орбиты родительского тела и фрагментов его дезинтеграции на примере кометы Темпеля-Тутля. Показана зависимость расхождения расчетных данных и данных наблюдений. Прослеживается эволюция орбит исследуемых объектов от величины их массы и гравитационного потенциала отдельных планет.

## **EVOLUTIONARY DEVELOPMENT OF THE TEMPLE-TUTTLE COMET METEOROID COMPLEX.**

Kulikova N.V.<sup>1</sup>, Polyakov N.V.<sup>1</sup>, Chepurova V.M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Obninsk State Technical University of Nuclear Power Engineering (IATE), <sup>2</sup>SAI MSU

E-mail: kulikova@iate.obninsk.ru

Studies of the orbital evolution of fragments ejected from the parent body nucleus under the action of gravity forces are considered to be one of the essential problems to investigate the evolutionary development of natural space debris. Now the base model of a multi-module computer technology is developed using the stochastic model of formation and evolution of meteor complexes generating in disintegration of specific comet nuclei. However our studies have been performed so far within the unperturbed Keplerian motion. To consider gravitation, an isolated gravity module installed in a base module is developed. The software part of the module is assumed to include the following components:

- (i) Gravitational disturbance in an N-body problem determined by numerical integration.
- (ii) Perturbations from a gravity potential of a major planet in the case of small bodies approaching it.
- (iii) Perturbations of the Earth's gravity potential when a small body approaches it.

The paper presents calculation results of the evolution of the parent body orbit and its disintegration fragments with the Temple-Tuttle comet as an example. The difference between calculated and observational data is shown. The dependence of orbital evolution of their objects under studies on their mass and gravity potential of some planets is established.

## **АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕТЕОРОИДНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ КРИТЕРИЕВ ОБЩНОСТИ.**

Калинин Д.А., Куликова Н.В.

*Обнинский Государственный Технический Университет (ИАТЭ),*

E-mail: sunny-sko@mail.ru

Наличие довольно обширных наблюдательных данных по малым телам Солнечной системы, как оказалось, недостаточно для построения исчерпывающих моделей эволюции небесно-механических систем. И дело не только в значимых погрешностях наблюдений. Эруптивные процессы усиливаются при приближении малого тела к Солнцу. Процессы дезинтеграции оказывают существенное влияние на эволюцию самих малых тел, изменяя их орбиту, и формируют т.н. метеорные рои, состоящие из выброшенных частиц и движущихся по орбитам сходным с первоначальной орбитой родительского тела (оскулирующая орбита). Очевидно, что без учета данных процессов невозможно составить приемлемую картину эволюции небесно-механических систем.

Одной из главных задач анализа имеющихся данных наблюдений является их классификация. Первейшая задача — выделение метеорных потоков из общей массы частиц, и определение тел порождающих эти потоки (родительские тела). Для определения принадлежности отдельных метеоров к конкретному метеорному потоку используются критерии общности. В данный момент применяется 5 критериев:  $D_{SH}$ ,  $D_D$ ,  $D_H$ , геокритерий и динамический критерий.

В данной работе представлен анализ результатов компьютерного моделирования возникающих при дезинтеграции кометных ядер метеороидных комплексов, проведенный с использованием указанных критериев. Определены пределы изменения значений каждого критерия и их значимость для классификации данных наблюдений.

## **ANALYSIS OF COMPUTER SIMULATION OF METEOROID COMPLEXES BASED ON GENERALITY CRITERIA**

Kalinin D.A., Kulikova N.V.

*Obninsk State Technical University of Nuclear Power Engineering (IATE),*

E-mail: sunny-sko@mail.ru

A considerable body of observational data available on the Solar System small bodies turned out to be insufficient to develop exhaustive evolution models of celestial-mechanical systems. The fact is not only great errors of observation. Eruption processes are intensified when a small body approaches the Sun. Disintegration processes effect the evolution of small bodies themselves, change their orbits and form the so-called meteor streams consisting of ejected particles and moving in the orbits similar to the original parent body orbit (osculating orbit). It is clear that the reasonable evolution pattern of celestial-mechanical systems is impossible without consideration of these processes.

One of the main goals of analyzing is data classification. The first task is to isolate meteor streams from the total mass of particles and to determine the bodies generating these streams (parent bodies). Generality criteria are used to assess affiliation of some meteors to the specific meteor stream. The following five criteria are used now:  $D_{SH}$ ,  $D_D$ ,  $D_H$ , a geocriterion and a dynamic criterion.

The paper analyzes computer simulation results for cometary nuclei of meteoroid complexes; these results are obtained with the help of the above criteria. Variability limits of each criterion and their significance for data classification are determined.

## **БОЛЬШИЕ РОИ СОНО КОМЕТ И МЕТЕОРНЫХ ТЕЛ**

Терентьева А.К. , Барабанов С.И.

*ИНАСАН*

E-mail: ater@inasan.ru, sbarabanov@inasan.ru

## **MAJOR STREAMS OF SOHO COMETS AND METEOR BODIES**

A.K. Terentjeva, S.I. Barabanov

Обнаружены обширные рои метеорных тел, связанные с большими роями SOHO комет. Так, комета C/SOHO (2002 V5) входит в состав SOHO кометного семейства (20 комет). Орбиты их подходят к орбите Земли в точке наибольшего сближения на расстояние  $0.004 \div 0.131$  а.е. Теоретические радианты этих комет расположены недалеко от Солнца (на угловом расстоянии до  $30^\circ$ ), метеоры могут наблюдаться лишь в сумерках, потому недоступны оптическим наблюдениям. По радиолокационным наблюдениям в Аделаиде, Гарварде и Обнинске найдена 191 орбита метеорных тел, связанных с вышеуказанным семейством SOHO комет. Этот рой мелких метеорных тел, порождающий сумеречный поток метеоров, встречает Землю на протяжении 20 дней, с 2 по 22 июня.

Комета C/SOHO (2001 D1) имеет сближение с Землей в двух точках и связана с двумя потоками метеорных тел, встречающих Землю с 21 по 29 марта и с 3 по 21 мая. В общей сложности по радиолокационным наблюдениям в Магадише, Гарварде, Харькове, Обнинске и Аделаиде найдено 155 орбит метеорных тел, связанных с кометой C/SOHO (2001 D1). Таким образом, SOHO кометы являются источником мелких метеорных тел и могут образовывать обширные кометно-метеорные комплексы.

## СЕКЦИЯ:

### Геостационарная орбита и космический мусор

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЛАСТЕЙ РЕГУЛЯРНОГО И СТОХАСТИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ В ОКРЕСТНОСТИ НЕУСТОЙЧИВЫХ СТАЦИОНАРНЫХ ТОЧЕК ГЕОСТАЦИОНАРНОЙ ОРБИТЫ

Кузнецов Э.Д.

*Астрономическая обсерватория Уральского государственного университета*

E-mail: Eduard.Kuznetsov@usu.ru

Наличие стационарных точек (двух устойчивых с долготами  $75^\circ$  и  $255^\circ$  и двух неустойчивых —  $165^\circ$  и  $345^\circ$ ) в окрестности геостационарной орбиты обусловлено влиянием эллиптичности экватора Земли. Если фазовая кривая расположена в зоне стохастичности сепаратрисы либрационного резонанса, то при прохождении геостационарным спутником окрестности неустойчивой стационарной точки возможна смена типа орбитальной эволюции.

В настоящей работе для исследования особенностей движения геосинхронных спутников в окрестности неустойчивых стационарных точек использовалась «Численная модель движения ИСЗ» (разработана в НИИ ПММ при ТГУ). По результатам численного интегрирования для начальных условий, соответствующих положению в окрестности неустойчивой точки либрации, вычислялся показатель MEGNO. Сделан вывод, что для надежной оценки показателя MEGNO требуется интервал интегрирования не менее 100 лет. Для двух наборов начальных данных, задающих сетки в окрестности неустойчивых стационарных точек на фазовой плоскости «долгота подспутниковой точки — большая полуось», на основе анализа значений показателя MEGNO получены характеристики траекторий: периодическая, квазипериодическая, стохастическая. Выполнено сравнение результатов с данными карт начальных значений, соответствующих стохастической эволюции и различным режимам регулярных движений, полученным на 30-летнем интервале. Выявлено увеличение размеров областей стохастического движения, как следствие роста интервала интегрирования.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 06-02-16201).

#### INVESTIGATION OF REGULAR AND STOCHASTIC MOTION REGIONS IN NEIGHBORHOOD OF UNSTABLE STATIONARY POINTS OF GEOSTATIONARY ORBITS

Kuznetsov E.D.

*Astronomical Observatory of the Urals State University*

Eduard.Kuznetsov@usu.ru

The Earth's equator ellipticity produces the stationary points (its are two stable points with longitudes  $75^\circ$  and  $255^\circ$  and two unstable ones  $165^\circ$  and  $345^\circ$ ) in neighborhood of the geostationary orbits. If the phase curve is situated in the libration resonance stochastic zone then the orbital evolution type can be changed when the geostationary satellite leads the neighborhood of the unstable stationary point.

In the present work “Numerical model of the artificial satellite motion” (the model produced by the Institute of Applied Mathematics and Mechanics at the Tomsk State University) was used to investigate the geosynchronous satellites motion peculiarities. The indicator MEGNO was calculated from results of numerical integration for initial conditions corresponding to the neighborhood of the unstable stationary point. It was deduced that the integration span had to be not less than 100 years to obtain the reliable estimation of MEGNO. The trajectory types (periodic, quasi-periodic, stochastic) determined from analysis of MEGNO for two the initial data sets giving the grid on phase plane “the subsatellite point longitude – semi-major axis” in the neighborhoods of the unstable stationary points. The results compared with the initial data maps obtained on 30-years time span and corresponding to both stochastic evolution and different types of regular motions. Increase of sizes of stochastic motion regions revealed due to the integration interval growth.

This work was supported by the RFBR (project no. 06-02-16201).



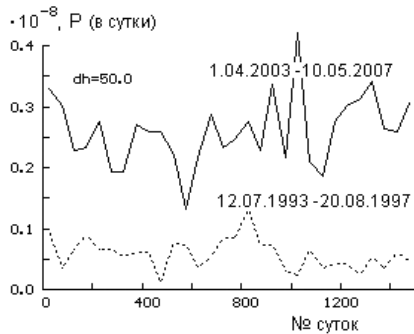
## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН РОСТА ВЕРОЯТНОСТИ СТОЛКНОВЕНИЯ НА ГЕОСТАЦИОНАРНОЙ ОРБИТЕ

Епишев В.П., Мотрунич И.И., Климик В.У., Мацо А.М., Кудак В.И.

УжНУ ЛКИ, Ужгород, Украина

space@univ.uzhgorod.ua

Получены оценки изменения вероятности столкновения неуправляемых геосинхронных объектов (НГО) с активными геостационарными спутниками (ГС). Нами были использованы элементы орбит ГО из каталога ИТА РАН на 1996 г. и каталога ESA (Classification of geosynchronous objects. – Issue 9) на начало 2007 г. Вероятности вычислялись упрощенным прямым методом [1] Рассчитывались опасные сближения объектов на протяжении 1500 суток и вероятности столкновений на этом промежутке: в 1993-1997гг. – по каталогу ИТА 1996 и в 2003-2007гг. – по каталогу ESA 2007.



Вероятности столкновений вычислялись как интеграл от плотности распределения минимального расстояния при опасных сближениях. Из полученных кривых изменения вероятности (представленных на рисунке) следует, что увеличение вероятности столкновения значительно опережает рост количества объектов. За 10 лет увеличилось количество НГО в 2,02 раза, активных ГС – в 1,49 раза, а средняя вероятность столкновения НГО с активными ГС увеличилась в 4,5 раза. Но вероятность столкновения за год остается еще малой:  $P = 0,95 \cdot 10^{-6} \pm 0,21 \cdot 10^{-6}$ .

При вычислении движения спутников учитывались неоднородность гравитационного поля Земли, силы притяжения Солнца и Луны. Средняя невязка вычисленного по двум каталогам положения НГО на 2006 год составляла:  $1-2^\circ$  по  $\varphi$  и  $7-10^\circ$  по  $\lambda$ .

Ожидается увеличение (в 3 – 4 раза) вероятности столкновения НГО с активными ГС в 2014–2023 гг. в связи с возвращением орбит НГО 68050J, 66053J (в 2014 г.) и НГО 70055A, 67066G (в 2020 г. и 2023 г.) в плоскость экватора [2]. Резкое увеличение риска столкновения наблюдается уже при наклонах орбиты  $i = 2^\circ$ .

