

MEMORIAL INTERNATIONAL CONFERENCE

CAMMAC 2014

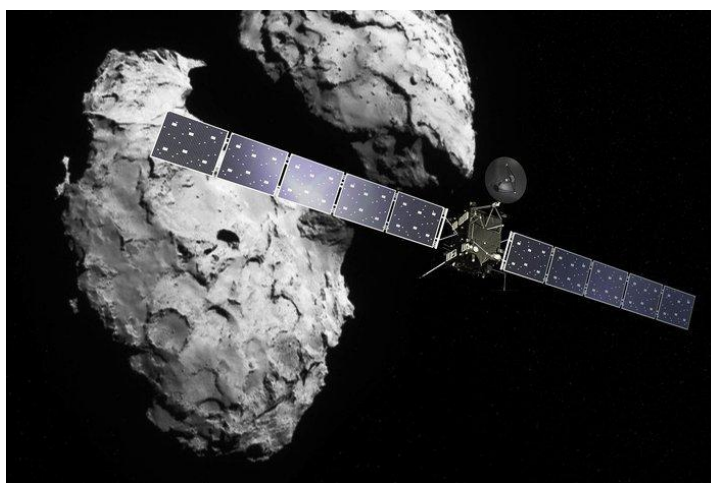


BOOK OF SELECTED PAPERS and ABSTRACTS

Edited by corresponding member of NAS of Ukraine, professor K.I.Churyumov

VINNYTSIA

SEPTEMBER 29 – OCTOBER 2, 2014





Academicien Fedor Aleksandrovich Bredikhin (1831-1904)

ЗНАМЕНИТЫЙ АСТРОНОМ Ф.А.БРЕДИХИН - ИССЛЕДОВАТЕЛЬ КОМЕТНЫХ ХВОСТОВ

К.И. Чурюмов, Член-корреспондент НАНУ, профессор Киевского национального университета имени Тараса Шевченко

С.В. Касаткина, директор Заволжского городского художественно-краеведческого музея

Е.К. Мельник. Учитель математики Киевского лицея «Діалог»



Выдающийся астрофизик Ф.А.Бредихин родился в Украине в г. Николаеве (тогдашней Херсонской губернии). Федор Александрович Бредихин происходил из семьи, давшей России много отважных моряков и деятелей отечественного флота. Флотским офицером, активным участником Русско-турецкой войны 1827--1829 гг. был его отец, а мать была сестрой адмирала Рогули, второго коменданта Севастополя во время его обороны в 1854--1855 гг. Первоначальное образование, в ходе которого проявилась его склонность к физико-математическим наукам, он получил дома и только 14 лет поступил в пансион при Ришельевском лицее в Одессе. Этот лицей, позднее преобразованный в Одесский университет, включал в свой состав как

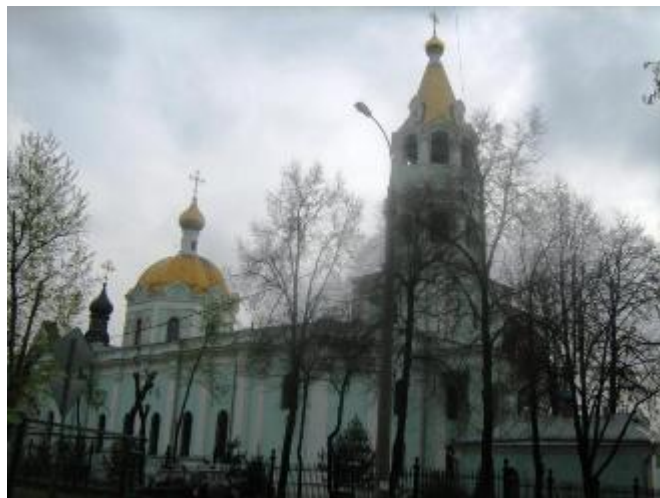
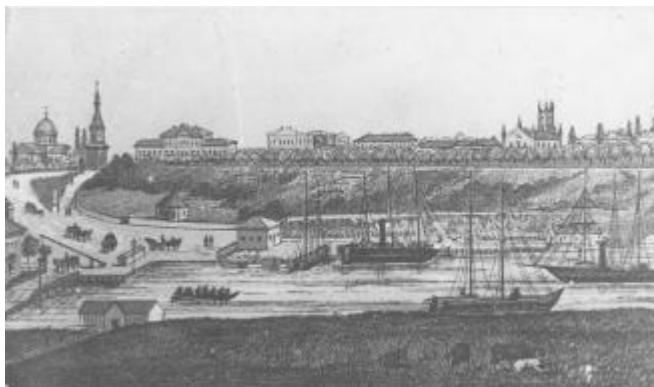
общеобразовательные классы (пансион) , так и специальные курсы, где преподавание по объему приближалось к программе высшей школы. После окончания пансиона Бредихин два года проучился на специальных курсах лицея, но преподавание там его не удовлетворило, и в 1851 г. он переехал в Москву, где поступил на физико-математический факультет Московского университета, по окончании которого он понял, что его наука – это астрономия, и решил полностью посвятить себя астрономии. В 1855 г. его оставили в университете для подготовки к ученой деятельности. Два года, посвященные им после этого подготовке к магистерскому экзамену и занятиям в обсерватории, сыграли большую роль. 1857 г. Бредихин успешно держит магистерский экзамен, и назначается исполняющим должность адъюнкта по кафедре астрономию.

Федор Александрович несколько лет вел наблюдения на меридианном круге звезд экваториальной зоны до 8-й звездной величины в целях уточнения их положений и составления каталога, но они не поглощали всей его энергии. Уже тогда он вплотную подошел к той области астрономии, которой главным образом была посвящена его последующая деятельность, -- к изучению комет. В 1861 г.

Бредихин опубликовал свою первую печатную работу («Несколько слов о хвостах комет»). В 1862 г. он защитил диссертацию на степень магистра астрономии на тему «О хвостах комет» и его назначают экстраординарным профессором , а спустя три года после успешной защиты докторской диссертации: «О возмущениях комет, не зависящих от планетных притяжений» он становится ординарным профессором. Профессор астрономии Ф.А.Бредихин с небольшими перерывами работал в Московском университете 35 лет, занимая должность заведующего кафедрой астрономии, декана физико-математического факультета и директора астрономической обсерватории.

Ученый, преподаватель, обще-ственный деятель, он был широко известен не только в России, но и за границей. Как вспоминали его ученики и коллеги, наука была для него прежде всего и он отдавал себя без остатка научным исследованиям. Так, А.А.Белопольский вспоминал:

«Ф.А.Бредихин заражал своей научной деятельностью, своим примером и это была истинная школа, истинный университет для начинающих. Интерес же к науке у него был огромен. Когда он брался за работу, то забывал и об обществе, и об университете, в это время он манкировал на лекциях и был недоступен для знакомых».



Известный астроном – ученик Бредихина профессор астрономии К.Д.Покровский (позднее он был директором Одесской обсерватории и в годы беззакония советской власти был расстрелян за невинные письма в ответ на письма румынской королевы) писал об своем учителе: «Работал Бредихин нервно. Он весь горел в работе. Когда Ф.А.Бредихин был занят каким-либо вопросом, он весь уходил в дело. По несколько дней он почти не выходил из

кабинета во время своих теоретических работ, поглощенный выводом формул и вычислениями, которые должны были разъяснить заинтересовавшее его явление, писал, чертил, рисовал, строил модели, растирал краски для рисунков... Когда же кончалась работа, Бредихин давал себе отдых: пилил на скрипке, балагурил со знакомыми, переводил в стихах трагедии с итальянского».

В 1860 году Ф.А.Бредихин сочетался браком с А.Д.Бологовской. Анна Дмитриевна получила в приданое усадьбу Погост в Кинешемском уезде (современный Заволжский район) и она стала неразлучной его утешительницей во всех его разочарованиях, неприятностях, охраняла его покой и с чисто материнским чувством заботилась об его удобствах.



Осень и зиму Бредихины проводили в Москве, а летом отправлялись в Кинешемский уезд в усадьбу Погост. Анна Дмитриевна брала на себя все хозяйственные заботы, которыми она очень умело руководила.



В Погост Бредихины собирались тщательно и задолго до дня отъезда. Как правило, перед дорогой они покупали множество подарков всем дворовым работникам и даже чуть больше, на случай рождения детей в семьях жителей усадьбы. Складывали подарки в сундук. В Кинешме их встречали на лошадях. Переправлялись через Волгу и вскоре подъезжали к главному дому. Приезд хозяев был праздником для всех. Жизнь в усадьбе была ключом.

нарядной
кружкой
чистую
и в знак
поднос
денег. С
приветливо и сердечно.



К вечеру первого дня Федор Александрович на лошади отправлялся к родниковому ключу у деревни Жилино (современный Заволжск), где его уже ждали крестьянки в одежде с подносом и для Бредихина. Он пил студеную воду, умывался ею благодарности клал на довольно приличную сумму крестьянами он обращался

Впечатления Бредихина от Погоста были прекрасными. Красота окружающих мест, возможность вести здесь астрономические наблюдения сделали Погост лучшим местом для него. В одном из писем П.К.Штернбергу он писал: «Вы знаете, я устроился так, что летнее время буду проводить в дорогом Погосте... На

юг я не намерен больше ездить, там я болею тоской по родине». В 1872 году в Погосте Ф.А.Бредихин установил 4-х дюймовый рефрактор Мерца. Телескоп и другие астрономические приборы послужили ему основой для небольшой обсерватории в усадьбе.



Распорядок дня в Погосте зависел от Федора Александровича и его научных занятий. Астрономические наблюдения проводились вечером и ночью, поэтому смещались по времени завтрак и обед. Ученый поздно ложился и поздно вставал.