Средняя на больших промежутках времени ( $>10$  лет) вероятность столкновения на геостационарной орбите изменяется периодически с изменением географической долготы подспутниковой точки. Резкое увеличение риска столкновений (в  $\sim 2$  раза) прогнозируется в окрестностях точек  $\lambda = 50^\circ + 60^\circ \cdot n$  ( $n = 0, 1, 2, 3, 4, 5$ ).

1. Klimik V., Kizyun L. // Кинематика и физика небесных тел. Приложение. – № 5, – Киев: НАНУ, 2005. – С.393-397.

2. Епішев В.П., Мотрунич І.І., Клімик В.У. // Космічна наука і технологія. – Т.13, №1, – Київ: НКАУ, НАНУ, 2007. – С.49-53.

## RESEARCH OF REASONS OF INCREASE OF PROBABILITY OF COLLISION ON GEOSTATIONARY ORBIT

Epishev V.P., Motrunich I.I., Klimyk V.U., Matso G.M., Kudak V.I.,

UzhNU LSR, Uzhgorod, Ukraine.

The estimations of change of probability of collision of uncontrolled geosynchronous objects (UGO) with active geostationary satellites (GS) are obtained. The catalogue of orbits GO of Institute of a theoretical astronomy of the Russian academy of sciences on 1996 and catalogue of GO ESA (febr.2007, issue 9) was used. The probabilities were calculated using the simplified method [1]. Dangerous rendezvous during 1500 day and the probabilities of collisions on this interval were calculated: in 1993-1997 years – on the catalogue ITA (1996) and in 2003-2007 years – on the catalogue ESA (2007). From the obtained curve change of probability (figure) follows, that the increase of probability of collision is much more than increase of quantity of objects. For last 10 years quantity of UGO has increased in 2.02 times, for active GS - in 1.49 times, and the mean probability of collision for UGO with active GO has increased in 4.5 times. But the probability of collision for one year remains small:  $P = 0,95 \cdot 10^{-6} \pm 0,21 \cdot 10^{-6}$ .

## МОНИТОРИНГ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА НА ГЕОСТАЦИОНАРНЫХ И ВЫСОКОЭЛЛИПТИЧЕСКИХ ОРБИТАХ

Румянцев<sup>1</sup> В.В., Бирюков<sup>1,2</sup> В.В., Агапов<sup>3</sup> В.М.,  
Титенко<sup>4</sup> В.В., [Сочилина<sup>4</sup> А.С.], Сергеева<sup>1</sup> Е.А.  
<sup>1</sup>КрАО, <sup>2</sup>ГАИШ, <sup>3</sup>ИПМ РАН, <sup>4</sup>ГАО РАН  
E-mail: rum@crao.crimea.ua

В Крымской астрофизической обсерватории с 2004г. проводятся регулярные наблюдения малоразмерного космического мусора в геостационарной области. Наблюдения проводятся на телескопах КрАО: АТ-64, РН-1, Цейсс-1000, ЗТШ, и ГАИШ Цейсс-600. В геостационарной области обнаружено более 100 малоразмерных фрагментов, более 50 из которых сопровождалось на интервалах от 2-х ночей и до нескольких лет. Кроме того, проводились наблюдения окрестностей высокоэллиптических объектов 25054 (блок ДУ СОЗ) и 28944 (разгонный блок Breeze-M) испытавших разрушение в феврале 2007г и фрагментов низкоорбитального объекта 25730 (Fengyun 1C) разрушенного баллистической ракетой в январе 2007г. В результате наблюдений были обнаружены и сопровождалось более 40 фрагментов от объектов 25054 и 28944 и 2 фрагмента от 25730. Типичная точность астрометрических положений 0.5-1.0 угл. сек.

### SPACE DEBRIS MONITORING ON GEO AND HEO ORBITS

Rumyantsev<sup>1</sup> V.V., Biryukov<sup>1,2</sup> V.V., Agapov<sup>3</sup> V.M.,  
Titenko<sup>4</sup> V.V., [Sochilina<sup>4</sup> A.S.], Sergeeva<sup>1</sup> E.A.  
<sup>1</sup>CrAO, <sup>2</sup>SAI MSU, <sup>3</sup>KIAM RAS, <sup>4</sup>GAO RAS  
rum@crao.crimea.ua

The Crimean Astrophysical Observatory carry out a regular observations of small-sized space debris in geostationary area since 2004. We use 4 telescopes CrAO: AT-64, PH-1, Zeiss-1000, 2.6-m Shain Telescope, and Zeiss-600 telescope of Crimean laboratory of SAI. As a result, more than 100 faint space debris objects were detected in geostationary area. More than 50 objects were monitoring in the range from 2 nights to several years. Moreover, we surveyed fragments resulted from the recent breakup of HEO and LEO objects 25054 (AUX motor), 28944 (rocket body Breeze-M) and 25730 (Fengyun 1C). Last object was destroyed by China ballistic missile in January 2007. During these observations we detected and carried out monitoring of more than 40 fragments from objects 25054 and 28944 and 2 fragments from 25730. Typical astrometric accuracy of our observations is 0.5-1.0 arcsec.

### НАБЛЮДЕНИЯ СОБЫТИЙ В ОКОЛОЗЕМНОМ ПРОСТРАНСТВЕ НА ПИКЕ ТЕРСКОЛ – 1997 – 2007г.г.

Карпов Н.В., Сергеев А.В., Тарадий В.К.  
*Терскольский филиал Института астрономии РАН*

Мониторинг событий с искусственными небесными объектами в околоземном пространстве выполнялся в обсерватории на пике Терскол в течение 1997 – 2007г.г. Постановка таких наблюдений была вызвана несколькими причинами:

- растущей заселенностью околоземного пространства и при этом несогласованностью маневрирования объектов на орбитах;
- наличием неуправляемых участков полета объектов и возникновением нештатных ситуаций;
- отладкой режимов полета новых космических аппаратов и блоков;
- авариями, фрагментацией объектов и перелетом в «космический мусор»;
- нарушениями схем полета и увода объектов на расчетные орбиты.

Работы выполнены на астрономическом комплексе 2-м телескопа специалистами обсерватории для ряда организаций, заинтересованных в безопасной навигации космических аппаратов на этапах запуска и полета. Приведены результаты наблюдений, описана методика мониторинга и оперативной обработки данных.

## OBSERVATION of EVENTS IN NEAR EARTH SPACE ON PIK TERSKOL - 1997 - 2007г.г.

Karpov N.V., Sergeev A.V., Tarady V.K.

*Terskol branch of Institute of Astronomy, Russian Academy of Science*

Monitoring events with artificial celestial objects at the near-Earth space was carried out in Terskol observatory during 1997 - 2007г.г. Target setting of such observation has been caused by the several reasons:

- Growing population of near-Earth space and at the same time the lack of coordination of maneuvering of objects in orbits;
- The existence of uncontrolled section of flight of objects and occurrence of worst-case situations;
- Regulation of flight regime of new space vehicles and blocks;
- Failures, a fragmentation of objects and flight in « space debris »;
- Infringements of circuits of flight and withdrawal of objects into settlement orbits.

This works is carried out using 2-m telescope of astronomical complex of Terskol observatory for number of the organizations interested in safe navigation of the space vehicles at stages of start and flight. Outcome of observations are resulted, the technique of monitoring and operative data processing is described.

### **ВЫСОКОТОЧНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ВЫСОКООРБИТАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Гришин Е. А.<sup>1</sup>, Куимов К. В.<sup>2</sup>, Новиков С. Б.<sup>1</sup>, Семенцов В. Н.<sup>2</sup>, Шаргородский В. Д.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*НИИПрецизионного Приборостроения Федерального Космического Агентства*

<sup>2</sup>*ГАИШ МГУ*

С 60-х годов НИИ Приборостроения (теперь – НИИПП) и ГАИШ МГУ разрабатывали методы высокоточных определений координат КО. В последнее время сложилась ситуация, когда дальномерные определения стали существенно точнее тангенциальных. В докладе рассмотрены последние результаты по повышению точности и оперативности определений угловых координат. Найдены оптимальные режимы наблюдений и методы редукации. Достигнута точность определения положений навигационных спутников 0.3-0.5” по одному кадру практически в режиме реального времени на инструменте, совмещающем в себе лазерный дальномер и камеру широкого поля схемы Рихтера-Слефогта.

### **HIGH-PRECISION OBSERVATIONS OF SATELLITES AT HIGH ORBITS**

Grishin E.A.<sup>1</sup>, Kuimov K.V.<sup>2</sup>, Novikov S.B.<sup>1</sup>, Sementsov V.N.<sup>2</sup>,

Shargorodskiy V.D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*FSUE IPIE of Federal Space Agency*

<sup>2</sup>*Sternberg Astronomical Institute of Moscow State University*

IPIE & SAI develop methodic of high-precision measurements of positions of space objects during 40 years. The last time situation is that the laser ranging became much more precision than tangential coordinates' determination. Our novelty is in fast and accurate determination of angular coordinates. The optimal schemes of observations and data processing were found for combined device consisting of Laser Ranger & Richter-Slevogt wide field camera. The accuracy achieved on single CCD frame in nearly real time is within 0.3-0.5 arcsec.

**СОВМЕСТНЫЙ ПРОЕКТ НИИ «НИКОЛАЕВСКАЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ  
ОБСЕРВАТОРИЯ» И ЛЬВОВСКОЙ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ  
ПО ПОЗИЦИОННЫМ НАБЛЮДЕНИЯМ ИСЗ**

Козырев Е.С., Сибирякова Е.С., Шульга А.В. <sup>\*1)</sup>,

<sup>\*1)</sup> НИИ « Николаевская астрономическая обсерватория»,

Апуневич С.В., Билинский А.И., Благодыр Я.Т., Вирун Н.В.,

Вовчик Е.Б., Логвиненко А.А., Мартынюк-Лотоцкий К.П. <sup>\*2)</sup>

<sup>\*2)</sup> Астрономическая обсерватория Львовского национального университета им. И. Франко

E-mail: virun@astro.franko.lviv.ua

В докладе представлено описание совместных работ, проводимых НИИ «Николаевской астрономической обсерваторией» (НИИ НАО) и Львовской астрономической обсерваторией (ЛАО), по определению параметров орбит низкоорбитальных искусственных спутников Земли. Отображены шаги по модернизации технического состояния телескопов и программного обеспечения наблюдений на телевизионных ПЗС-камерах, в результате которых значительно увеличилось качество и количество наблюдений ИСЗ. Представлены результаты обработки данных совместных наблюдений низкоорбитальных КА на телескопах «Скоростной автоматический комплекс» (г. Николаев) и ТПЛ-1М (г. Львов). Демонстрация возможностей синхронных наблюдений стартов малоразмерных ИСЗ (в частности элементов кластерного запуска РН «Днепр» с КА EgyptSat-1) показала целесообразность наблюдений с использованием ТВ ПЗС-камер и короткофокусных объективов с большим рабочим полем  $1^\circ \div 4^\circ$ . В докладе приводятся предложения по взаимодействию с Центром Контроля Космического Пространства Украины.

**JOINT PROJECT OF RI “NIKOLAEV ASTRONOMICAL OBSERVATORY” AND LVIV  
ASTRONOMICAL OBSERVATORY ON POSITIONAL OBSERVATIONS OF SATELLITES**

*Kozyrev E., Shulga A., Sibiryakova E., <sup>\*1)</sup>*

<sup>\*1)</sup> *RI “Nikolaev astronomical observatory”,*

*Apunevich S., Bilinsky A., Blagodyr Ja., Lohvynenko O.,*

*Martynyuk-Lototsky K., Virun N., Vovchik E. <sup>\*2)</sup>*

<sup>\*2)</sup> *Ivan Franko National University of Lviv, Astronomical observatory.*

The article presents the description of preliminary works carried out in RI “Nikolaev astronomical observatory” and Lviv astronomical observatory to provide with observational data orbit parameters of the elements of cluster’s launching carrier rocket “Dnepr” and “EgyptSat-1”. There are represented steps on modernization the technical conditions of telescopes and software of observations with TV CCD camera, following considerably increasing number and quality of observations of artificial satellites. The results of data processing and analysis of joint observations of Low Earth orbit satellites, which were carried out on telescopes “Fast Robotic Telescope” (Nikolaev) and TPL-1M (Lviv) are given. Demonstration of opportunities of the synchronous observations of small artificial satellites launchings (in particular of the elements of cluster’s launching of “EgyptSat-1” by carrier rocket “Dnepr”) shows the advisability of observations using TV CCD camera and short-focus lens with wide view field about  $1^\circ \div 4^\circ$ . A paper offers a suggestion on interaction with Ukrainian Centre of Space Control.