В домашней обстановке, так же как и со студентами в университете, он был доступен, прост и ласков. Профессор П.К. Штернберг (в честь которого назван Астрономический институт Московского университета ГАИШ), живший в Москве с Бредихиными в одном доме, вспоминал: «Личность Бредихина неудержимо привлекала к себе всех окружающих, чувствовался большой талант. Кроме науки в незанятое время он готов был беседовать о самых разнообразных предметах, любил шутку, остроумное слово. Из развлечений

любил музыку. Он сам играл на скрипке».

В усадьбе часто звучала музыка. По вечерам пили чай, слушали «живую музыку» в исполнении Ф.А.Бредихина, играли в шахматы. А как только наступали сумерки, Ф.А.Бредихин уходил на балкон наблюдать звездное небо. Иногда вечернее чаепитие устраивалось в парке на лужайке между прудами. Ученый нередко звал с балкона детей и взрослых посмотреть на небесные светила через окуляр телескопа.

Он любил прогулки в окрестностях усадьбы. Нередко сам был за извозчика. Любил ходить за грибами, его сопровождала собака, сеттер шотландской породы. Любимым местом отдыха в усадьбе был остров посередине второго пруда. На остров были перекинuty деревянные мосточки с перилами. На острове росло несколько березок и елочек, среди которых живописно располагалась скамья со спинкой.



К сожалению, семейное счастье Бредихиных было не бесконечным. В 1888 году погиб их единственный сын Дмитрий. Было ему тогда 27 лет. Родители сильно переживали его смерть. После смерти сына Ф. А. Бредихин приступил к проектированию семейной усыпальницы, которая была построена и находится в настоящее время рядом с Богоявленским храмом в городе Заволжье.

В 1898 году скончалась Анна Дмитриевна. Она была похоронена в семейном склепе в Заволжье. Каждое лето Ф.А.Бредихин продолжал приезжать в любимый Погост.

В 1901 году в честь жены ученого, по его желанию Императорская Академия Наук учредила денежную премию «за продолжение трудов академика Бредихина по исследованию комет». Называлась она – «Астрономическая премия Анны Бредихиной».

Ф.А.Бредихин пережил свою жену на 6 лет. Он умер 1 мая 1904 года в Петербурге на руках своей сестры Людмилы Александровны Бредихиной-Маврокордато. При жизни он оставил завещание быть похороненным в семейном склепе в Заволжье. Родные, ученые, знакомые Ф.А.Бредихина выполнили его просьбу. Прах ученого привезли в Заволжье.



После траурной панихиды в Богоявленской церкви гроб был опущен в склеп, на него были положены шпага, подаренная Бредихину императором, орден св. Владимира и орден св. Анны. Приехавшие на похороны друзья, ученые произнесли трогательные надгробные речи, в которых выразили свою любовь и признательность. Они сказали об огромных заслугах Ф.А.Бредихина перед Отечеством. Ученик Бредихина, профессор В.К.Церасский произнес: «Императорский Московский университет, Московское математическое общество и астрономическая обсерватория поручили мне сказать последнее «прощай» тебе, своему бывшему питомцу, своему учителю, своему почетному члену и учредителю, своему директору, своей славе и гордости... Каждый раз,

когда из глубины звездного свода спустится к нам небесная странница, огромный круг людей будет повторять имя Бредихина».

Классификация кометных хвостов на три типа была разработана Ф. А. Бредихиным еще в 1878--1879 г. Но тогда, же он высказал и другую смелую мысль, а именно, что величина отталкивательной силы обратно пропорциональна молекулярным весам частиц материи, извергающихся из ядра и образующих хвост кометы. Отсюда Бредихин пришел к выводу, что хвосты первого типа состоят из наиболее легких веществ (он предположил тогда, что в этих хвостах преимущественно присутствует водород). Для хвостов второго типа он тогда допускал, что они состоят из углеводов и легких металлов. Что касается хвостов третьего типа, то, по его мнению, в них присутствуют частицы тяжелых металлов (железо, ртуть, свинец).

Прошло немного времени, и уже в 1882 г. были найдены линии железа в спектрах комет, имевших хвосты третьего бредихинского типа. Так, теоретические выводы великого русского астронома были, потом блестяще подтверждены наблюдениями. Но сам Бредихин никогда не успокаивался на своих достижениях и не считал свою теорию вполне завершенной. Наоборот, он неоднократно вносил поправки в свои выводы на основании нового наблюдательного материала и уточненных теоретических положений. Установив в середине 90-х годов, что хвост кометы 1893 II образовался под влиянием отталкивательной силы, в 36 раз превышающей силу тяготения, Бредихин заключил, что именно в хвосте этой кометы присутствует водород, а в обычных хвостах первого типа, образующихся при 18-кратной отталкивательной силе, находится другой легкий элемент (но все, же не столь легкий, как водород) -- гелий.

Критикуя своих предшественников и научных противников, Бредихин особенно резко восставал против попыток свести теорию кометных хвостов к их механическому классифицированию. Так, еще в начале своих исследований он отверг предложенное Ольберсом разделение комет на три типа -- кометы бесхвостые, кометы с хвостом в сторону от Солнца и кометы, имеющие посреди хвоста широкую темную полосу. Бредихин показал, что одни и те же кометы на разных расстояниях от Солнца могут иметь различный вид, а следовательно, и природа их под воздействием многообразных причин и различно действующих сил непрерывно меняется. Именно глубокая трактовка явлений природы, рассматриваемых в движении и во взаимодействии, отказ от упрощенных механистических объяснений делают бредихинскую теорию кометных форм одним из самых выдающихся достижений естествознания второй половины XIX в. Бредихинская классификация кометных хвостов и сохранилась и до настоящего времени только в отношении газово-пылевых и пылевых хвостов II и III типов. В отношении хвостов I типа Бредихин ошибся -- на самом деле это плазменные хвосты, состоящие из ионизованных молекул угарного газа CO^+ , воды H_2O^+ и др., формирующихся под действием солнечного ветра, а не светового давления. Однако

и до сих пор мы называем плазменные хвосты комет хвостами I бредихинского типа.

Наряду с кометами Бредихин давно интересовался метеорами. Весь ход его научных исканий в области изучения комет привел его к важным достижениям и в метеорной астрономии.

Бредихин признал, что из ядра кометы могут под влиянием внутренних процессов извергаться твердые частицы, которые движутся по расходящимся орбитам. Этим объясняются и длительность метеорных дождей, продолжающихся иногда по два месяца, и обширность той площади неба, от которой «убегают» метеоры (радиант). Таким образом, появление метеорного потока представляет собой новый этап существования кометы, но ее полный распад не обязателен. Процесс образования метеорных потоков Бредихин поставил в связь с изученными им «аномальными» хвостами комет -- хвостами, обращенными в сторону Солнца. Такие редкие образования, по его мнению, слагаются из наиболее крупных частиц ядра, для которых отталкивательная сила оказывается ничтожной. С их появлением, по-видимому, и связан процесс распада комет, приводящий к образованию метеорных потоков.

В 70-х годах Бредихин успел еще уделить много внимания и изучению так называемого большого красного пятна (БКП) на поверхности Юпитера. Не ограничиваясь собиранием наблюдательного материала, он высказал предположение, что пятно -- это огромная глыба шлака, появившаяся на не остывшей еще поверхности планеты, начало твердой коры, которой со временем должна покрыться вся планета. В свете новейших данных науки эта гипотеза не подтверждается: новые исследования с помощью космических аппаратов показали, что БКП это гигантский атмосферный вихрь -- антициклон бушующий на протяжении более 10000 лет в верхнем облачном слое Юпитера. Но для того времени гипотеза Бредихина была смелой попыткой объяснения загадочного образования на крупнейшей планете солнечной системы.

Труды Федора Александровича получили широкую известность во всем мире. Выражением признания его научных заслуг явилось избрание Ф. А. Бредихина в члены Германской академии естествоиспытателей и Лондонского астрономического общества и присуждение, ему диплома почетного доктора Падуанским университетом. Позднее аналогичное признание было оказано ему и другими иностранными научными учреждениями. У себя на родине он давно уже состоял почетным членом многих ученых обществ и некоторых университетов. В честь Бредихина названа малая планета 786 Солнечной системы.

В настоящее время в гербе Заволжского района можно увидеть летящую комету, которая напоминает о великом астрономе Ф. А. Бредихине.

Литература: *Костинский С. К.*, Ф. А. Бредихин (Очерк жизни и деятельности), "Русский астрономический календарь на 1905 год"; *Покровский*

К. Д., Ф. А. Бредихин. Биографический очерк (в книге Ф. А. Бредихина "О хвостах комет", М. - Л., 1934); Орлов С. В., К столетию со дня рождения Ф. А. Бредихина, "Мироведение", 1931, № 3-4.

ДОБРОВОЛЬСКИЙ О.В. – ИЗВЕСТНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬ КОМЕТ

К.И.Чурюмов, Х.И. Ибадинов



О.В.Добровольский (12.12.1914-13.12.1989)

Добровольский Олег Васильевич - известный астрофизик украинского происхождения, доктор физико-математических наук, профессор, академик Академии наук Республики Таджикистан, заслуженный деятель науки Республики Таджикистан родился 12 декабря 1914 года в городе Запорожье Украины. В 1937 г. закончил физический факультет Киевского государственного университета, в 1938-1941 гг. обучался в аспирантуре Главной астрономической обсерватории АН СССР (Россия, Пулково). В Таджикистане с 1941 г. Занимал должности старшего научного сотрудника Таджикской астрономической обсерватории, заведующего отделом кометной астрономии и директора Института астрофизики АН РТ (1971-77 гг.), являлся заместителем академика-секретаря Отделения физико-математических, химических и геологических наук АН РТ. Кандидатскую диссертацию защитил в 1941 г., а докторскую в 1956 г. Количество научных публикаций более 150, в том числе 2 монографии, одна из которых «Кометы» (издательство «Наука») хорошо известна всем исследователям комет бывшего СССР, а также и зарубежным астрономам..

Добровольский О.В. изучал поглощение темных туманностей, солнечную активность и природу комет и метеоров. На основе разработанного им совместно с К. Ф. Огородниковым статистического метода определил расстояния до многих темных туманностей и звёздных скоплений, оценил оптическую толщину темных туманностей. Первым определил галактическое поглощение света по статистике квазаров и показал, что оно соответствует космологическим (а не внутrigалактическим) расстояниям до квазаров. Выполнил большой ряд наблюдений телескопических метеоров и метеорных следов, многочисленные фотометрические и ряд спектральных наблюдений комет. Разработал теорию диффузии метеорных следов, объяснил явление «трубки Траубриджа» интенсивным дроблением метеорных тел. Детально изучил статистическую связь кометных и солнечных явлений, исследовал механизмы взаимосвязи корпускулярных потоков Солнца с атмосферами комет, первым обратил внимание на важную роль коллективных процессов в этих взаимодействиях. Предложил теорию оптически плотных атмосфер комет как саморегулирующихся явлений. Инициатор лабораторного моделирования комет в СССР. Организовал моделирование сублимации гетерогенных кометных ядер под воздействием внешних факторов, которое подтвердило предложенный им механизм разлома поверхностного слоя ядра кометы под давлением скапливающегося под поверхностью газа. Исследовал тепловой режим вращающихся кометных ядер и влияние экспериментально определённой реактивной силы на эволюцию ядра. Предложил теорию пылевых оболочек в головах комет, определил размеры и начальные скорости составляющих их частиц. Им с учениками установлены отрицательная поляризация интегрального

излучения комет, зарастание ядер короткопериодических комет тугоплавкой коркой, новые закономерности нестационарной активности комет и их связь с солнечной активностью, развита механическая теория кометных форм, теория атмосферы кометы, теория дезинтеграции кометных ядер Им создана научная школа по физике комет в Таджикистане.. Под его руководством подготовлены и защищены 9 кандидатских диссертаций. Он занимался подготовкой молодых специалистов, в 1948-1968 гг. преподавал в Душанбинском государственном педагогическом институте, читал лекции в Таджикском государственном университете.

Добровольский О.В. был членом Международного астрономического союза (МАС) и Президиума комиссии 15 МАС, членом Международного комитета по исследованию космоса (КОСПАР), членом Астрономического совета АН СССР, председателем Рабочей группы "Кометы" Астросовета АН СССР, заместителем председателя Комиссии АН СССР по наземным наблюдениям кометы Галлея, ответственным редактором журнала "Кометы и метеоры", членом редколлегий журналов "Доклады Академии наук Таджикской ССР" и "Известия АН Таджикской ССР (Отделение физико-математических, химических и геологических наук)", членом редколлегии издания "Бюллетень Института астрофизики АН Таджикской ССР".

Добровольский О.В. награжден орденами "Дружба народов" и "Знак почета", медалями "За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.", "За доблестный труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина", "30 лет победы в ВОВ", "Ветеран труда", "40 лет победы в ВОВ 1941-1945 гг.", двумя Почетными грамотами Президиума Верховного совета Республики Таджикистан, медалью "За обнаружение новых астрономических объектов" Астросовета АН СССР, золотой медалью Главного комитета ВДНХ СССР и другими медалями и грамотами.

Международный астрономический союз высоко оценил вклад Добровольского О.В. в астрономическую науку, присвоив малой планете N 3013 имя "Доброволева" в его честь. Малая планета названа так, потому, что ранее другая малая планета (№ 1789) была названа «Добровольский» в честь космонавта Георгия Тимофеевича Добровольского, погибшего в 1971 г..

В течение многих лет авторы активно общались с академиком Олегом Васильевичем Добровольским и организовывали вместе с ним и проф. С.К.Всехсвятским поочередно то в Киеве, то в Душанбе ежегодные всесоюзные конференции по физике и динамике малых тел Солнечной системы с 1965 по 1989 гг.. Авторы неоднократно обсуждали с ним насущные проблемы физики и динамики комет как в кометном отделе Института астрофизики АН Таджикистана, так и в его квартире в г. Душанбе, а также на кафедре астрономии Киевского государственного университета имени Т.Г.Шевченко. Он умер на

следующий день после 75-летия со дня рождения, во время очередной всесоюзной конференции по физике и динамике малых тел Солнечной системы, посвященной его юбилею. У нас сохранились самые светлые воспоминания о встречах с Олегом Васильевичем Добровольским – замечательном ученом и человеке.

Вклад О.В. Добровольского в исследование комет в Таджикистане

Астрономия имеет глубокие исторические корни в странах Центральной Азии, но современные астрономические обсерватории в этих странах появились в конце XIX и начале XX веков. В Республике Таджикистан первая современная астрономическая обсерватория была создана в начале тридцатых годов XX века (Добровольский, 1987). Совнарком Таджикской ССР, на основе доклада руководителя экспедиции Ленинградского государственного университета директора астрономической обсерватории ЛГУ, профессора С. Г. Натансона 13 ноября 1932 г. принял решение об образовании Таджикской астрономической обсерватории (ТАО) в столице республики.

Таджикская астрономическая обсерватория первоначально создавалась как южная астрономическая база Ленинградского государственного университета (ЛГУ). В Таджикистане тогда не было профессиональных астрономов и астрономической базы. На ЛГУ возлагалось научное руководство ТАО, обеспечение обсерватории специалистами и оборудованием. Из Ленинграда в Таджикистан, на работу приехали астрономы - руководитель магнитометрической экспедиции Института прикладной геофизики Игорь Станиславович Астапович, научный сотрудник астрономической обсерватории ЛГУ кандидат физико-математических наук Владимир Платонович Цесевич, директор обсерватории Политпросветцентра Ленинграда Александр Васильевич Соловьёв и выпускник аспирантуры обсерватории Пулково, кандидат физико-математических наук Олег Васильевич Добровольский.

В первые годы работы в Таджикской астрономической обсерватории старший научный сотрудник (с 01.02.1941 г.) Добровольский О. В. занимался исследованием переменных звёзд. Перед второй мировой войной профессор Московского государственного университета Борис Васильевич Кукаркин составил долгосрочную программу фотографической службы переменных звёзд ярче 12,5 звёздной величины до склонения 45 градуса южного неба. В рамках этой программы Добровольский О.В. выполнил исследования ряда затменных переменных и параллельно занялся изучением солнечной активности, организовал службу Солнца.

Исследованием комет Добровольский О.В. серьёзно занялся после Второй мировой войны. Первые его работы по кометам были посвящены изучению связи яркости комет с солнечной активностью. Его работы «К вопросу о влиянии условий видимости первого рода на открываемость комет», «К работе

Бернара о внезапных превращениях в кометах», «Комета 1942 g (Тевзадзе 2-Уиппла-2)» и «Комета 1932V Пельтье-Уиппла» были опубликованы в Циркулярах Сталинабадской астрономической обсерватории (САО) в 1948 г. (Ибадов, 1984). Он установил связь среднегодового числа наблюдаемых комет от 11 – летнего цикла солнечной активности. Изучая вспышки яркости нескольких десятков комет, Добровольский пришёл к выводу, что почти 75 % комет реагируют на колебания солнечной активности (Добровольский, 1949). Он предположил, что другие нестационарные явления в кометах также могут быть связаны с активными процессами на Солнце или со свойствами межпланетной среды и начал исследования нестационарных явлений в головах комет, изучил влияние межпланетной среды на движение синхрон в пылевом хвосте кометы, развил механическую теорию кометных форм (Добровольский, 1952; 1953а; 1953б; 1962). Исследуя оболочки и галосы в головах нескольких комет, он установил, что ускорение пылевых частиц головы кометы пропорционально квадрату их начальной скорости. Добровольский пришёл к заключению, что оболочки и галосы в кометах могут быть результатом внезапного выброса пылевых частиц из ядра кометы вследствие его бомбардировки высокоэнергичными корпускулами солнечного ветра. Он занялся вопросами воздействия солнечного ветра на атмосферу кометы, на кометное ядро. Исследование дезинтеграции ядра занимают важное место в его научных работах. Он быстро оценил достоинства качественно новой ледяной модели ядра кометы – конгломерата льдов и тугоплавких метеорных частиц, предложенной Уипплом (Уиппл, 1950; 1951) и занялся изучением теплового режима и дезинтеграции такого ядра, распылением его поверхности частицами солнечного ветра и взаимодействием солнечных корпускул с продуктами дезинтеграции ядра. В последних своих работах, посвященных ядру кометы, он предложил интересный механизм распада ядра – его реактивное самозакручивание (Добровольский, 1980). Рассматривая взаимодействие частиц солнечного ветра с продуктами дезинтеграции ядра – молекул атмосферы кометы Добровольский пришёл к заключению, что в результате перезарядки солнечных протонов на молекулах кометной атмосферы происходит ионизация последних и взаимодействие имеет коллективный характер (Добровольский, 1954; 1961) и в области головы, где происходят столкновения молекул, могут протекать химические реакции. По результатам цикла исследований Добровольский в 1954 г. написал докторскую диссертацию на тему «Некоторые нестационарные процессы в кометах и солнечная активность», которую защитил в 1956 г.

К концу пятидесятых годов Добровольский О.В. создал достаточный научный задел и предложил несколько новых идей по физике комет. Эти идеи нужно было реализовать и развивать. Возникла необходимость в создании научного коллектива и нужны были ученики. Президент Академии наук

Таджикистана, физик Султон Умарович Умаров (с 1957 г.) уделял особое внимание естественным наукам и подготовке научных кадров и настойчиво рекомендовал членам академии и докторам наук развивать новые, актуальные направления науки в республике, активно заняться подготовкой специалистов и сам показал примеры эффективной работы в этом направлении (Асимов и Садыков, 1978). Он руководил кафедрой теоретической физики Таджикского государственного университета, подбирал и отправлял в научные центры СССР аспирантов, стажеров-исследователей. Такое отношение к науке и к подготовке кадров стало характерно для Академии наук и ВУЗов республики.