## **НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАБОТ КИТАБСКОЙ ШИРОТНОЙ СТАНЦИИ**

Абдуллаева<sup>1</sup> Г.Н., Алиев<sup>1</sup> А., Ибрагимов<sup>1</sup> М.А., Куприянов<sup>2</sup> В.В., Литвиненко<sup>2</sup> Е.А.,

Маршалкина<sup>1</sup> А.Л., Молотов<sup>2,3</sup> И.Е.

<sup>1</sup> АИ АН РУз, <sup>2</sup> ГАО РАН, <sup>3</sup> ИПМ им. М.В. Келдыша РАН

E-mail: mansur@astrin.uzsci.net, v.k@bk.ru, elit50@rambler.ru, molotov@vimpel.ru

С 2006 г. Китабская станция (Узбекистан) участвует в патрульных наблюдениях космического мусора (КМ) наряду с пунктами Майданак, Уссурийск, Научный, Пулково, Маяки, Абастумани, Тариха (проект ПулКОН). Наблюдения спутников на ГСО до 14,5<sup>m</sup> выполняются на 40-см двойном астрографе Цейсса (ДАЦ) с ПЗС-камерой FLI IMG1001E (поле зрения 28') и созданной в ГАО РАН программой обработки ПЗС-кадров Апекс-2. Вместе с ДАЦ в Уссурийске и Абастумани, контролируются положения всех ГСО-объектов без TLE в зоне над СНГ. Также пункт Китаб участвует в международной кампании IADC по сопровождению фрагментов КМ на ГСО. Измерения по фрагментам до 18<sup>m</sup> выполняются на Майданакской обсерватории с использованием телескопа Цейсс-600, FLI IMG1001E (поле зрения 11,5') и Апекс-2. В 2007 г. в Китабе будет установлен новый 22-см телескоп конструкции Теребижа-Борисова (ГАИШ) с полем зрения 4,2° (с FLI PL09000), который войдет в поисково-обзорную подсистему ПулКОН (22-см телескопы в Научном, Пулково, Тирасполе, Уссурийске, Тарихе, Паратунке). Телескопы будут сканировать всю ГСО, обеспечивая измерения по высокоорбитальным объектам до 15,5<sup>m</sup>. В 2008 г. для Китаба будет изготовлен широкоугольный объектив с полем зрения 15° и проницанием до 15<sup>m</sup> за 10 с для наблюдений объектов на высокоэллиптических и низких орбитах. На Майданаке проводится модернизация еще одного телескопа Цейсс-600. Вместо вторичного зеркала будет установлен корректор, который с FLI PL4301E обеспечит поле зрения ~ 1° (а, в принципе, до 2°). Телескоп войдет в подсистему ПулКОН для обнаружения и сопровождения высокоорбитальных фрагментов КМ.

## **NEW WORK DIRECTION OF THE KITAB LATITUDE STATION**

Abdullaeva<sup>1</sup> G.N., Aliev<sup>1</sup> A., Ibragimov<sup>1</sup> M.A., Kuprianov<sup>2</sup> V.V., Litvinenko<sup>2</sup> E.A.,

Marshalkina<sup>1</sup> A.L., Molotov<sup>2,3</sup> I.E.

<sup>1</sup> UBAI, <sup>2</sup> CAO, <sup>3</sup> KIAM

mansur@astrin.uzsci.net, v.k@bk.ru, elit50@rambler.ru, molotov@vimpel.ru

Since 2006 Kitab station (Uzbekistan) participates in patrol observations of space debris (SD) in cooperation with Mайданак, Ussuriysk, Nauchny, Pulkovo, Mayaki, Abastumani and Tarija points under the PulCOO project. Observations of the GEO satellites with brightness down to 14.5<sup>m</sup> are carried out with 40-cm double Zeiss astrograph (DZA), FLI IMG1001E CCD-camera (FOV about 28') and Apex-2 software complex elaborated in CAO for CCD-frames processing. DZA in Kitab together with DZA in Ussuriysk and Abastumani controls the positions of all GEO-objects without TLE above former Soviet Union. Moreover, Kitab point participates in international campaign of IADC for the tracking of SD fragments at the GEO region. Measurements for fragments with brightness down to 18<sup>m</sup> are fulfilled at Mайданак observatory with Zeiss-600 telescope, FLI IMG1001E CCD-camera (FOV about 11.5') and Apex-2. New 22-cm telescope of Terebizh-Borisov (SAI) with FOV of 4.2° (with FLI PL09000) will be erected in Kitab in 2007 in order to be included in surveying network of the PulCOO (22-cm telescopes in Nauchny, Pulkovo, Tiraspol, Ussuriysk, Tarija, Paratunke). These telescopes will be scanning the GEO region in the whole providing measurements on high-orbit objects with brightness down to 15.5<sup>m</sup>. Extra Large FOV objective (about 15°) and limiting magnitude of 15<sup>m</sup> for 10 s exposure will be produced for Kitab in 2008 for the observations of objects at high-elliptical and low Earth orbits. The modernization of one more Zeiss-600 telescope is in progress. The optical corrector will be installed instead of secondary mirror in order to provide FOV about 1° with FLI PL4301E (up to 2°, in principle). The telescope will be included in PulCOO subsystem for the detection and tracking of high-orbit SD fragments.



## НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ ГЕОСТАЦИОНАРНЫХ ИСЗ

В 2006 – 2007 ГОДАХ

<sup>1</sup>Шпитальник М.Ц., <sup>2</sup>Серов С.А.

<sup>1</sup>ОАО МАК «Вымпел», <sup>2</sup>ФВО МГТУ им. Н.Э. Баумана

Привлекаемые пункты наблюдения (ПН) Наземной сети оптических средств (НСОС) и Пулковской кооперации оптических наблюдателей (ПулКОН) играют значительную роль в контроле космического пространства на геостационарных орбитах.

ПН НСОС, традиционно с 1984 года, работают в интересах Центра обработки. Их значимость неоднократно подтверждалась Заказчиком, особенно при проведении работ в нестандартных или аварийных ситуациях. При этом такие ПН как «Монды» и «Архыз», имеющие высоко подготовленных специалистов, постоянно модернизируемые средства наблюдения и обработки, не отстают от требований сегодняшнего дня.

В последние 2-3 года появилась острая необходимость в расширении количества и качественных параметров привлекаемых оптических средств. Это вызвано интенсивным использованием геостационарных орбит, а так же: тенденциями к миниатюризации новых ИСЗ, возрастающим количеством космического мусора, нахождением работающих и не работающих ИСЗ на очень близких расстояниях.

Такие средства, располагаемые на большом долготном диапазоне, обладающие большими поисковыми возможностями сосредоточены в составе ПН ПулКОН.

Совместное использование ПН НСОС и ПН ПулКОН позволило серьезным образом увеличить каталог космических объектов Центра обработки количественно и решать новые задачи прежде всего в каталогизации космического мусора. Некоторые из выполненных задач имеют очень высокий научный и практический уровень и вызывают интерес у специалистов США и ЕКА.

Приводятся некоторые количественные показатели работы НСОС и ПулКОН в интересах Центра обработки в 2006 – 2007 годах. Дается их краткий анализ. Выделяются направления дальнейшего совершенствования работы привлекаемых оптических средств.

## THE RESULTS OF GEOSTATIONARY SATELLITES OBSERVATIONS IN 2006 –2007

Shpital'nik M.Ts., Serov S.A.

An analysis of results obtained in 2006 – 2007 is given.

## О ПРИМЕНЕНИИ ШИРОКОПОЛЬНЫХ ЛИНЗОВЫХ ОБЪЕКТИВОВ ДЛЯ ЗАДАЧ КОНТРОЛЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

Сухов П.П.<sup>1</sup>, Волков С.К.<sup>1</sup>, Карпенко Г.Ф.<sup>1</sup>, Губин Е.Г.<sup>1</sup>, Пальцев Н.Г.<sup>1</sup>, Титенко В.В.<sup>2</sup>,  
Ямницкий В.А.<sup>3</sup>, Ткаченко А.А.<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>НИИ АО ОНУ, <sup>2</sup>ГАО РАН, Пулково, <sup>3</sup>ОНИИ ВС, Харьков

На основе наблюдений, проведенных в ОАО с тестированием шести разных марок фотообъективов, показана перспективность и возможность их применения для задач контроля космического пространства. Приведены результаты обзорных наблюдений по GEO, LEO.

## ABOUT USING WIDE FIELD OPTICS FOR OBSERVATIONS ARTIFICIAL SATELLITES AND SPACE SURVEILLANCE.

P.P. Sukhov<sup>1</sup>, S.K. Volkov<sup>1</sup>, G.F. Karpehko<sup>1</sup>, E.G. Gubin<sup>1</sup>, N.G. Paltsev<sup>1</sup>, V.V Titenko<sup>2</sup>,  
V.A. Yamnitsky<sup>3</sup>, A.A. Tkachenko<sup>3</sup>,

On base of the observations, getting in ОАО with testing six different marks optics, perspective and possibility of their using for problems of the space surveillance are shown. The results of the GEO and LEO observations are shown.

## ИССЛЕДОВАНИЯ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ГЕОСТАЦИОНАРНЫХ ОБЪЕКТОВ В ОБСЕРВАТОРИИ НА ПИКЕ ТЕРСКОЛ В 2006 – 2007 ГОДАХ

Андреев М.В.<sup>1</sup>, Бахтигараев Н.С.<sup>2</sup>, Сергеев А.В.<sup>1</sup>, Титов Д.Л.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Терскольский филиал ИНАСАН, <sup>2</sup> ИНАСАН,

E-mail: nail@inasan.ru, sergeev@terskol.com

В 2006 г. в Терскольском филиале ИНАСАН начаты регулярные наблюдения фрагментов космического мусора на геостационарной орбите. Исследования ведутся на телескопах ЦЕЙСС-2000 и ЦЕЙСС-600 в обсерватории на пике Терскол (Кабардино- Балкария, РФ). Расположение обсерватории и существующая аппаратура (ПЗС- приемники с редукторами фокуса) позволяют обнаруживать и регистрировать объекты до 20-й звездной величины на стационарной орбите от 115° в. д. до 35° з.д. Регулярно обнаруживаются мелкие фрагменты космического мусора, отсутствующие в каталогах. Например, 20 мая 2007 года был обнаружен неизвестный фрагмент 18-й зв. вел., который наблюдался в течение четырех последующих ночей. Приводятся результаты позиционных и фотометрических наблюдений. Работы проводятся в сотрудничестве с НПО им. С. А. Лавочкина, ОАО «МАК «Вымпел», ГАО РАН и ИПМ РАН.

## GEOSTATIONARY SPACE DEBRIS RESEARCHES IN THE TERSKOL OBSERVATORY IN 2006 – 2007

*M. V. Andreev<sup>1</sup>, N.S. Bakhtigaraev<sup>2</sup>, A.V. Sergeev<sup>1</sup>, D.L. Titov<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Terskol Branch of INASAN <sup>2</sup>- INASAN*

In 2006 in Terskol branch of INASAN regular observations of space dust in a geostationary orbit have begun. Researches are conducted on telescopes Zeiss-2000 and Zeiss-600. The arrangement of an observatory and the existing equipment (CCD-receivers with reducers of focus) allow to find out and register objects up to 20-th star magnitude in a geostationary orbit on longitudes from 115° E to 35° W. Many fragments of space debris, not presented in catalogues are found out. E.g. unknown fragment of 18 star mag. were detected on May 20, 2007 and observed next four nights. Results of observations are presented. Works are spent in cooperation with Lavochkin Association, Vympel Scientific Production Company, Pulkovo Observatory and Keldysh Institute of Applied Mathematics of RAS.

## АНАЛИЗ ТЕХНОГЕННОЙ ОПАСНОСТИ ДЛЯ ГЕОСТАЦИОНАРНЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ВБЛИЗИ ТОЧКИ ЛИБРАЦИИ 75° ВД

Клишин А.Ф.<sup>1</sup>, Чазов В.В.<sup>2</sup>, Бахтигараев Н.С.<sup>3</sup>, Костюк Н.Д.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>НПО им. С.А. Лавочкина <sup>2</sup> ГАИШ МГУ <sup>3</sup> ИНАСАН

E-mail: zov@sai.msu.ru, nail@inasan.ru

Приводятся результаты расчетных оценок на 2007 и 2008 годы опасных сближений космических объектов с точками стояния КА вблизи точки либрации 75° вост. долготы. Проведен анализ расчетных ситуаций опасных сближений, выявлены преимущественные направления сближений. Обнаружены несколько космических объектов, количество опасных сближений которых с КА на точках стояния 70-80° ВД в сотни раз выше, чем с остальными КО на ГСО. Обсуждается программа исследований по изучению КО, представляющих особую опасность для КА вблизи 75° ВД, и по изучению малоразмерного техногенного космического мусора, представляющего наибольшую угрозу для этих КА.

## TECHNOGENIC HAZARD ANALYSIS TO GEOSTATIONARY SATELLITES NEAR THE LIBRATION POINT AT 75° E

A.F.Klishin<sup>1</sup>, V.V.Chazov<sup>2</sup>, N.S.Bakhtigaraev<sup>3</sup>, N.D.Kostyuk<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Lavochkin Association <sup>2</sup>SAI MSU, <sup>3</sup>- INASAN

Results of calculations of dangerous approachements of space objects with points of standing geostationary satellites near to a longitude 75° E on 2007 and 2008 are presented. The analysis of dangerous approachements situations is carry out, predominant directions of approach are detected. The program of researches on studying of space objects, representing special danger for geostationary satellites close to longitude 75° E is discussed.

## **НАБЛЮДЕНИЕ ОБЪЕКТОВ ОКОЛОЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА КОМБИНИРОВАННЫМ МЕТОДОМ**

Козырев Е.С., Сибирякова Е.С., Шульга А.В.

В случае наблюдений быстро движущихся объектов на высоких околоземных орбитах на неподвижном телескопе время экспозиции ограничено скоростью объекта, при этом проникающая способность значительно ниже возможной на данном инструменте. В НИИ НАО разработан и применяется комбинированный метод ПЗС наблюдений, позволяющий значительно увеличить время экспозиции. Комбинированный метод основывается на применении режима синхронного переноса заряда (drift scan; time delayed integration) и поворотной платформы (устройство, поворачивающее камеру вокруг оси объектива) и заключается в чередовании различных режимов работы ПЗС камеры. Метод позволяет получать точечные изображения объектов и опорных звезд. Время экспозиции ограничено только временем прохождения объекта по ПЗС матрице, что позволяет увеличить время экспозиции в 10-50 раз по сравнению с кадровым режимом наблюдений на неподвижном телескопе.

Комбинированный метод применяется на телескопах САК НИИ "НАО" и АЗТ-8 г. Евпатория. Сравнение результатов наблюдений комбинированным методом на малокадровой ПЗС с результатами наблюдений в кадровом режиме показало увеличение отношения сигнал шум в 6 раз при увеличении времени экспозиции в 50 раз. Комбинированный метод особенно эффективен для быстрых объектов, таких как высокоэллиптические и навигационные ИСЗ. В частности, он позволяет наблюдать навигационные спутники с экспозицией 30-40 сек. при поле  $40'$ . Также этот метод применим для наблюдения быстро движущихся астероидов.

### **OBSERVATION OF NEAR-EARTH OBJECTS BY COMBINED METHOD.**

Y. Kozhyrev, Y. Sybiryakova, O. Shulga

In case of observation of fast moving objects on high near-Earth orbits on motionless telescope, exposure time is limited to velocity of object, thus sensitivity is much lower than the possible on given telescope. The combined method of CCD observation, that allows considerably increasing exposure time, was developed and now is used in RI NAO. The combined method is based on application of a drift-scan mode and a turning platform (that device turning the CCD camera around telescope axis) and consists in alternation of different modes of operation of CCD camera. The method allows getting dot images of observable objects and reference stars. An exposure time is limited only to time of object movement through CCD chip; it allows increasing exposure time at 10-50 times in comparison with frame mode of observation on motionless telescope.

The combined method is used on FRT telescope in RI NAO and on AZT 8 telescope in Yevpatoria. The Comparison of results of observation by combined method with using of low-frame-rate CCD camera with results of frame mode observation has shown increase of signal-to-noise merit at 6 times, when exposure time increase at 50 times. The combined method is especially effective for fast moving objects, such as high elliptical and navigation artificial satellites. In particular, this method allows observing navigation satellites with exposure time 30-40 second at a field  $40'$ . Also this method is applicable for observation of fast moving asteroids.

**СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ГЕОСИНХРОННЫХ ОБЪЕКТОВ  
КОУРОВСКОЙ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ УРГУ**

Захарова П.Е., Кузнецов Э.Д., Гламазда Д.В., Горда С.Ю., Кайзер Г.Т.  
*Астрономическая обсерватория Уральского государственного университета*  
E-mail: Polina.Zakharova@usu.ru

В 2004–2007 гг. в Коуровской астрономической обсерватории Уральского государственного университета выполнена модернизация телескопов SBG и AZT-3.

На телескопе SBG установлена ПЗС-камера Alta U32 (матрица 2184 x 1472 элементов размером 6.8 x 6.8 мкм). Поле зрения системы составляет 40' x 60'. Анализ точности определения координат геосинхронных спутников показал, что средние значения средней квадратичной ошибки редукции с использованием линейной модели и полного квадратичного полинома при выборе звезд по всему полю снимка и локально практически равны и составляют  $0.5 \pm 0.1''$ .

В 2007 г. на телескопе AZT-3 введена в строй ПЗС-камера Alta U6 (матрица 1024 x 1024 элементов размером 24 x 24 мкм). Поле зрения системы — 17' x 17'.

По результатам квазисинхронных наблюдений геосинхронных спутников, выполненных в мае 2007 г. на ПЗС-системах телескопов SBG и AZT-3, построены предварительная и улучшенная орбиты геосинхронного объекта. Данные, полученные на разных телескопах, согласуются между собой, систематические расхождения не выявлены. Максимальная разность O-C для координат не превышает 3", среднеквадратическая ошибка разностей O-C координат составляет 0.7".

Работа выполнена при частичной поддержке Министерства образования и науки РФ (Аналитическая ведомственная целевая программа «Развитие научного потенциала высшей школы (2006–2008 годы)»).

**MONITORING SYSTEM OF GEOSYNCHRONOUS OBJECTS  
AT THE KOUROVKA ASTRONOMICAL OBSERVATORY OF THE USU**

P.E.Zakharova, E.D.Kuznetsov, D.V.Glamazda, S.Yu.Gorda, G.T.Kaiser  
*Astronomical Observatory of the Urals State University*  
E-mail: Polina.Zakharova@usu.ru

Modernization of SBG and AZT-3 telescopes had performed at the Kourovka Astronomical Observatory of the Urals State University in 2004–2007.

CCD-camera Alta U32 (CCD-matrix has 2184 x 1472 pixels, size of pixel is 6.8 x 6.8  $\mu$ ) installed on SBG telescope. The field of view is 40' x 60'. Analysis of the positional accuracy of geosynchronous satellites showed that mean values of the reduction mean-root-square error practically equal and come to  $0.5 \pm 0.1''$  both linear and full-square reduction polynomial for both full field and local the star selection.

CCD-camera Alta U6 (CCD-matrix has 1024 x 1024 pixels, size of pixel is 24 x 24  $\mu$ ) had installed on AZT-3 telescope in 2007. The field of view is 17' x 17'.

Initial and improved orbits of geosynchronous satellite constructed on base of the quasi-synchronous observations which had carried out with CCD-systems on SBG and AZT-3 telescopes in May 2007. The observations which obtained on different telescopes are matched and systematic discrepancy does not reveal. The maximum difference O-C is less than 3" for coordinates, the mean-root-square error of differences O-C is 0.7" for coordinates.

This work was partially supported by the analytical official goal-oriented program “Development of Scientific Potential of Higher School (2006–2008)” of the Federal Agency for Education of the Ministry of Education and Science of Russia.

## **О ВЫЧИСЛЕНИИ ОРБИТ ИСЗ ПО ПОЛОЖЕНИЮ И СКОРОСТИ**

Пальтцев Н.Г.

На основе анализа движения ИСЗ и алгоритмов вычисления их орбит и эфемерид движение ИСЗ в пространстве представлено суммой двух основных движений: движения ИСЗ в плоскости орбиты и движения плоскости орбиты. Такому представлению движения ИСЗ наиболее соответствует классический метод вычисления их орбит по положению и скорости. Ввиду того, что измеряемая скорость ИСЗ искажена возмущениями узла, наклона и средней аномалии, к методу разработано дополнение, позволяющее учитывать влияние этих возмущений на движение ИСЗ и, тем самым, более корректно вычислять элементы их орбит. Приведены примеры вычисления орбит некоторых ИСЗ и сравнения результатов вычислений, подтверждающих сделанные автором выводы.

### **ABOUT CALCULATION OF THE ORBITS EAS ON POSITION AND VELOCITIES**

Paltsev N.G.

On base of the analysis of the motion EAS and algorithm of the calculation of their orbits and ephemerides motion EAS in space is presented by amount two main motions: motion EAS in planes of the orbit and motion of the orbit planes. Such presentation of the motion EAS most corresponds to the classical calculation method of their orbits using position and velocities. Whereas, measured velocity EAS is distort by perturbation of the node, inclination and average anomaly, the addition to this method is developed, allowing take into account the influence of these factors and, hence, more correct to calculate the elements of their orbits. Several axample of the instance calculation of the EAS orbits and comparisons of the result of calculations are described.

### **МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫСОКОТОЧНЫХ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ БЛЕСКА ГЕОСТАЦИОНАРНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

#### **THE METHODS OF OBTAINING AND USING OF HIGH-PRECISION PHOTOMETRIC OBSERVATIONS OF THE BRIGHT GEOSTATIONARY SATELLITES**

Богатырев В. В., Харламов Г.Ю., Сергеев А.В., Денисюк А.П.

ИНАСАН

E-mail: victor@inasan.ru

По проведенным исследованиям на сегодняшний день очень актуальным остается вопрос, связанный с фотометрической информацией, получаемой по КА искусственного происхождения. Множество задач, вытекающих из ее обработки зачастую остаются не решенными из-за отсутствия точностной характеристики блеска. Так, например, до сих пор не разработан единый фотометрический каталог КА, нет единого стандарта проведения сбора и первичной обработки фотометрической информации. В этой связи, в настоящей работе, основываясь на опыте работы авторов и классической теории фотометрии звезд, предлагается методика получения и использования высокоточных фотометрических измерений блеска, применимая на данном этапе к геостационарным КА. Результатом применения данной методики является стандартизованное значений блеска геостационарного КА, которое в дальнейшем предлагается использовать в качестве опорного (эталонного) для редукции значений блеска, получаемых на различных средствах, с соблюдением минимума требований.

Под стандартизованным значением блеска в данном случае понимается величина блеска КА приведенная к средней дальности 35000 км. и нулевому фазовому углу.

В качестве базового астрономического стандарта предполагается использование стандарта Landolt, что обеспечит точность определения блеска не хуже  $0,05^m$  и показателей цвета не хуже  $0,01^m$ .

Проверка точности данной методики показала, что при редукции фотометрической информации, получаемой комплексом «Окно», к стандартизованным значениям блеска ошибка составила  $0,1^m$ .



## **РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЗИЦИОННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ АСЗ НА РТТ150 В ТУРЦИИ.**

Аслан З.<sup>1</sup>, Гумеров Р.<sup>2</sup>, Галеев А.<sup>2</sup>, Гудкова Л.<sup>3</sup>, Иванцов А.<sup>3</sup>, Пинигин Г.<sup>3</sup>, Хамитов И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Национальная Обсерватория ТУБИТАК*

<sup>2</sup> *Астрономическая обсерватория им. В.П. Энгельгардта*

<sup>3</sup> *НИИ “Николаевская Астрономическая Обсерватория”*

E-mail: gla75@mail.ru

В докладе приводятся результаты позиционных ПЗС наблюдений астероидов, сближающихся с Землей. Наблюдения проводились на РТТ150 в Турции в 2004-2007 гг.

## **RESULTS OF POSITIONAL OBSERVATIONS OF NEAS WITH THE RTT150 IN TURKEY**

Aslan Z.<sup>1</sup>, Gumerov R.<sup>2</sup>, Galeev A.<sup>2</sup>, Hudkova L.<sup>3</sup>, Ivantsov A.<sup>3</sup>, Khamitov I.<sup>1</sup>, Pinigin G.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *TUBITAK National Observatory, Turkey;*

<sup>2</sup> *Astronomical Observatory named after V.P. Engelhardt*

<sup>3</sup> *R. I. “Nikolaev Astronomical Observatory”*

E-mail: gla75@mail.ru

Results of CCD positional observations of Near Earth Asteroids are represented in the paper. The observations are carried out at the RTT150 in Turkey in 2004-2007.

## **ИСЗ НА СЛУЖБЕ ТОЧНОГО ВРЕМЕНИ (GPS- ВРЕМЯ, ГЛОНАСС-ВРЕМЯ, ГЛОБАЛЬНЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ)**

### **THE SATELLITES SERVE FOR ACCURACY TIME SCALES (GPS-TIME, GLONASS -TIME, GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM)**

Корсунь А.