Важным событием в науке и технике был запуск первого искусственного спутника Земли (ИСЗ) 4 октября 1957 г. (наблюдения спутника были успешно выполнены в Сталинабадской астрономической обсерватории). Астрономия получила мощный импульс развития. В 1958 г. Сталинабадская астрономическая обсерватория была преобразована в Институт астрофизики Академии наук Таджикистана. В институте были открыты новые научные подразделения, в том числе Отдел кометной астрономии и станция наблюдений ИСЗ. Руководителем Отдела кометной астрономии стал Олег Васильевич Добровольский.

Отделу кометной астрономии Института астрофизики нужны были специалисты и Добровольский О.В. стал уделять больше внимания подготовке кадров. Моё сотрудничество с Олегом Васильевичем началось в конце 1963 г. По его приглашению я был принят на работу в Отдел кометной астрономии 1 июля 1964 г. Тогда в отделе молодые специалисты Марочник Л.С., Птицына Н., Чернова Г.П., Ошеров Р.С., Егибеков П.Е., аспирант Файзиев Э. и другие занимались исследованием комет. Небольшие телескопы находились на территории института в городе Душанбе и здесь велись фотографические и спектральные наблюдения ярких комет, а А.М. Бахарев продолжал визуальные наблюдения комет (в 1955 г. он открыл комету). В начале шестидесятых годов ученики О.В. Добровольского - Л.С. Марочник, М.З. Маркович и Э. Файзиев защитили кандидатские диссертации, а другие его ученики активно вели исследования по различным направлениям физики комет. Началось формирование научной школы по физике комет в Таджикистане.

Строительство Гиссарской астрономической обсерватории (ГисАО) института в шестидесятых годах, а затем высокогорной обсерватории «Санглох» в семидесятых годах привело к быстрому развитию астрономии в Таджикистане. Ввод в действие относительно крупных телескопов (1-м рефлектор обсерватории «Санглох», 40-см астрограф, рефлектор АЗТ-8 и ВАУ на ГисАО) существенно расширил программу астрометрических и астрофизических наблюдений. Внедрялись новые методы и средства наблюдений, развернулись работы по фотографической фотометрии и поляриметрии, по спектрофотометрии и электрополяриметрии комет.

Добровольский О.В. поддерживал новые идеи и инициативу сотрудников, давал им возможность развернуться и даже уйти «в сторону», не забывая родные кометы. Так, в недрах кометного отдела зародилась группа, возглавляемая Л.С. Марочником, которая «переключилась» на звёздные системы – галактики и в 1962 г. выделилась как самостоятельное научное подразделение – Сектор теоретической астрофизики.

Принципиально новые идеи и методы исследования комет – создание искусственных комет - возникли после запуска искусственных спутников Земли (ИСЗ). Были осуществлены эксперименты с выбросом облака бария и натрия в космическое пространство. Результаты экспериментов оказались очень полезными и для развития физики и химии комет, новых методов и средств их исследований. В начале шестидесятых годов академик АН СССР, директор Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе Борис Павлович Константинов и заведующий отделом кометной астрономии Института астрофизики АН РТ Олег Васильевич Добровольский предложили новую интересную идею изучения процессов, происходящих в кометах. Идея эксперимента заключалась в изучении кометного ядра в земных лабораторных установках, где имитируются условия реальных комет. Первые эксперименты были поставлены в ФТИ им. Иоффе АН СССР, где имелась мощная научно-техническая база. К экспериментам подключились и сотрудники Института астрофизики АН РТ Ибадинов Х.И., Алиев С. и другие. Это новое направление физики комет стало быстро развиваться и в 1972 г. в Институте астрофизики АН РТ была создана Лаборатория экспериментальной астрофизики.

Таким образом, в шестидесятых-семидесятых годах прошлого века за 10 - 15 лет в Таджикистане, под руководством О.В. Добровольского, сформировалась серьёзная научная школа по физике комет. Исследования комет здесь приобрели комплексный характер (многопрофильные наблюдения, лабораторное моделирование и разработка теорий). Это позволило Институту астрофизики АН РТ получить приоритетные результаты по физике комет и участвовать в разработке проектов СССР по созданию искусственных комет в околоземном космическом пространстве, проектов космических миссий к кометам и международных проектов исследования комет. Сотрудники института участвовали в подготовке проекта ИКОМ совместно с ФТИ им. Иоффе АН СССР, проектов «Беннет» и «Риго АН» совместно с Институтом космических исследований АН СССР, проекта «КАТРАН» совместно с ФТИ им. Иоффе и ИКИ АН СССР, ГАО АН Украины и Киевским государственным университетом и в проекте ВЕГА. В 1984 г. О.В. Добровольский был избран председателем Всесоюзной Рабочей группы «Кометы» Астрономического совета АН СССР, а Институт астрофизики АН РТ стал координатором работ по физике комет в СССР.

Качественно новый период кометной астрономии связан с последним возвращением кометы Галлея к перигелию орбиты в 1985-86 годы. Астрономы и специалисты других областей науки и техники долго и серьёзно готовились к встрече с кометой. Готовились космические миссии к этой комете. Была разработана Международная программа исследования кометы Галлея (INW). Советская программа исследования кометы Галлея (СОПРОГ) являлась частью этой Международной программы. Астрономы Таджикистана внесли вклад в наземную программу исследования кометы. Академик Бабаджанов П.Б. был координатором раздела «Сопутствующие явления» программы INW, а О.В. Добровольский был заместителем руководителя программы СОПРОГ. Он координировал астрофизическую часть программы. В Таджикистане удалось выполнить позиционные, фотометрические, поляризационные, спектральные наблюдения кометы, лабораторные эксперименты с различными вариантами ядра этой кометы. Впервые в СССР в августе 1994 г. на 1 м рефлекторе астрономической обсерватории «Санглох» была получена фотография кометы, когда её яркость была 22,5 звёздной величины. Позиционные наблюдения вошли в банк данных INW и были использованы для решения баллистических задач. Это была последняя крупная международная программа исследования комет, в которой принимал участие Олег Васильевич Добровольский.

Добровольский О.В. и основанная им научная школа внесли заметный вклад в науку о кометах. В Таджикистане была создана современная научно-техническая база для комплексного исследования комет, что позволила выполнить фотографические, фотометрические, спектральные, поляризационные и астрометрические наблюдения комет, лабораторное моделирование кометных явлений, развить физическую теорию комет. Здесь получили развитие все разделы физики комет и накоплен обширный наблюдательный материал, установлены новые закономерности в природе этих удивительных объектов, которые сыграли и играют значительную роль в формировании Солнечной системы, планеты Земля и жизни на ней.

Установлена связь многих нестационарных процессов в кометах с солнечной активностью (Добровольский, 1949; 1952; 1954; 1961; 1966а, Добровольский, Гнедин и Новиков, 1972). Показано, что в результате перезарядки солнечных протонов на молекулах кометной атмосферы происходит ионизация последних и взаимодействие имеет коллективный характер (Добровольский, 1954; 1961). Кометы были использованы для изучения свойств солнечного ветра (Добровольский, 1960; Добровольский и др., 1974).

Установлена зависимость падения абсолютного блеска короткопериодических комет от расстояния перигелия их орбиты (Добровольский, Ибадинов, Герасименко, 1984; Добровольский и др., 1976),

однозначно свидетельствующая о зарастании ядер части этих комет тугоплавкой коркой.

Разработаны и внедрены новые методы решения задач механической теории (Добровольский, 1966а;). Выполнены детальные исследования пылевых хвостов комет и показано, что истечение пылевых частиц из ядер комет не укладывается в рамках классических представлений только о синхронах или только о синдинамах и размеры пылевых частиц атмосферы и хвостов комет зависят от гелиоцентрического расстояния кометы (Добровольский, Ибадинов, 1972). Установлено, что ускорение пылевых частиц в атмосфере кометы пропорционально квадрату их начальных скоростей (Добровольский, 1961).

Предложены новые фотометрические формулы комет, показано, что интегральный блеск кометы пропорционален кубу диаметра головы кометы (Добровольский, Ошеров, 1969; Добровольский и др., 1970; 1971). Развита физическая теория головы кометы (Добровольский, 1966а; 1966б; 1966в; 1966г; Добровольский и Черный, 1979 предсказано формальдегида в кометах (Добровольский и Егибеков, 1975).

Получены количественные данные о температуре, скорости дезинтеграции и времени жизни кометного ядра (Добровольский, 1954). Получены уравнения, описывающие динамическую устойчивость минеральной корки поверхности ядра (Добровольский, Ибадинов, 1971) и показано, что в условиях комет возможны два варианта эволюции ядра: постепенная дезинтеграция ядра до полного исчезновения и зарастание ядра минеральной коркой и его превращение в астероидоподобное тело. Выявлены новые закономерности нестационарной активности кометного ядра. Показано, что деление ядер комет чаще всего происходит вблизи перигелия орбиты (Добровольский, Герасименко, 1987); предложен механизм распада кометных ядер вследствие их самозакручивания под действием реактивной силы (Добровольский, 1980).

Изучено поведение тугоплавкой составляющей продуктов дезинтеграции ядра и выявлены новые закономерности формирования пылевой составляющей внутренней части Солнечной системы под действием эффекта Пойтинга-робертсона (Добровольский и Егибеков, 1972; Добровольский, Егибеков и Заусаев, 1973).

Показано, что ядро из льдов H_2O , CO_2 , CH_3CN , ядро из очень слабо запылённого льда H_2O , когда на поверхности льда не образуется сплошная корка или корка квазинепрерывно разрушается обеспечивает среднестатистические фотометрические параметры комет (Добровольский и др., 1979. Показано, что вековое падение блеска короткопериодических комет нельзя объяснить только уменьшением радиуса их ядра вследствие сублимации льдов. Падение блеска этих комет связано с наличием тугоплавкой пористой корки на поверхности их ядра.