*Главная астрономическая обсерватория НАН Украины*

E-mail: akorsun@mao.kiev.ua

Искусственные спутники Земли создали вокруг нашей планеты как бы информационное координатно- временное поле, в котором пользователь с помощью специального приемника может получать данные о точном времени и о своем местоположении. К наземным атомным шкалам времени присоединились такие спутниковые атомные шкалы времени как GPS-time, GLONASS-time. Глобальная навигационная спутниковая система служит также и синхронизации времени атомных часов, расположенных в разных пунктах на Земле.

Стендовый доклад является обзорным и включает обсуждение точности различных шкал времени.

## **ESTIMATION OF PARAMETERS OF PROBABILITY DISTRIBUTION OF SMALL-SIZE MAN-CAUSED SPACE BODIES AND DANGEROUS METEOROID SHOWERS IN GEOSTATIONARY AREA**

Vlasov S.A., Rodionov A.N.

In order to estimate the probability of hazardous rapprochements of a spacecraft with low-sized man-caused bodies and meteoroid showers it is necessary to estimate and predict a level of population of different areas of a spacecraft orbit by parts of man-caused bodies and hazardous meteoroid showers.

Basing on the analysis of dynamics of spacecrafts at the geostationary orbit and estimation of probability distribution parameters for low-sized man-caused bodies and hazardous meteoroid showers we are working out the model of probability distribution of the influence of such bodies on a spacecraft.

This model includes modeled distributions of orbits of parts of a spacecraft, including low-sized (less than 10 cm) ones that are beyond the reach of existing observing facilities and takes into account some disturbing factors.

# ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ВЕРОЯТНОСТНЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ И ОПАСНЫХ МЕТЕОРОИДНЫХ ПОТОКОВ В ГЕОСТАЦИОНАРНОЙ ОБЛАСТИ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

Власов С.А., Родионов А.Н.

*МВИРЭ КВ*

В целях оценки вероятности опасных сближений космического аппарата с малоразмерными техногенными космическими объектами и метеороидными потоками возникает необходимость оценивать и прогнозировать степень заселенности той или иной области орбит космического аппарата элементами техногенных космических объектов и опасных метеороидных потоков.

Исходя из анализа динамического движения космических аппаратов на геостационарной орбите и оценивания параметров вероятностных распределений малоразмерных техногенных космических объектов и опасных метеороидных потоков разрабатывается модель вероятностных распределений воздействия на космический аппарат малоразмерных техногенных космических объектов и опасных метеороидных потоков.

В данную модель заложены модельные распределения орбит техногенных остатков космического аппарата, в том числе и малоразмерных, наблюдение которых в настоящее время невозможно (менее 10 см), с учетом некоторых возмущающих факторов.

## **В, V ФОТОМЕТРИЯ НЕКОТОРЫХ ГСС**

Корнийчук Л.В.<sup>1</sup>, Клабукова А.В.<sup>1</sup>, Сухов П.П.<sup>1</sup>, Мовчан А.И.<sup>1</sup>, Schildknecht T.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>НИИ АО ОНУ, <sup>2</sup>Бернский университет (Швейцария)

Приведены результаты фотометрических наблюдений некоторых ГСС в В, V фильтрах системы Джонсона, полученные в Маяках (Одесса), Циммервальде (Швейцария) в 2004-2007 гг.

## **THE PHOTOMETRICAL OBSERVATIONS OF SOME GEOSTATIONARY SATELLITES**

L.V. Korniychuk, A.V. Klabukova, P.P. Sukhov, A.I. Movchan, T. Schildknecht.

The results of photometrical observations of some geostationary satellites in B, V filter of the Johnson system, getting in Mayaki (Odessa), Cimmervalde (Switzerland) in 2004-2007, are given.

## **ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ИЗБРАННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ГСО В СИМЕИЗСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ КРАО**

Андреев<sup>1</sup> М., Бахтигараев<sup>2</sup> Н.С., Крючков<sup>2</sup> С.В., Николенко<sup>3</sup> И.В., Рыбалова<sup>3</sup> М.Н.

<sup>1</sup>ГАО НАНУ, <sup>2</sup>ИНАСАН, <sup>3</sup>НИИ «КрАО».

E-mail: starmax78@inbox.ru, nail@inasan.ru, skruch@inasan.ru, niki@simeiz.ylt.crimea.com, mnr@simeiz.ylt.crimea.com.

В 2006 – 2007 годах на телескопе Цейсс-1000 в Симеизе проводились фотометрические наблюдения объектов на геостационарной орбите. В докладе приводится анализ результатов этих наблюдений.

## **PHOTOMETRIC SUPERVISION OF THE SELECTED OBJECTS ON THE GEOSTATIONARY ORBIT IN SIMEIZ OBSERVATORIES OF CRAO**

Andreev<sup>1</sup> M., Bahtigaraev<sup>2</sup> N.S., Krjuchkov<sup>2</sup> S.V., Nikolenko<sup>3</sup> I.V., Rybalova<sup>3</sup> M.N.

<sup>1</sup>MAO NAS of Ukraine, <sup>2</sup>INASAN, <sup>3</sup>SRI "CrAO".

E-mail: starmax78@inbox.ru, nail@inasan.ru, skruch@inasan.ru, niki@simeiz.ylt.crimea.com, mnr@simeiz.ylt.crimea.com

In 2006 - 2007 on telescope Zeiss-1000 in Simeiz photometric supervision of objects in a geostationary orbit were spent. In the report the analysis of results of these supervision is resulted.

## **АЛГОРИТМ ПОДАВЛЕНИЯ ШУМА В ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ РЕАЛИЗАЦИЯХ НА ОСНОВЕ ВЕЙВЛЕТ – АНАЛИЗА**

Челянов А.Р., Борисов Д.Н., Рациборский Е.А.

## **ALGORITHM FOR NOISE DUMPING IN PHOTOMETRICAL OBSERVATION ROWS BASED ON VEIVLET ANALYSIS**

Chelyanov A.R., Borisov D.N., Ratsiborskij E.A.

В докладе рассматривается проблема подавления (фильтрации) внешнего фона при наблюдении за движущимися объектами с помощью оптико-электронной системы с мозаичным фотодетектором. Фон наблюдения, вызванный, например, рассеянием солнечного света подстилающей поверхностью и облаками, может в десятки и сотни раз превышать собственный шум фотодетектора и быть много больше интенсивности полезных сигналов. Решать задачу выделения полезных сигналов от движущихся объектов в таких условиях невозможно без практически полного подавления фона. В случае, когда фон практически не изменяется на протяжении, по крайней мере, нескольких периодов обновления фотометрических замеров это достигается простыми методами временной фильтрации. К сожалению, условие квазистационарности наблюдаемого фона не выполняется для реальных оптико-электронных систем, базирующихся на автоматизированных подвижных монтировках. При самых совершенных системах ориентации и стабилизации имеют место остаточные колебания, вызванные инерционностью системы и оказывающие неконтролируемые изменения направления оптической оси телескопа во времени и соответствующие временные изменения наблюдаемой картины фона. В лучшем случае амплитуда остаточных колебаний составляет существенную долю от величины пространственного разрешения телескопа что приводит, в конечном итоге, к существенному снижению качества временной фильтрации, которое приближается к качеству пространственной фильтрации одного фотометрического замера, неудовлетворительному в случае сильной пространственной изменчивости фона. Исходя из этого предлагается эффективный алгоритм фильтрации фона, нестационарного из-за колебаний оптической оси оптико-электронной системы на основе вейвлет - преобразования фотометрической реализации. При синтезе параметрических алгоритмов фильтрации попутно решается задача идентификации модели наблюдаемого фона.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА ПРИ ОБРАБОТКЕ НЕКООРДИНАТНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО ИСЗ**

Челянов А.Р., Лобков Ю.Л., Рациборский Е.А.

## **USAGE OF VEIVLET ANALYSIS IN PROCESSING OF NON-COORDINATE DATA OF ARTIFICIAL SATELLITES OBSERVATIONS**

Chelyanov A.R., Lobkov Yu.A., Ratsiborskij E.A.

В докладе представлены результаты исследований экспериментального программно-алгоритмического комплекса обработки фотометрических измерений ИСЗ, в котором реализованы алгоритмы формирования различных типов вейвлетов, Фурье и вейвлет-преобразований.

Приводится анализ возможностей вейвлет-преобразований по выявлению скрытых периодичностей и локальных особенностей в фотометрических реализациях ИСЗ, оценки их информативности и выделению низкочастотных и высокочастотных составляющих. Особое внимание уделяется сравнительному анализу классических алгоритмов определения скрытых периодичностей на основании Фурье-преобразования и вейвлет-преобразования.

В качестве исходных данных использовались фотометрические наблюдения, полученные на измерительных средствах Звенигородской обсерватории ИНАСАН, обсерваторий Одесского и Львовского национальных университетов.

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГРУППОВОГО УЧЕТА АРГУМЕНТОВ ДЛЯ ПРОГНОЗА  
ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ  
ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПЛЕКСАХ ККП**

Челянов А.Р. Рациборский Е.А.

**USAGE OF GROUP ARGUMENTS CONSIDERATION METHOD FOR PROGNOSIS  
OF PHOTOMETRICAL MEASUREMENTS BY SPECIAL OPTOELECTRONICS  
INSTRUMENTS OF SPACE CONTROL SURVEY**

Chelyanov A.R., Ratsiborskij E.A.

Одной из наиболее важных задач при обработке фотометрической информации является прогнозирование значения блеска космического объекта (КО) на заданный диапазон изменения фазовых углов. Это обусловлено необходимостью определения «бликовой» ситуации для применения силового канала комплексов специального назначения при пространственном разнесении информационных средств. При этом метод наименьших квадратов не пригоден для построения модели оптимальной сложности ввиду слабой помехоустойчивости внутренних критериев и наличием в фотометрических реализациях большого числа неоднозначностей. Для решения данной задачи в докладе предлагается использовать многорядный алгоритм метода группового учета аргументов основанный на переборе моделей аппроксимации фотометрической кривой по критерию баланса ординат с постепенным усложнением. На каждой стадии перебора производится отбор «наилучших», в некотором смысле, полиномов аппроксимирующих фотометрическую кривую, которые используются на следующей стадии в качестве фиктивных аргументов новых полиномов. Данная процедура продолжается до тех пор, пока не будет достигнута заданная точность описания фотометрической кривой некоторой математической зависимостью. После получения математической функции аппроксимирующей фотометрическую кривую осуществляется экстраполяция значений по полиному на заданный интервал фазовых углов.

**АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА  
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ**

Жуков А.О.<sup>1</sup>, Губин Д.В.<sup>2</sup>, Кузнецов М.Ю.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ИНАСАН, <sup>2</sup>МВИРЭ КВ

E-mail: Zhukov@inasan.ru

При анализе фотометрических кривых блеска космического аппарата дистанционного зондирования Земли было выявлено ряд характерных признаков, принадлежащих данному классу космических аппаратов. Так например, характерные блики от сканирующей оптики, солнечных батарей, характерные формы корпуса и характерный вид стабилизации задают некие однородности в видах фотометрических кривых блеска, что позволяет решать задачу распознавания данных космических аппаратов.

**THE ANALYSIS OF STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF A SPACECRAFT  
FOR THE DISTANT EARTH PROBING**

Zhukov A.O., Gubin D.V., Kuznecov M.Yu.

E-mail: zhukov@inasan.ru

The analysis of photometric light curves of the spacecraft for the distant Earth probing allowed us to discover the set of characteristic features of spacecrafts of this type. For example, typical flashes from the scanning optics and solar batteries, typical shape of the case and typical stabilization type are seen as some homogenities on photometric light curves and this allows us to solve the problem of such spacecrafts identification. At present the algorithm of spacecraft identification is worked out and the first version of the corresponding software is developed.

# КРУГЛЫЙ СТОЛ: ЭКОЛОГИЯ ОКОЛОЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА И ДРУГИЕ ПРОБЛЕМЫ

## ОБЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ ОЗОНА И АТМОСФЕРНЫЕ ПРОФИЛИ ДЛЯ КИЕВА ПО НАБЛЮДЕНИЯМ С ФУРЬЕ-СПЕКТРОМЕТРОМ (ОМІ ВАЛИДАЦИЯ)

Шаврина А.В.<sup>1</sup>, Павленко Я.В.<sup>1</sup>, Велесь А.<sup>1</sup>, Синявский И.<sup>1</sup>, Крон М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Главная Астрономическая Обсерватория, Национальная Академия Наук Украины

<sup>2</sup> Королевский Метеорологический Институт, Нидерланды, почтовый ящик 201,  
NL-3730 AE Билт, Нидерланды

Наблюдения прямого солнечного излучения, поглощенного земной атмосферой, с помощью Фурье спектрометра были проведены в Киеве (Украина) в течение августа-октября 2005 и июня - октября 2006, в отдельные дни с раннего утра до заката, в рамках ESA-NIVR-KNMI проекта 2907 " OMI validation by ground based remote sensing: ozone columns and profiles". Данные по общему содержанию озона в 2005 году (и профили O<sub>3</sub> для нескольких дней) были получены моделированием спектральной полосы O<sub>3</sub> на 9.6 микрона помощью программы MODTRAN3. Наши оценки общего содержания озона были ниже данных OMI-DOAS на 8-10 DU в среднем, но они имеют относительно небольшую стандартную ошибку, приблизительно 2 DU, и стандартное отклонение 10.5 DU (приблизительно 3.5 %).

Наблюдения 2006 года с модернизированным Фурье-спектрометром и более высоким отношением " сигнал к шуму " моделировались с помощью MODTRAN4. Оценки общего содержания озона для 2006 года с помощью MODTRAN4 довольно хорошо совпадают с данными OMI: стандартные ошибки составляют 1.11 и 0.68 DU, стандартные отклонения 8.77 и 5.37 DU, или приблизительно 2.7 и 1.8 % для OMI-DOAS и OMI-TOMS, соответственно.

Как правило, максимум наших восстановленных O<sub>3</sub> профилей расположен на 1-2 км ниже относительно климатологических профилей TEMIS-KNMI.

## OZONE COLUMNS AND ATMOSPHERIC PROFILES FOR KIEV BY GROUND BASED REMOTE SENSING (OMI VALIDATION)

Shavrina A.V.<sup>1</sup>, Pavlenko Ya.V.<sup>1</sup>, Veles A.<sup>1</sup>, Syniavskiy I.<sup>1</sup>, Kroon M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Main Astronomical Observatory, National Academy of Sciences of Ukraine,

<sup>2</sup>Royal Netherlands Meteorological Institute, P.O. Box 201,  
NL-3730 AE De Bilt, The Netherlands

The ground-based FTIR observations in Kiev (Ukraine) during August-October 2005, and June-October 2006, in some days from early morning to sunset, were carried out in the frame of the ESA-NIVR-KNMI project 2907 "OMI validation by ground based remote sensing: ozone columns and profiles". Ozone column data in 2005 (and profile data for some days) were obtained by the MODTRAN3 modelling O<sub>3</sub> spectral band at 9.6 micron. Our total ozone values were lower than OMI-DOAS data by 8-10 DU in average, but they are of the relatively small standard error of about 2 DU (see Table 1) and standard deviation 10.5 DU (about 3.5 %). The observations on 2006 with modernized FTIR spectrometer and higher signal-to-noise ratio were simulated by the MODTRAN4 computations. The MODTRAN4 estimates of ozone columns from the 2006 observations are rather well fitted to the OMI data: standard errors are of 1.11 and 0.68 DU, standard deviation of 8.77 and 5.37 DU, or about 2.7 and 1.8 % for OMI-DOAS and OMI-TOMS, respectively. As a rule, a maximum of our retrieved O<sub>3</sub> profiles are located at 1-2 km lower relative to the TEMIS-KNMI climatological profiles.



## **О ВОЗМОЖНОСТИ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ВСПЫШКИ В АРОЧНЫХ СТРУКТУРАХ АКТИВНОЙ ОБЛАСТИ**

Кришталь А.Н., Герасименко С.В.

*Отдел физики космической плазмы Главной астрономической обсерватории НАН Украины*

E-mail: kryshstal@mao.kiev.ua; geras@mao.kiev.ua

Исследуются физические условия возникновения и развития неустойчивостей различных типов волн в плазме петель на начальной стадии развития вспышечного процесса. Причиной неустойчивости является совокупное действие трех факторов: наличие в петле крупномасштабного квазистатического электрического поля, учет парных кулоновских столкновений и влияние неоднородностей плотности и температуры плазмы. На начальном этапе взаимодействия потоков возникшие неустойчивости генерируют кинетические альфвеновские и кинетические ионно-звуковые волны токового контура петли, а затем – вторую электронную бернштейновскую гармонику и верхне-гибридную волну. На фоне турбулентности генерируются ионно-звуковые и ленгмюровские волны. Полученные результаты можно рассматривать как необходимое условие краткосрочного прогноза вспышки в петельной структуре.

## **TO THE POSSIBILITY OF PREDICTION OF A FLARE IN THE ARCH STRUCTURES IN SOLAR ACTIVE REGION**

A.N. Kryshstal, S.V. Gerasimenko

*Department of Space Plasma Physics, Main Astronomical observatory of NAS of Ukraine*

Physical conditions of different type wave instabilities' rise and development in the loop plasma in solar active region at the origin of the flare process have been investigated. The main reason of instability is the summary action of the three effects: the existence of large-scale quasi-static electric field in a loop, the pair Coulomb collisions and influence of the inhomogeneities of plasma density and temperature. At the origin of the flux interaction the instabilities generate kinetic Alfvén waves and kinetic ion-sound waves and later – the pure electron second Bernstein harmonics and upper-hybrid wave. The ion-sound waves and pure electron Langmuir waves are generated on the ground of this turbulence.

## **ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ ОКОЛОЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА КАК ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ**

Муртазов А.К.

*Рязанский госуниверситет имени С.А. Есенина*

E-mail: [akm@rspu.ryazan.ru](mailto:akm@rspu.ryazan.ru)

В современном мире экология становится наукой, данные которой во многом определяют дальнейшее развитие техногенной цивилизации. Экология ближнего космоса, изучающая его взаимодействие с биосферой, тесно связана с околоземной астрономией. Последняя своими методами осуществляет мониторинг загрязнения и процессов в околоземном пространстве.

В работе рассмотрены основные положения экологии околоземного пространства, ее цели и задачи по исследованию и прогнозу состояния глобальной окружающей биосферы среды.

## **SPECIFICS OF CIRCUMTERRESTRIAL SPACE ECOLOGY AS A NATURAL SCIENCE**

A.K. Murtazov

*The Essenin Ryazan State University*

E-mail: [akm@rspu.ryazan.ru](mailto:akm@rspu.ryazan.ru)

In the present-day world, ecology has become a science which data to a large extent determine the technogenic civilization further development. The adjacent space ecology investigating its interaction with the biosphere is closely related to the circumterrestrial astronomy. The methods of the latter enable the monitoring of the pollution and processes of the circumterrestrial space.

The study considers the circumterrestrial space ecology postulates, its aims and objectives regarding the global biosphere environment state investigation and forecast.

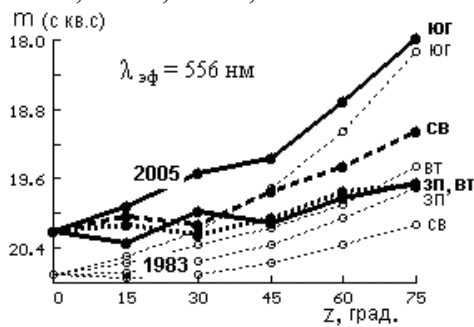
## ИЗМЕНЕНИЕ ЯРКОСТИ НОЧНОГО НЕБА В ПУНКТЕ УЖГОРОД ЗА 22 ГОДА

Епишев В.П., Исак И.И., Климик В.У.

УжНУ ЛКИ, Ужгород, Украина

E-mail: space@univ.uzhgorod.ua

В 2005–2006 гг. были проведены наблюдения яркости неба, в зеленой, желтой и красной спектральной полосе (соответственно,  $\lambda_{\text{эф}} = 500 \text{ нм}, 556 \text{ нм}, 757 \text{ нм}$ ), в ясные безлунные ночи, из пункта, который находится на холме в северо-западной окрестности города Ужгорода. Для наблюдений использовался сканирующий яркомер, измеряющий яркость в 21 точке небосвода. Ошибка измерений не превышала  $0,08^{\text{м}} \text{ с кв.с}$ . Среднее квадратическое отклонение значений яркости от среднего значения  $\sigma = 0.60^{\text{м}} \text{ с кв.с}$ . Результаты, полученные в желтой полосе, сравнивались с аналогичными усредненными измерениями, которые проводились в этом же пункте в 1983 году. Усредненные на зенитных расстояниях  $45^\circ, 60^\circ, 75^\circ$  увеличения яркости  $\Delta \bar{m}$  составляют  $0,28^{\text{м}}, 0.17^{\text{м}}, 0.97^{\text{м}}$ , соответственно на азимутах юг, запад, север, восток.



Сильное увеличение яркости на севере – результат расширения города в данном направлении. Раньше эта часть неба была наиболее благоприятной для астрономических наблюдений. Наиболее в этом направлении возросла красная составляющая в свечении ночного неба. Также ее увеличение наблюдается в западной и южной частях города.

Почти не изменилось световое “загрязнение” ночного неба в восточном направлении, в сторону старого района города. Незначительное там жилищное строительство в последние годы компенсируется уменьшением освещенности улиц.

Атмосферные изменения над пунктом за 22 года наиболее четко проявились по результатам наблюдений в зените. Свечение ночного неба возросло на  $0,45^{\text{м}}$ . То есть ситуация со световым «загрязнением» неба ухудшилась в  $\sim 1,45$  раза.

## CHANGE OF BRIGHTNESS OF THE NIGHT SKY IN OBSERVING SITE UZHGOROD FOR 22 YEARS

Epishev V.P., Isak I.I., Klimyk V.U.,

UzhNU LSR, Uzhgorod, Ukraine.

E-mail: space@univ.uzhgorod.ua

In 2005-2006 years brightness of the sky in a green, yellow and red band of a spectrum (accordingly,  $\lambda_{\text{ef}} = 500 \text{ nm}, 556 \text{ nm}, 757 \text{ nm}$ ) were observed. The observation were conducted in clear night without the moon in site, which is on a hill in a northwest neighbourhood of Uzhgorod. For observations the scanning brightness meter was used. Brightness in 21 sky points were measured. The error of measurements did not exceed  $0.08^{\text{m}}$  since square second. Mean quadratic deviation of values of brightness from average value:  $\sigma = 0.60^{\text{m}}$  since square second. The outcomes, obtained in a yellow band, compared to similar measurements, which were conducted in the same places in 1983. Highlighting  $\Delta \bar{m}$  (average on zenith distances  $45^\circ, 60^\circ, 75^\circ$ ) on the azimuthes south, west, north, east are  $0.28^{\text{m}}, 0.17^{\text{m}}, 0.97^{\text{m}}, 0.01^{\text{m}}$ .

In this image the strong highlighting in a north - outcome of the extension of city in the given direction. Earlier this part of the sky was most favorable for astronomical observations. In this direction the red component in glow of the night sky most has the biggest increase. Also in western and southern parts of city its increase was observed. Light “contamination” of the night sky in east (were is the old part of city) has not almost changed. There housing slightly was under construction, but considerably illumination streets last years has decreased.

Atmospheric changes for 22 years above point is most precise by results observations in zenith were exhibited. The glow of the night sky has increased on  $0.45^{\text{м}}$ . The situation with light “contamination” of the sky has worsened in  $\sim 1.45$  times.

## О РОЛИ КОСМИЧЕСКОГО И РАДИОАКТИВНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ОБРАЗОВАНИИ ВТОРИЧНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ В АТМОСФЕРЕ

Амиранашвили А.Г.

*Института геофизики им. Михаила Нодия, Тбилиси, Грузия*

E-mail: Avto\_Amiranashvili@excite.com / Avto\_Amiranashvili@hotmail.com

Представлены предварительные результаты исследования влияния космического и естественного радиоактивного излучения в образовании вторичных аэрозолей в атмосфере.

При анализе использованы данные наблюдений за аэрозольной оптической толщиной атмосферы (**AOD**) в Тбилиси и Кахетии; данные самолетных измерений в атмосфере и облаках до высоты 5000 м над уровнем моря счетной концентрации аэрозолей, содержания легких ионов, радона и ядер конденсации (**N**); данные лаборатории космических лучей Института геофизики им. М. Нодия об интенсивности галактических космических лучей (**J**). Исследуемый период – 1973 - 1990 гг. В частности получены следующие результаты.

- Выявлена прямая корреляционная связь между значениями **J** и **AOD** в Тбилиси.

- Вариации **AOD** в Кахетии примерно на 49 % обусловлены содержанием радона в нижнем трехкилометровом слое атмосферы и всего на 10% твердыми аэрозолями размером выше 0.7 мкм.