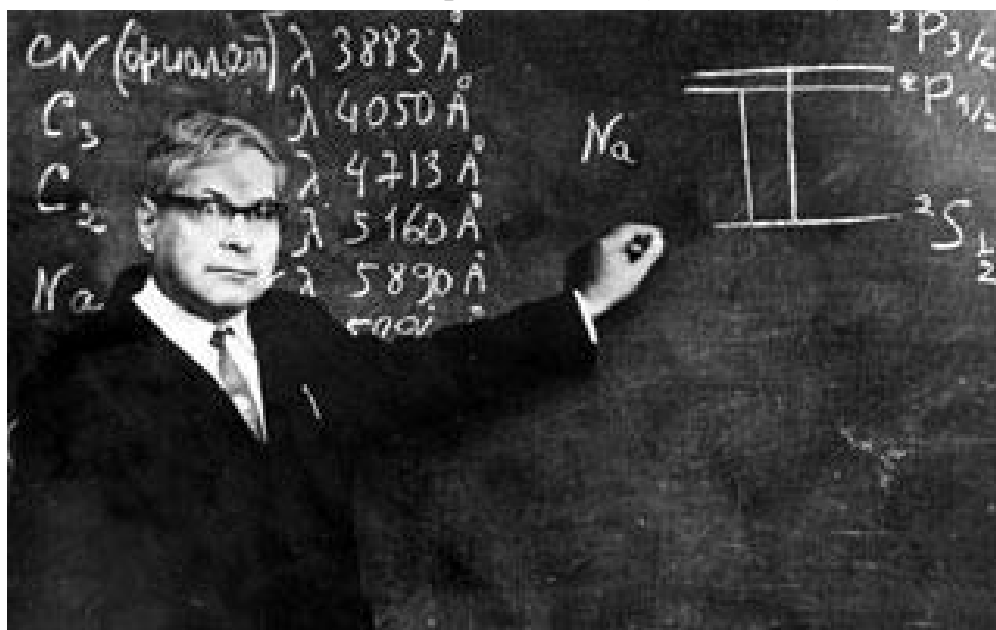
ЛИТЕРАТУРА

1. Асимов М.С., Добровольский О.В., 1978. Развитие астрономии в Советском Таджикистане // В кн.: Труды XIII Международного конгресса по истории науки: Секция 6. История физики и астрономии. М., с. 152-155.
2. Добровольский О.В., 1949. Статистика кометных появлений за 100 лет: 1850-1949 гг. // Циркуляр Сталинабадской астрономической обсерватории, № 74-75, с. 1-3.
3. Добровольский О.В., 1952. К теории кометных форм. Ч. I. Бюллетень САО АН Тадж. ССР, № 5, с. 3-10.
4. Добровольский О.В., 1953а. К теории кометных форм. Ч. II. Бюллетень САО АН Тадж. ССР, № 7, с. 3-25.
5. Добровольский О.В., 1953б. К теории кометных форм. Ч. III. Бюллетень САО АН Тадж. ССР, № 8, с. 3-20.
6. Добровольский О.В., 1954. Некоторые нестационарные процессы в кометах и солнечная активность. Диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. Сталинабад, 407 с.
7. Добровольский О.В., 1955. Корпускулярное излучение Солнца как вероятный фактор образования галосов в кометах // АЖ, Т. 32, вып. 6, с. 514-517.
8. Добровольский О.В., 1960. Кометы как индикаторы солнечной активности // Астрономический сборник. Львовский государственный университет имени Ивана Франко, вып. 3/4, с. 73-79.
9. Добровольский О.В., 1961. Нестационарные процессы в кометах и солнечная активность. Труды Института астрофизики АН Тадж. ССР, Т. VIII. Сталинабад, из-во Академии наук Тадж. ССР, - 195 с.
10. Добровольский О.В., 1962. О влиянии межпланетной среды на движение синхрон кометных хвостов // Бюллетень Института астрофизики АН Тадж. ССР, № 31, с. 3-8.
11. Добровольский О.В., 1966а. Кометы. М.: Наука, - 288 с.
12. Добровольский О.В., 1966б. К вопросу о температуре оптически плотной атмосферы кометы // Бюллетень Института астрофизики АН Тадж. ССР, № 46, с. 3-6.
13. Добровольский О.В., 1966в. К вопросу о фотоионизации кометных атмосфер // Бюллетень Института астрофизики АН Тадж. ССР, № 41-42, с. 41-43.
14. Добровольский О.В., 1966г. К теории оптически плотных кометных атмосфер // Бюллетень Института астрофизики АН Тадж. ССР, № 41-42, с. 47.

15. Добровольский О.В., 1974. Развитие астрономии // В кн.: Наука Советского Таджикистана. Душанбе: Дониш, с. 28-38.
16. Добровольский О.В., 1980. Реактивное самозакручивание как одна из причин распада кометных ядер // Кометы и метеоры, № 27, с. 3-11.
17. Добровольский О.В., Ибадинов Х.И., 1968. Новый метод решения обратной задачи механической теории кометных форм // Бюллетень Института астрофизики АН Тадж. ССР, № 50, с. 20-21.
18. Добровольский О.В., Ошеров Р.С., 1969. Новая статистическая закономерность в кометах // В кн.: Физика комет. Киев, с. 201.
19. Добровольский О.В., Маркович М.З., Ошеров Р.С., 1970. Роль эффективного альбеда в кометной фотометрии // В кн.: Физика комет. Киев, с. 27-30.
20. Добровольский О.В., Маркович М.З., Ошеров Р.С., 1971. Зависимость интегрального блеска головы кометы от углового диаметра и расстояния до наблюдателя // Проблемы космической физики, Киев, вып. 6, с. 123-128.
21. Добровольский О.В., Ибадинов Х.И., 1971. Разрушение поверхностной пылевой матрицы кометного ядра // Доклады Академии наук Тадж. ССР, Т. 9, № 12, с. 16-19.
22. Добровольский О.В., Ибадинов Х.И., 1972. Размеры пылевых частиц атмосферы комет и гелиоцентрическое расстояние // Доклады Академии наук Тадж. ССР, Т. 15, № 2, с. 15-18.
23. Добровольский О.В., Егибеков П.Е., 1972. Эволюция пылевых частиц в окрестностях Солнца // Астрономический журнал, Т. 49, № 6, с. 1287-1291.
24. Добровольский О.В., Гнедин Ю.Н., Новиков Г.Г., 1972. Корреляция между яркостью комет и флуктуациями солнечного ветра // Космические исследования, Т. 10, № 5, с. 791-793.
25. Добровольский О.В., Егибеков П., Заусаев А.Ф., 1973. Влияние негравитационных эффектов на эволюцию пылевых частиц, движущихся вокруг Солнца по эллиптическим орбитам // АЖ, Т. 50, № 4, с. 832-835.
26. Добровольский О.В., Ибадинов Х.И., Зацепина Л., 1974. Исследование плазменного облака в хвосте кометы 1970 II Беннетта // Доклады АН Тадж. ССР, Т. 17, № 9, с. 21-24.
27. Добровольский О.В., Егибеков П.Е., 1975. О содержании формальдегида H_2CO в ядрах комет // Доклады АН Тадж. ССР, Т. 18, № 10, с. 11-13.
28. Добровольский О.В., Ибадинов Х.И., Алиев С., 1979. Сублимация моделей кометного ядра из твердого CO_2 и замороженных водных растворов некоторых органических соединений // Доклады АН Тадж. ССР, Т. 22, № 6, с. 346-348.

29. Добровольский О.В., Черный Г.Ф., 1979. Расчет ослабление света в пылевой атмосфере кометы // Бюллетень Института астрофизики АН Тадж. ССР, № 68, с. 3-8.
30. Добровольский О.В., Хашимов Н.М., Ибадинов Х.И., Тараканов В.Л., 1981. Об отрицательных ионах в кометах // ДАН Тадж. ССР, Т. 24, № 9, с. 543-547.
31. Добровольский и др., 1982 - Dobrovolsky O.V., Hashimov N.M., Ibadinov Kh.I. On negative ions in comets // In: Cometary exploration. Part I, Budapest, Hungary, pp. 235-242.
32. Добровольский О.В., Ибадинов Х.И., Алиев С., Герасименко С.И., 1983. Время жизни ледяных кометных ядер и вековое падение блеска периодических комет // Доклады АН Тадж. ССР, Т. 26, № 1, с. 25-29.
33. Добровольский О.В., Ибадинов Х.И., Герасименко С.И., 1984. Вековое падение блеска и строение ядер периодических комет // Доклады Академии наук Тадж. ССР, Т. 27, № 4, с. 198-200.
34. Добровольский и др., 1986 - Dobrovolsky O.V., Ibadinov Kh.I., Aliev S., Gerasimenko S.I. - Thermal regime and surface structure of periodic comet nuclei // In: Exploration of Halley's Comet (Proc. 20th ESLAB Symp., B. Battrock, E.J. Rolfe and R. Reinhard eds.). The Netherlands, ESA SP-250, Vol. II, pp. 389-394.
35. Добровольский О.В., Герасименко С.И., 1987. Каталог комет с признаками дробления ядер // Бюллетень Института астрофизики АН Тадж. ССР, № 77, с.3-9.
36. Ибадов С.И., 1984. Краткий очерк научной, педагогической, научно-организационной и общественной деятельности О.В. Добровольского // В сб. Олег Васильевич Добровольский (под ред. П.Б. Бабаджанова), посвященного 70-летию Олега Васильевича Добровольского. Душанбе, «Дониш», с. 10-37.

Олег Васильевич Добровольский (1914—1989)



КОСМИЧЕСКАЯ МИССИЯ РОЗЕТТА (ROSETTA) НА ЗАВЕРШАЮЩЕЙ СТАДИИ ПОЛЕТА К ЯДРУ КОМЕТЫ 67P/ЧУРЮМОВА-ГЕРАСИМЕНКО

¹К.И.Чурюмов, ²О.К.Мельник, ¹Т.К.Чурюмова

¹Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

²Киевский лицей «Диалог»

КА Розетта стартовала 2 марта 2004 г. с космодрома Куру (Французская Гвиана) в направлении к ядру короткопериодической кометы Чурюмова-Герасименко (67P/Churyumov-Gerasimenko) [8].