- В облаках, как и в свободной атмосфере, наблюдается прямая связь между уровнем ионизации воздуха (радон и космическое излучение) и значениями **N**. Изменение интенсивности ионизации от 5.75 пар ионов см<sup>-3</sup>сек<sup>-1</sup> до 8.0 пар ионов см<sup>-3</sup>сек<sup>-1</sup> увеличивает содержание **N** в 1.56 раза. При этом доля интенсивности ионизации за счет радона и короткоживущих продуктов его распада невелика и не превышает 10 %.

## ON THE ROLE OF COSMIC AND RADIOACTIVE RADIATION ON THE FORMATION OF THE SECONDARY AEROSOLS IN ATMOSPHERE

Amiranashvili A.G.

*Mikheil Nodia Institute of Geophysics, Tbilisi, Georgia*

E-mail: Avto\_Amiranashvili@excite.com / Avto\_Amiranashvili@hotmail.com

The preliminary results of investigating the influence of cosmic and natural radioactive radiation of the formation of secondary aerosols in atmosphere are presented.

The observational data of the atmospheric aerosol optical depth (**AOD**) in Tbilisi and Kakheti; data of aerosols number concentration, small ions content, radon and nuclei condensation (**N**) of aircraft measurements in atmosphere and clouds to a height 5000 m above sea level; data of the cosmic rays laboratory of M. Nodia Institute of Geophysics about the intensity of galactic cosmic rays (**J**) for the analysis are used. The investigation period is - 1973 - 1990. In particular, the following results are obtained:

- The direct correlation between the values of **J** and **AOD** in Tbilisi is revealed.

- Variation of **AOD** in Kakheti approximately to 49 % are caused by the content of radon in the lower three-kilometer layer of the atmosphere and only to 10% by solid aerosols with the size higher than 0.7 mcm.

- In the clouds, as in free atmosphere conditions, the direct connection between the air ionization level (radon and cosmic radiation) and values of **N** is observed. The change of the ionization rate from 5.75 ion pairs cm<sup>-3</sup> sec<sup>-1</sup> to 8.0 ion pairs cm<sup>-3</sup> sec<sup>-1</sup> in 1.56 times the content of **N** are increased. In this case a share of ionization rate due to radon and its short-lived decay products is small and does not exceed 10 %.

## ОЦЕНКА РИСКА НЕКОТОРЫХ АСТРО-МЕТЕО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ Г. ТБИЛИСИ

Амиранашвили А.Г., Гогуа Р.А., Матиашвили Т.Г., Киркитадзе Д.Д., Нодия А.Г.,  
Хазарадзе К.Р., Харчилава Д.Ф., Хуродзе Т.В., Чихладзе В.А.

*Института геофизики им. Михаила Нодия, Тбилиси, Грузия*

E-mail: Avto\_Amiranashvili@excite.com / Avto\_Amiranashvili@hotmail.com

Изучено влияние месячных значений различных астро-метео-геофизических факторов (метеорологические параметры, эффективная температуры воздуха, концентрация приземного озона, электропроводность воздуха, количество и продолжительность магнитных бурь, числа Вольфа, интенсивность космических лучей и др.) на здоровье населения города Тбилиси. В качестве показателя реакции организма человека на воздействие этих факторов использованы данные о смертности населения от сердечно-сосудистых заболеваний (среднемесячная декадная смертность на 1 миллион жителей). Исследуемый период – 1980- 1990 гг.

Проведен парный и множественный корреляционный и регрессионный анализ связей смертности с указанными факторами. Получено, что в различные сезоны года эффект воздействия отдельных астро-метео-геофизических факторов и их комбинаций на здоровье людей различен. В частности, анализ регрессионных связей смертности с эффективной температурой воздуха ( $T_E$ ), продолжительностью магнитных бурь ( $T_M$ ) и числами Вольфа ( $W$ ) показал, что вклад каждой из переменных в изменчивость смертности (в пределах вариационного размаха) следующий. По данным за год:  $T_E - 40.0\%$ ,  $T_M - 6.7\%$ ,  $W - 11.7\%$ ; в холодное полугодие:  $T_E - 31.2\%$ ,  $T_M - 4.5\%$ ,  $W - 16.2\%$ ; в теплое полугодие:  $T_E - 23.8\%$ ,  $T_M - 7.5\%$ ,  $W - 3.6\%$ .

## THE ESTIMATION OF THE RISK OF SOME ASTRO-METEO-GEOPHYSICAL FACTORS FOR THE HEALTH OF THE POPULATION OF THE CITY OF TBILISI

Amiranashvili A.G., Gogua R.A., Matiashvili T.G., Kirkitadze D.D., Nodia A.G.,

Khazaradze K.R., Kharchilava J.F., Khurodze T.V., Chikhladze V.A.

*Mikheil Nodia Institute of Geophysics, Tbilisi, Georgia*

E-mail: Avto\_Amiranashvili@excite.com / Avto\_Amiranashvili@hotmail.com

The influence of the monthly values of different astro-meteo-geophysical factors (meteorological parameters, air effective temperature, surface ozone concentration, air electric conductivity, number and duration of magnetic storms, Wolf number, cosmic-ray intensity, etc..) on the health of the population of Tbilisi city is studied. As the index of the reaction of human organism to the action of these factors the data about the population mortality from the cardiovascular diseases are used (average monthly decade mortality to 1 million inhabitants). The investigated period is - 1980-1990.

The paired and multidimensional correlation and regression analysis of the connections of mortality with the indicated factors is carried out. It is obtained that the effect of the action of separate astro-meteo-geophysical factors and their combinations on the people health into different seasons of year is different. In particular, the regression analysis of connections of mortality with air effective temperature ( $T_E$ ), magnetic storms duration ( $T_M$ ) and Wolf numbers ( $W$ ) showed that the contribution of each of the variables to the changeability of mortality (in the limits of variation range) is the following. According to the data of the year:  $T_E - 40.0\%$ ,  $T_M - 6.7\%$ ,  $W - 11.7\%$ ; into the cold half-year:  $T_E - 31.2\%$ ,  $T_M - 4.5\%$ ,  $W - 16.2\%$ ; into the warm half-year:  $T_E - 23.8\%$ ,  $T_M - 7.5\%$ ,  $W - 3.6\%$ .

## ОБНАРУЖЕНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ПОСЛЕСВЕЧЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ГАММА-ВСПЫШЕК НА ПИКЕ ТЕРСКОЛ

Жиляев Б.Е.<sup>1</sup>, Андреев М.В.<sup>2</sup>, Сергеев А.В.<sup>2</sup>, Петков В.Б.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ГАО НАН Украины, <sup>2</sup> МЦ АМЭИ, <sup>3</sup> Институт Ядерных Исследований РАН

E-mail: zhilyaev@mao.kiev.ua

22 сентября 2005 г. в 19:55:50 УТКА Свифт обнаружил гамма-вспышку GRB050922C. Вспышка демонстрирует пик с интенсивностью в максимуме  $\sim 15000$  отсчетов/с (15-350 кэВ).  $T_{90} = (5 \pm 1)$  с. Телескоп НОРДИК получил спектры послесвечения. Линии поглощения соответствуют красному смещению  $z = 2.17 \pm 0.03$ . Для стандартной космологической модели оценка изотропной энергии составляет  $\sim 8.1E+52$  эрг. Наблюдение оптического послесвечения вспышки осуществлялось в R-фильтре с 60-см телескопом, оборудованным ПЗС приемником, на пике Терскол 22 сентября 2005 г., начиная с 20:08:45 УТ. Было получено 61 снимков с 60 с экспозицией. Блеск ОТ изменялся от  $R \sim 16$  до  $\sim 17.5$ . В этой работе описано обнаружение колебаний блеска послесвечения в фильтре R. Мы использовали вейвлет анализ для исследования тонкой структуры вспышки. Обнаружено когерентное колебание с периодом  $0.0050 \pm 0.0003$  дней (7.2 мин) на протяжении периода наблюдений около 0.05 дня ( $\sim 70$  мин). Амплитуда колебаний составляет около 0.05 зв. вел. и сопоставима с внутренней точностью фотометрии. Периодичность может быть результатом движения газа на орбите вокруг черной дыры. Частота колебаний равна локальной кеплеровской частоте. Отсюда легко определить массу черной дыры. Колебания, обнаруженные в GRB050922C подтверждают существование массивной черной дыры с массой около миллиона солнечных масс в центре родительской галактики. Это явление напоминает событие, наблюдающееся в Центре Галактики в фильтре K 16 июня 2003 г. (Пресс-релиз ESO 26/03).

## THE REAL-TIME DETECTION OF OPTICAL TRANSIENT COUNTERPARTS OF COSMIC GAMMA-RAY BURSTS ON PEAK TERSKOL

Zhilyaev B.E.<sup>1</sup>, Andreev M.V.<sup>2</sup>, Sergeev A.V.<sup>2</sup>, Petkov V.B.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Main Astronomical Observatory, NAS of Ukraine,

<sup>2</sup> International Centre for Astronomical, Medical and Ecological Research,

<sup>3</sup> Institute for Nuclear Research of RAS

Email: zhilyaev@mao.kiev.ua

22 Sep. 2005 at 19:55:50 UT Swift-BAT triggered and located GRB050922C. The light curve shows the intense broad peak with a maximum count rate of 15,000 counts/s (15-350 keV).  $T_{90}$  is  $(5 \pm 1)$  s. The Nordic Optical Telescope has obtained spectra of the afterglow. It find several absorption features, corresponding to a redshift of  $z = 2.17 \pm 0.03$ . Assuming a standard cosmology model the isotropic energy release is  $E_{iso} \sim 8.1E+52$  erg. Observation of optical transient of GRB050922C was carried out in the R-band with the 60-cm telescope equipped with a CCD on Peak Terskol starting Sep. 22, 2005, 20:08:45 UT. 61 images of 60 s exposure were taken. The OT magnitude was fading from  $R \sim 16$  to  $\sim 17.5$ . Detection of an oscillatory phenomenon in the R post-burst light curve is described in this work. We have used the windowed and wavelet power spectra technique to reveal fine-scale structure of an afterglow. Analysis of the R data reveals coherent harmonic with a period of  $0.0050 \pm 0.0003$  days (7.2 min) during observing run of about 0.05 days ( $\sim 70$  min). Amplitude of oscillations is about 0.05 mag and comparable with the internal accuracy (error) of the photometry. The simplest model suggests that this periodicity is the result of the motion of gas orbiting the black hole (BH). The oscillation frequency would be equal to the local Keplerian frequency. Thus, observation of the orbital frequency determines the BH mass. We may conclude that the GRB050922C optical afterglow confirms the existence of a massive black hole, of about one million solar mass, in the center of its parent galaxy. Note, this phenomenon looks like the event observed from the Galactic Center in the K band on June 16, 2003 (ESO Press Release 26/03).



## ЭЛЛИПТИЧЕСКИЕ АККРЕЦИОННЫЕ ДИСКИ

Прохоров М.Е.

ГАИШ МГУ

Завершенная и самосогласованная теория аккреционных дисков, так называемая альфа-теория, была предложена Шакурой и Сюняевым в 1972 году [1] (хотя наиболее известна их работа 1973 года [2]). В этой модели делался целый ряд предположений относительно диска. Диск предполагался стационарным, геометрически тонким, с большой оптической толщиной т.д. В последующих работах некоторые из этих предположений отвергались. Однако, одно из них до сих пор считается “очевидным” и общепринятым - предположение об осевой симметрии диска, т.е. о том, что частицы вещества движутся в диске по круговым орбитам.

Как хорошо известно, круговая орбита в ньютоновском гравитационном потенциале является столь же устойчивой и стационарной, как и эллиптические орбиты. Если предположить, что частицы в диске движутся вокруг тяготеющего центра по эллипсам, то при достаточно медленном изменении эксцентриситетов и ориентаций эллиптических орбит частиц с радиусом можно построить двухпараметрическое семейство дисков, в которых соседние траектории частиц не пересекаются [3].

Следует отметить, что при стандартных предположениях о свойствах дисков (альфа-вязкость, вязкость пропорциональная 1 или 2-й степени поверхностной плотности) круговые орбиты частиц в них оказываются неустойчивыми - они превращаются в эллиптические при бесконечно малых начальных возмущениях [3,4,5].

Эллиптические орбиты естественным образом появляются в изогнутых аккреционных дисках [6,7].

Литература.

1. Шакура Н.И. *АЖ*, **48**, 921 (1972)
2. Shakura N.I., Syunyaev R.A. *Astron. Astrophys.*, **24**, 337 (1973)
3. Lyubarskij Y.E.; Postnov K.A., Prokhorov M.E., *MNRAS*, **266**, 583 (1994)
4. Ivanov P.B., Illarionov A.F. *MNRAS*, **285**, 394 (1997)
5. Demianski M., Ivanov P.B. *Astron. Astrophys.*, **324**, 829 (1997)
6. Ogilvie G.I. *MNRAS*, **317**, 607 (2000)
7. Ogilvie G.I. *MNRAS*, **325**, 321 (2001)

## ELLIPTICAL ACCRETION DISCS

Prokhorov M.E.

SAI MSU

We show that standard assumption according to particles into accretion discs orbits around gravity center by circular orbits are not quite correct. Circular keplerian orbits are coeval stable with elliptical ones. Where is 2-parameter family of solution where neighbouring orbits do not cross each other. More other, standard viscosity low (alpha-viscosity) make circular orbits unstable according to small perturbations.

## **О ВОЗМОЖНОЙ АНАЛОГИИ ГЛОБАЛЬНОЙ ГЕОМАГНИТНОЙ БУРИ И ГЕОМАГНИТНОЙ АНОМАЛИИ КУРОРТА УРЕКИ**

Геонджян Л., Кереселидзе З., Ломинадзе Дж., Ломоури М., Табагуа Г.  
*Институт Геофизики Грузии*

В результате геофизических исследований установлено, что известный черноморский курорт Уреки является уникальной локальной геомагнитной аномалией с сильными градиентами поля (около  $\pm (50-100) \text{ нТ} \cdot \text{м}^{-1}$ ) и удельного сопротивления «земли» ( $10-1000 \text{ ом} \cdot \text{м}$ ). Перемещение по этой территории создает ситуацию, аналогичную сильной геомагнитной буре. Оздоровительный эффект курорта тщательно изучен. Курорт показан при заболеваниях сердечно-сосудистой и нервной систем и при патологиях опорно-двигательного аппарата в детском возрасте. Эти условия составляют суть научного интереса к данной территории, как естественной лаборатории, где могут быть изучены физические и биомедицинские аспекты воздействия одного из факторов космической погоды - геомагнитной бури.

## **ON THE POSSIBLE ANALOGY OF GLOBAL MAGNETIC STORM AND LOCAL GEOMAGNETIC ANOMALY OF UREKI**

Gheonjian L., Kereselidze Z., Lominadze J., Lomouri M., Tabagua G.  
*The Institute of Geophysics of Georgia*

According to the results of geophysical investigations, seashore resort Ureki is a unique local geomagnetic anomaly with strong gradients of field (about  $\pm (50-100) \text{ nT} \cdot \text{m}^{-1}$ ) and specific electric resistance of "earth" ( $10-1000 \text{ Ohm} \cdot \text{m}$ ). Any displacement on this territory creates the situations modeling strong geomagnetic storm. The positive physiotherapeutic effect of this resort has been carefully studied. It is recommended for patients suffering from cardiovascular and nervous deceases and for children with diseases of cardiovascular and musculoskeletal system. These conditions are the reason of scientific interest to this territory, which may be used as the natural laboratory for physical and biomedical investigations of the impact of such space weather factor as geomagnetic storms.

## **РАСЧЕТ МОДЕЛИ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ПОЛОСЫ ОЗОНА НА 9.6 МК ДЛЯ MODTRAN**

Павленко Я.В., Шаврина А.В., Велесь О.А.

*Главная Астрономическая Обсерватория Национальной Академии Наук Украины,*

Обсуждаются методика и результаты расчета модели молекулярной полосы с современными данными о спектральных линиях озона из базы данных HITRAN2004. Рассчитанные характеристики молекулярной полосы используются для синтеза наблюдаемого спектра в области полосы 980 мк с целью определения обилия озона и его распределения с высотой в земной атмосфере.

## **COMPUTATION OF THE OZONE MOLECULAR BAND MODEL AT 9.6 MICRON FOR THE MODTRAN SIMULATION.**

Ya.V.Pavlenko, A.V.Shavrina, O.A.Veles

Main Astronomical Observatory of the National Academy of Sciences of Ukraine

Procedure and results of the computation of the ozone 9.6 micron band model with the newest molecular line lists from HITRAN2004 database. Computed models of molecular bands are used to simulate the telluric spectrum around 9.6 micron to determine the abundances and profiles of ozone in our atmosphere.

## Алфавитный указатель

- Абдуллаева Г.Н. 72  
Агапов В.М., 69  
Алешкина Е.Ю. 39  
Алиев А. 72  
Амиранашвили А.Г. 85, 86  
Андреев М. 79  
Андреев М.В. 74, 87  
Андрук В.Н. 32  
Антипин В.С., 46  
Апуневич С.В. 4, 71  
Арсентьев А.Н. 46  
Аслан З. 78  
Багров А.В. 35, 45, 47, 58  
Барабанов С.И. 10, 30, 66  
Баранский О.Р. 37  
Бахтигараев Н.С. 74, 79  
Башаков А.А. 7  
Бескин Г.М. 47  
Бехтева А.С. 39  
Билинский А.И. 4, 71  
Бирюков А.В. 47  
Бирюков В.В. 69  
Бирюков Е.Е. 53  
Благодир Я.Т. 4  
Благодыр Я.Т. 71  
Богатырев В. В. 77  
Болгова Г.Т. 47  
Бондаренко Ю.С. 39  
Бондарь С.Ф. 47  
Борисенко С.А. 37, 43  
Борисов Д.Н. 80  
Бусарев В. В. 21  
Бутенко Г.З. 32  
Быкова Л.Е. 15  
Быков О.П. 3, 40, 42, 44  
Велесь А. 82  
Велесь О.А. 89  
Верещагина И.А. 27, 39  
Видьмаченко А.П. 28, 32, 33  
Виноградова Т.А. 22  
Виноградова Т.А. 41  
Вирун Н.В. 4, 71  
Власов С.А. 79  
Вовчик Е.Б. 4, 71  
Волков В.А. 49  
Волков С.К. 73  
Воскресенский А.В. 36  
Выгон В.Г. 47  
Галеев А. 78  
Галушина Т.Ю. 15  
Гафтонюк Н.М. 25  
Геонджян Л. 89  
Гераймчук М.Д. 28  
Гламазда Д.В. 76  
Гогуга Р.А. 86  
Голубаев А.В. 33, 37  
Горбанев Ю.М. 33, 34, 36, 37, 38  
Горда С.Ю. 76  
Горшанов Д.Л. 27, 39  
Гришин Е. А. 70  
Губин Д.В. 81  
Губин Е.Г. 73  
Гудкова Л. 78  
Гумеров Р. 78  
Девяткин А.В. 27, 39, 44  
Дегтярь В.Г. 49  
Денисюк А.П. 77  
Дмитриев Е.В. 63  
Емельяненко В.В. 52, 63  
Емельяненко Н.Ю. 55, 60  
Емельянов В.А. 10  
Епишев В.П. 68, 84  
Еременко, Н.А. 43  
Ефимов А.В. 36  
Железнов Н.Б. 41  
Жиляев Б.Е. 87  
Жуков А.О. 81  
Заботин А.С. 22, 41, 56  
Захарова П.Е. 76  
Ибрагимов М.А. 72  
Ибрагимов Ф.М. 39  
Иванов Е.А. 47  
Иванов Ю.С. 33  
Иванцов А. 78  
Ивашкин В.В. 11  
Иващенко Ю.Н. 43  
Игнатенко П.И. 57  
Измайлов И.С. 42  
Ипагов С.И. 20  
Исак И.И. 84  
Казанцев А.М. 14, 27  
Кайзер Г.Т. 76  
Калинин Д.А. 65  
Кара И.В. 9  
Карпенко Г.Ф. 73  
Карпов Н.В. 69  
Карпов С.В. 47  
Карташова А.П. 47  
Касименко Т.В. 2  
Кастель Г.Р. 42  
Каткова Е.В. 47  
Кереселидзе З. 89  
Кимаковский С.Р. 37  
Кириленко, Д. 43  
Киркитадзе Д.Д. 86  
Кислицкий М.И. 35  
Кислюк В.С. 5  
Клабукова А.В. 79  
Климик В.У. 68, 84  
Клишин А.Ф. 74  
Князькова Е.Ф. 36, 37  
Козырев Е.С. 71, 75  
Коноплев А.О. 44  
Корнийчук Л.В. 79  
Корсун П.П. 43  
Корсунь А. 78  
Костюк Н.Д. 74  
Кочетова О.М. 41  
Кракосевич О.В. 39  
Краснорылов И.И. 16  
Круглый Ю.Н. 25  
Кручиненко В.Г. 23  
Крючков С.В. 30, 47, 79  
Кудак В.И. 68  
Кузнецов М.Ю. 81  
Кузнецов Э.Д. 67, 76  
Куимов К. В. 70  
Куликова Н.В. 52, 64, 65  
Куприянов В.В. 39, 72  
Леонов В.А. 47  
Литвиненко Е.А. 72  
Лобков Ю.Л. 80  
Логвиненко А.А. 4  
Логвиненко А.А. 71  
Ломинадзе Дж. 89  
Ломоури М. 89  
Лукьященко В.И. 10  
Лупишко Д.Ф. 17  
Львов В.Н. 39, 42, 44  
Мазеева О.А. 53  
Мартынюк-Лотоцкий К.П. 4, 71  
Маршалкина А.Л. 72  
Матиашвили Т.Г. 86  
Мацо А.М. 68  
Медведев Ю.Д. 41, 56  
Меркушев Ю.К. 10  
Мещеряков С.А. 60  
Михеева А.В. 62  
Мовчан А.И. 79  
Молотов И.Е. 72  
Мотрунич И.И. 68  
Муртазов А.В. 61  
Муртазов А.К. 36, 83  
Мышев А.В. 55, 57  
Неводовский Е.П. 28  
Неводовский П.В. 28  
Николенко И.В. 47, 79  
Новиков С. Б. 70  
Нодия А.Г. 86  
Павленко Я.В. 82, 89  
Пальтцев Н.Г. 73, 77  
Перов Н.И. 54, 58  
Петков В.Б. 87  
Петухов В.Н. 43  
Пинигин Г. 78  
Питьев Н.П. 7  
Подгорный И. М. 19  
Поль В.Г. 6, 48  
Поляков Н.В. 64  
Прохоров М.Е. 88  
Расхожев В.Н. 35  
Радиборский Е.А. 80, 81  
Родионов А.Н. 79  
Румянцев В.В. 69  
Рыбалова М.Н. 79  
Рыхлова Л.В. 2, 6  
Савиных В.П. 2, 16  
Сазонов В.С. 13  
Светцов В.В. 32  
Семенов Д.В. 46  
Семенцов В. Н. 70  
Сергеев А.В. 69, 74, 77, 87  
Сергеева Е.А. 69  
Серов С.А. 73  
Сибирякова Е.С. 71, 75  
Сидоренко В.В. 26  
Симонов А.В. 48, 51  
Синявский И. 82  
Синявский И.И. 33  
Смехачева И.Р. 39  
Смехачёва Р.И. 44  
Смирнов Е.А. 12  
Смирнов С.С. 44  
Соколов Л.Л. 7  
Сосонкин М.Г. 33  
Сочилина А.С. 69  
Стихно К.А. 11  
Суханов К.Г. 6, 48, 51  
Сухов П.П. 73, 79  
Табагуа Г. 89  
Тарадий В.К. 69  
Терентев Д.А. 47  
Терентьева А.К. 66  
Тимошкова Е. И 59  
Титенко В.В. 69, 73  
Титов В.Б. 61  
Титов Д.Е. 30  
Титов Д.Л. 74  
Титов П.В. 36  
Тихомирова Е.Н. 58  
Ткаченко А.А. 73  
Токовенко А.А. 9  
Успенский Г.Р. 10  
Филоненко В.С. 29  
Хазарадзе К.Р. 86  
Хамитов И. 78  
Харламов Г.Ю. 77  
Харчилава Д.Ф. 86  
Хуродзе Т.В. 86  
Цекмейстер С.Д. 39, 44  
Чазов В.В. 74  
Челянов А.Р. 80, 81  
Чепурова В.М. 64  
Чихладзе В.А. 86  
Чубко Л.С. 23, 29  
Чурюмов К.И. 23, 29,  
37, 50  
Шаврина А.В. 82  
Шаврина А.В. 89  
Шаргородский В. Д. 70  
Шевченко В.Г. 24  
Шестопалов В.А. 37, 38  
Шилова К.Г. 54  
Шпитальник М.Ц. 73  
Шульга А.В. 71, 75  
Шульман Л.М. 43, 50  
Шустов Б.М. 6  
Язев С.А. 46  
Ямницкий В.А. 73  
Крон М. 82  
Schildknecht T. 79