Название миссии это аббревиатура названия проекта на английском языке, которая удачно совпадает с названием древнего города Розетта, который находился в дельте реки Нил и вблизи которого французским капитаном армии Наполеона Пьером Бушаром 15 июля 1799 г. была найдена базальтовая плита или, иначе, знаменитый “розеттский” камень. На нем сохранились записи одного и того же самого текста, но на трех языках: древнеегипетском (иероглифами), коптском (египетском демотическом шрифтом) и древнегреческом. Коптский и древнегреческий язык знали хорошо и это дало возможность впервые Томасу Янгу и Жану Франсуа Шампольону в 1822 г. расшифровать древнеегипетские иероглифы, что позволило открыть всему миру интереснейшую историю древнего Египта. Эти три текста были нанесены на плиту в 196 г. до Р.Х. и представляли собой благодарственную надпись египетских жрецов царю Птолемею V Епифану, который руководил Египтом в 204-180 гг. до Р.Х. Розеттский камень сохраняется в Лондоне в Британском музее. Символическое название миссии Розетта и состоит в том, что ядро кометы Чурюмова-Герасименко, после посадки на него посадочного модуля, который доставит космический аппарат “Розетта”, сыграет своеобразную роль “розеттского” камня для расшифровки тайн ледяных кометных ядер – носителей загадочного реликтового вещества Солнечной системы, а от них прямой путь к решению фундаментальной проблемы космогонии Солнечной системы и происхождения жизни на Земле.

Как же была открыта комета, которой суждено стать “розеттским” камнем?

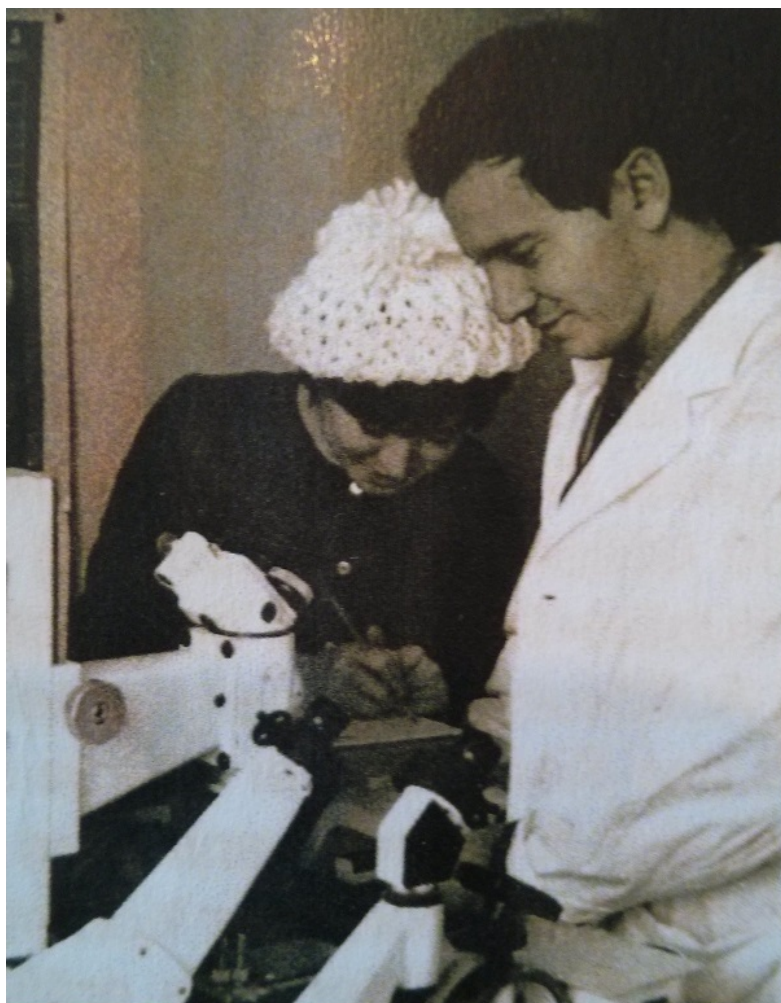
Летом 1966 г. кафедра астрономии Киевского государственного университета имени Т.Г.Шевченко снарядила и отправила первую кометную экспедицию в Таджикистан на гору Санглок с целью наблюдений и поисков комет как фотографическими, так и визуальными способами. В 1968 г. Вторая кометная экспедиция КГУ проводила наблюдения и поиски комет в Туркменистане на горе Душак.

А в 1969 году мы со Светланой Ивановной Герасименко, которая тогда была аспирантом профессора С.К.Всехсвятского, в составе Третьей кометной экспедиции КГУ отправились в Казахстан в Алмаатинскую обсерваторию

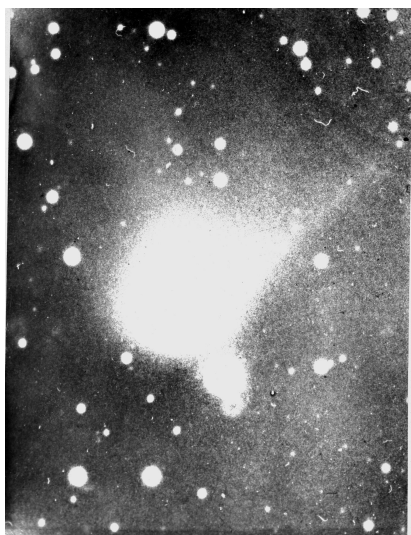
астрофизического института имени академика АН СССР В.Г.Фесенкова. Нас привлек имеющийся там светосильный 0,5 метровый менисковый максутовский рефлектор. С его помощью мы организовали патрулирование нескольких короткопериодических комет семейства Юпитера, отсняли много фотопластинок и выполнили их исследования. На пяти снимках мы нашли диффузный объект, который сначала приняли за периодическую комету Кома-Сола, которую мы и снимали на эти же пластинки. Позднее, когда мы вернулись из экспедиции в Киев, то выяснили, что этот объект по координатам отличается на 2 градуса от теоретического положения кометы Кома-Сола. Это вызвало у нас удивление и мы начали искать таинственный объект на других снимках. И еще на четырех снимках, почти на самом краю пластинок, обнаружили этот же объект. Пять его точных положений, определенных по снимкам, давали возможность точно вычислить орбиту кометы. Она оказалась эллиптической и принадлежала до сих пор неизвестной короткопериодической комете с периодом 6,5 лет. О нашем открытии мы сообщили в Центральное бюро астрономических телеграмм в США доктору Б.Марсдену, где фиксируются открытия объектов во Вселенной и Солнечной системе. Через несколько дней нам пришло сообщение, что это действительно новая комета и ее зарегистрировали как комету 1969h или комету Чурюмова-Герасименко. Сейчас эта комета имеет постоянный номер 67P во всех каталогах комет (комета Галлея имеет номер 1P). С момента открытия эта комета уже возвращалась к Земле 7 раз. Перед ее седьмым появлением вблизи Солнца к комете отправлен КА “Rosetta”, который достигнет ее ядра в 2014 г. И вместе с ним комета пройдет перигелий в восьмой раз в 2016 году.

Интересной оказалась и динамическая история кометы 67P, т.е. эволюция ее орбиты в прошлом. Оказалось, что за 10 лет до открытия в 1959 г. комета прошла от Юпитера на очень близком расстоянии в 0.05 астрономической единицы или 7.5 миллионов км, что существенно трансформировало все элементы ее орбиты и главным образом перигелийное расстояние, которое до этого сближения превышало 2.5 а.е., а после сближения уменьшилось до 1.3 а.е. Именно после такого заметного изменения орбитальных элементов комета стала доступной для фотографических наземных наблюдений с телескопами, благодаря чему, попав в поле зрения нашего менискового телескопа в Алма-Ате, и была открыта мной и Герасименко.

В 1982 г. комета сблизились с Землей до 0.39 а.е. и создались наилучшие условия ее видимости с Земли – ее наблюдали на многих обсерваториях Земли, а также многочисленные любители астрономии. Комета в максимуме достигла 9 звездной величины и ее наблюдали даже с помощью биноклей. 12-13 января 1983 г. К.Чурюмов и И.Караченцев получили ее фотографии с помощью самого большого в то время 6-метрового телескопа на Кавказе (рис.7). Был также получен ультрафиолетовый спектр кометы со спутника IUE.



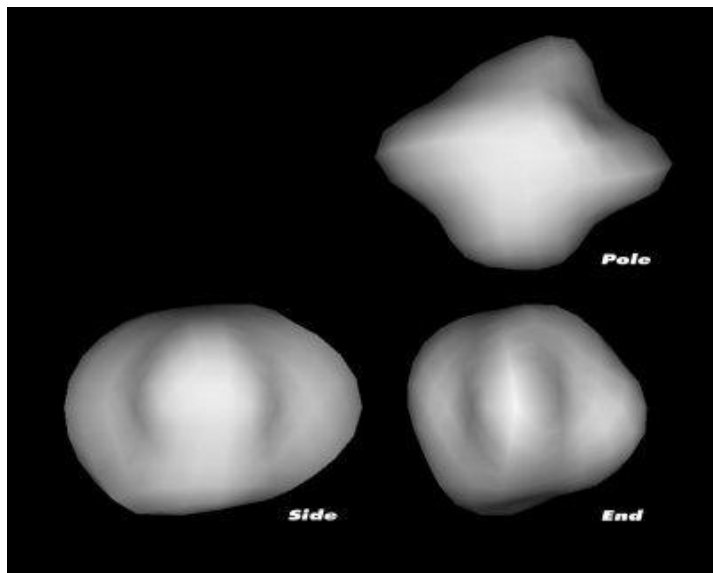
Открыватели кометы
67P/Чурюмов-Герасименко в
1969 г. в Астрономической
обсерватории Киевского
госуниверситета
им.Т.Г.Шевченко
за измерением пластинок с
открытой ими кометой



Снимок кометы 67P полученный К.Чурюмовым и
И.Караченцевым с помощью 6-м телескопа 13 января
1983 г.

В 2003 г. С космического телескопа Хаббла была
получены серия изображений кометы 67P, на основании
которых было построено модельное изображение ядра
кометы (фото).

В плане комета имеет форму креста, а в других
проекциях напоминает шляпу. Размер ядра 5х3 км, а
период вращения вокруг собственной оси 12 часов, т.е.
сутки на комете составляют половину земных суток.



Ядро кометы 67P/Чурюмова-Герасименко по данным наблюдений с помощью телескопа Хаббла в 2003 году

В феврале 2004 г. открыватели кометы 67P по приглашению генерального директора Европейского космического агентства Жан-Жака Дордена вылетели из Парижа специальным

рейсом (VIP flight №158) во Французскую Гвиану в Южную Америку на космодром Куру, где велись приготовления к старту № 158 ракеты Ариан 5 с Розеттой на борту.

Первая попытка запуска ракеты Ариан состоялась на 4 часов 16 минут 00 секунд (по всемирному времени) 26 февраля 2004 года. Однако из-за сильного ветра в высоких слоях атмосферы, облачности и дождя старт был перенесен на утро 27 февраля. Но и вторая попытка на следующий день сорвалась из-за неисправности теплоизоляции одного из двигателей ракеты Ариан. Так как окно для запуска Розетты к комете было открыто еще до 21 марта 2004 г., то после исправления досадной неисправности с теплоизоляцией 2 марта 2004 года в 07:17:44 UTC с площадки ELA3 космодрома Куру во Французской Гвиане успешно стартовала ракета-носитель Ariane-5G+ (это по счету был 158 пуск ракеты Ариан на космодроме КУРУ), которая вывела в космос европейский межпланетный зонд Rosetta (28169 / 2004 006A). Через 2 часа 15 минут после старта произошло успешное отделение КА «Розетта» от второй ступени ракеты Ариан, раскрылись панели солнечной батареи, после чего КА «Розетта» с посадочным модулем Филы вышла на заданную траекторию полета. Через несколько дней полета, когда орбита стабилизировалась, небесные механики просчитали детальный сценарий миссии, согласно которому Розетта для того чтобы с расчетной точностью приблизиться к ядру кометы Чурюмова-Герасименко должна совершить три гравитационных маневра вблизи Земли и один возле Марса.

Розетта совершив свой первый виток по околосолнечной орбите в марте 2005 г. вернулась к Земле и, получив от нее первый гравитационный импульс, направилась вокруг Солнца к Марсу. В марте 2007 г. второй виток Розетты по уже слегка вытянутой околосолнечной орбите завершился пролетом вблизи красной планеты на высоте 250 км, так как именно на такой пролетной высоте над Марсом

Розетта получила от него второй ускоряющий гравитационный импульс, который еще больше растянул околосолнечный орбитальный эллипс Розетты и отправил ее к Земле. При пролете вблизи Марса приборы Розетты провели детальное картографирование поверхности Марса и другие исследования. В ноябре 2007 г. пролетая вблизи Земли, Розетта получила третий гравитационный импульс на своем третьем витке и отправилась к Солнцу по еще больше вытянутой эллиптической орбите.



Клим Чурюмов и
Светлана
Герасименко на
космодроме Куру на
фоне
космического
аппарата «Розетта»
перед ее стартом.

Обогнув Солнце, Розетта 5 сентября 2008 г., находясь в главном поясе астероидов приблизилась на 850 километров к астероиду Штейнс (№ 2867) и передала на Землю, его изображения и другие научные данные о нем. Эта малая планета 2867 была открыта 4 ноября 1969 Николаем Степановичем Черныхом в Крыму и названа в честь известного латышского астронома профессора Карла Августовича Штейнса – специалиста по космогонии комет. Это высокоальбедный астероид диаметром около 4.6 км и альбедо 0.35. Двигается по эллиптической орбите с большой полуосью $a=2.36$ а.е., эксцентриситетом $e=0.146$ и наклоном $i=9.9^\circ$.

Возвращаясь из пояса астероидов к Солнцу, Розетта в ноябре 2009 г. вновь пролетела вблизи Земли и, совершив свой четвертый гравитационный маневр, перешла на окончательную орбиту полета к комете Чурюмова-Герасименко. Обогнув в третий раз Солнце, Розетта 10 июля 2010 г. пролетела вблизи крупного

астероида Лютеция (№ 21), как предполагалось до пролета диаметром 99 км и сфотографировала его. Астероид 21 Лютецию открыл 15 ноября 1852 г. Г.Гольдшмидт. Он движется по эллиптической орбите с большой полуосью $a=2.43$ а.е., эксцентриситетом $e=0.163$ и наклоном $i=3.1^\circ$. Такой крупный астероид исследовался с помощью КА впервые.



Астероид Штейнс № 2867 5 сентября 2008 г. («Розетта»).

Физические характеристики:
Диаметр $6.67 \times 5.81 \times 4.47$ км
Период вращения 6.049 час.
Спектральный класс E
Абсолютная звездная величина 12.9^m
Альбедо 0.34 ± 0.06
Средняя температура поверхности 181 K



Снимок Лютеции с расстояния 3162 км (Розетта в это время находилась на расстоянии 440 миллионов км от Земли). Физические характеристики Лютеции: Диаметр (средний) 95,76 км

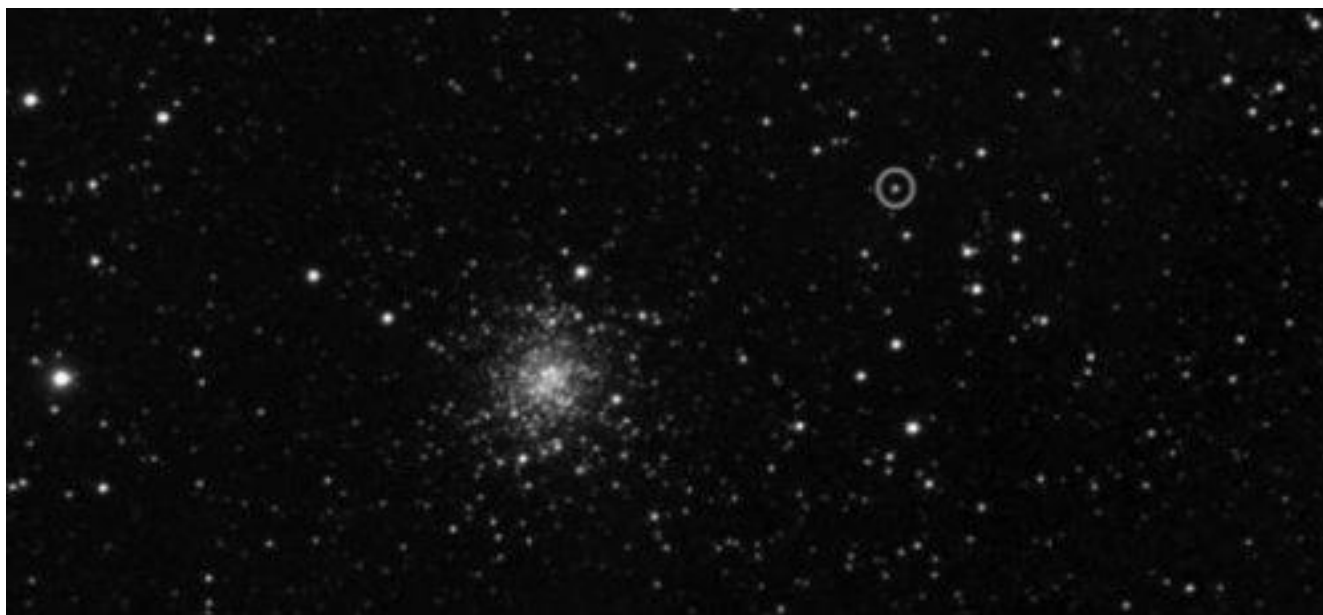
масса $2,566 \times 10^{18}$ кг, плотность $2,7$ г/см³, период вращения 8,17ч, спектральный класс M, абсолютная звёздная величина $7,35^m$
альбедо 0,2212, средняя температура поверхности 172 K (-101°C)

После пролета вблизи Лютеции все приборы Розетты были переведены в «спящий» режим

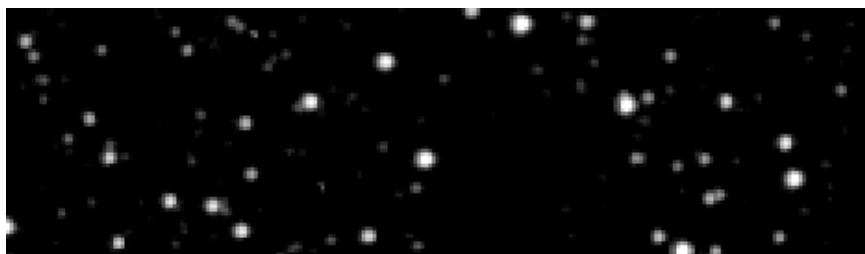
почти на 4 года до подлета к ядру кометы Чурюмова-Герасименко.

После 957 дней полета в спящем режиме космический аппарат Розетта был успешно выведен из «спячки» 20 января 2014 года, и сейчас, после визуального обнаружения кометы и расчетов предварительной траектории сближения, аппарат приближается к точке "свидания" с ядром кометы, которой он должен достигнет в августе этого года.

Одни из первых изображений кометы 67P/Чурюмова –Герасименко были получены 20 и 21 марта при помощи широкоугольной и узкоугольной камер инструмента Optical, Spectroscopic and Infrared Remote Imaging System (OSIRIS). В это время аппарат и комету 67P разделяло расстояние в пять миллионов километров и для получения четких снимков потребовалась съемка с выдержками от 60 до 300 секунд.



20 марта 2014 г. Безатмосферная комета 67P/Чурюмова –Герасименко



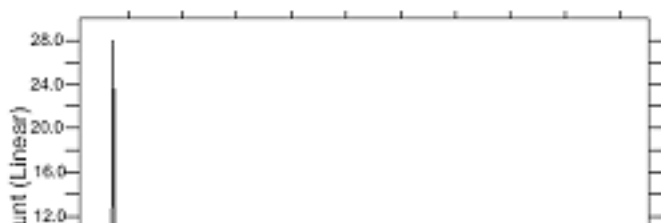
30 апреля 2014 г. Образование комы у кометы 67P/Чурюмова –Герасименко

На фото полученном Осирисом 20 марта этого года в кружке видно звездообразное изображение кометы, так как на таком расстоянии от Солнца, кометное ядро получает недостаточное количество тепла, чтобы вокруг него начала образовываться атмосфера. Однако если на поверхности ядра кометы имеются участки со льдом угарного газа CO, то такой лед может сублимировать на расстояниях в 4 а.е. и больше. Правее и ниже кометы видно шаровое скопление М107, открытое Пьером Мешеном в 1782 г. Для земного наблюдателя его видимый блеск 8.85 звездной величины и оно находится на расстоянии 20900 световых лет от Земли.

После этого, узкоугольной камерой Осириса с экспозициями 720 секунд был получен еще ряд изображений кометы 67P/Churyumov-Gerasimenko на фоне звезд созвездия Змееносца между 27 марта и 4 мая 2014 года, в период когда расстояние между космическим аппаратом Розеттой и кометой изменялось от 5 млн. до 2 млн. километров.

Удивительно, что уже на изображении кометы 67P/Churyumov-Gerasimenko полученное по данным наблюдений путем сложения серии 10-минутных экспозиций, полученных 30 апреля 2014 с узкоугольной камерой OSIRIS появилась протяженная атмосфера (кома), простирающаяся на расстояние 1300 км в противоположную сторону от Солнца. С Розетты комета была видна в направлении созвездия Змееносца (с Земли комета и Rosetta в это время проецировались на созвездие Стрельца). На снимках, полученных Розеттой в начале июля временная атмосфера у кометы исчезла и на снимках она вновь приобрела звездообразный вид. Это неплохо, что временная атмосфера исчезла – это будет благоприятствовать посадке модуля Филы на безатмосферное ядро кометы. Но атмосфера может появиться вновь, так как ее новое неожиданное появление предсказать трудно. Явно, что в конце апреля 2014 г. произошла вспышка блеска кометы. А какова ее причина, пока неясно. В июне 2014 г. с помощью масс-спектрометра Модулус Птолемей был зафиксировано наличие водяного пара и других молекул вблизи ядра кометы. Объем выброса водяных паров не превышал 300 миллилитров в секунду, т.е. около 26 тонн в сутки. Но этого пока недостаточно, чтобы образовать заметную атмосферу, насыщенную пылевыми частицами, вокруг ядра. Но и сама комета находится достаточно далеко от Солнца, чтобы началась более интенсивная сублимация водяного льда из ее ядра.

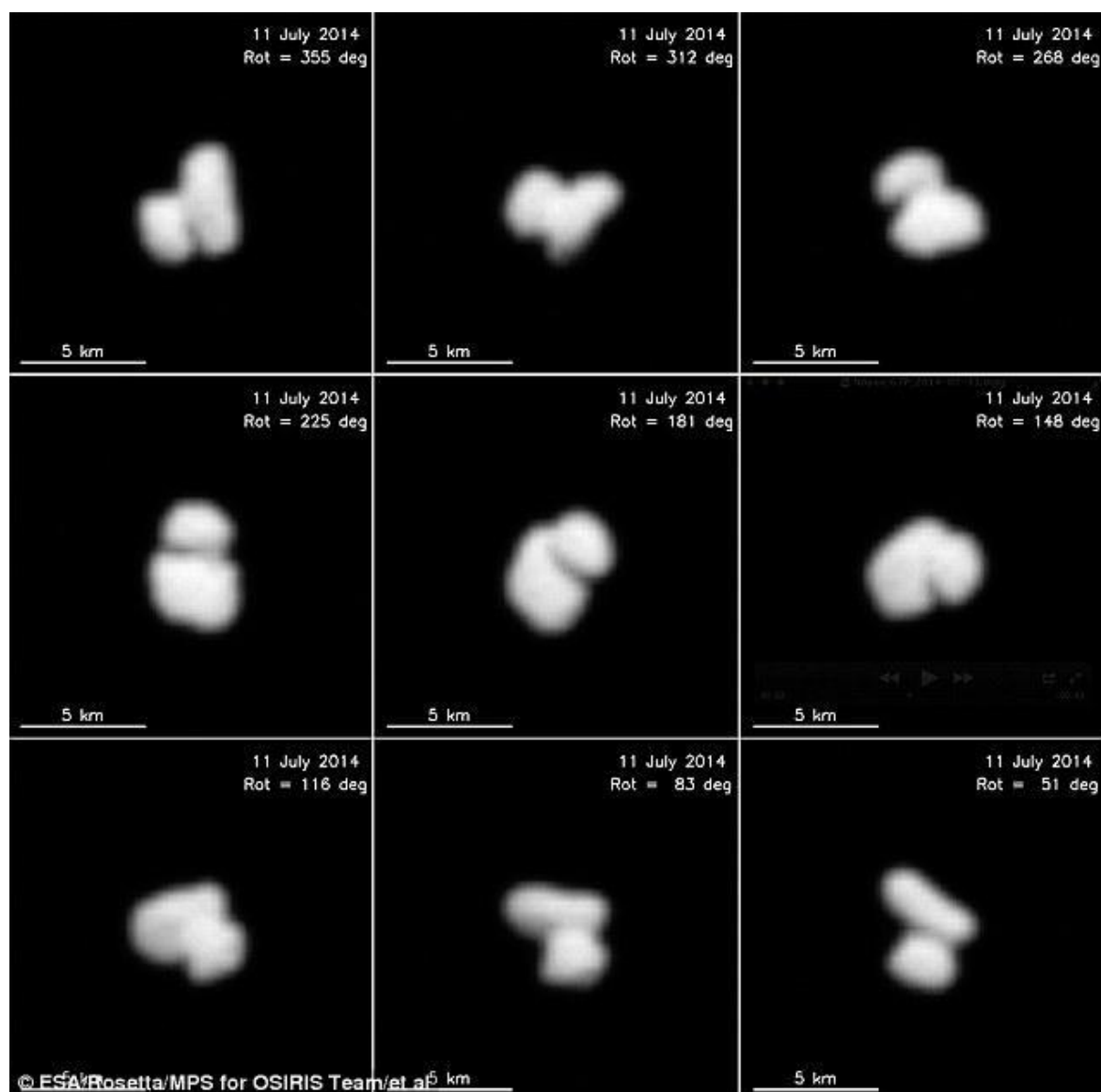
Complete Spectrum



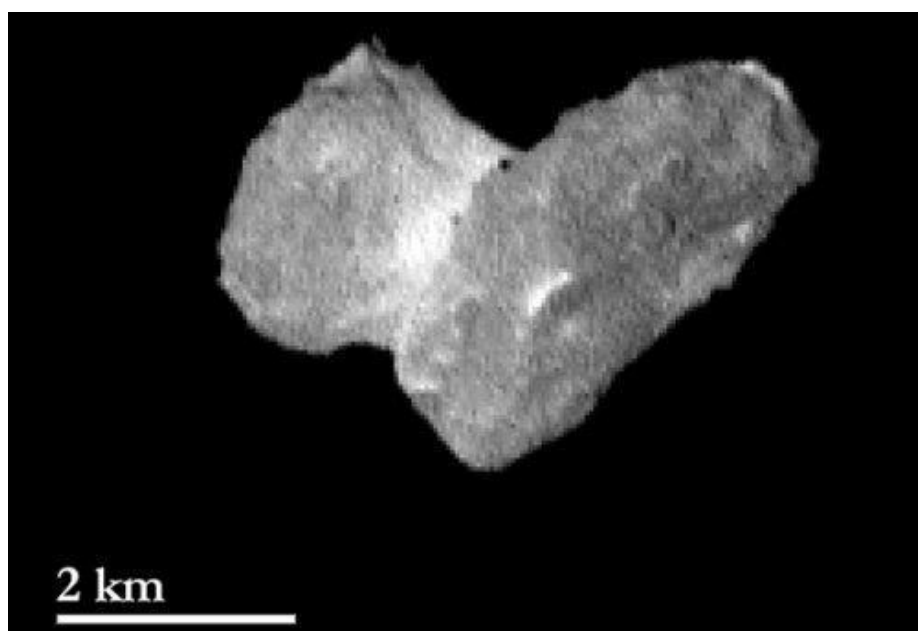
Спектр кометы 67P, полученный масс-спектрометром Модуль Птолемей.

Но самые удивительные изображения ядра кометы были получены с помощью Осириса 4 и 11 июля 2014 г. На серии снимков 11 июля хорошо видна двойная структура вращающегося с периодом 12.4 часа ядра кометы. Что это? Или отдельные два ядра кометы, вращающиеся вокруг общего центра масс, или тесная двойная контактная структура, вращающаяся как единое целое? Такой структуры ядра не наблюдалось ни одной кометы, исследованной с помощью космических аппаратов. Поэтому можно считать такое сложное ядро новым типом кометы.

Шутники уже сравнили форму ядра кометы с игрушечным утенком, и предположили, что одну часть следует назвать «Чурюмов», а вторую «Герасименко».



Снимки «двойного» ядра кометы 67Р Осирисом 11 июля 2014 г.



Снимок ядра кометы

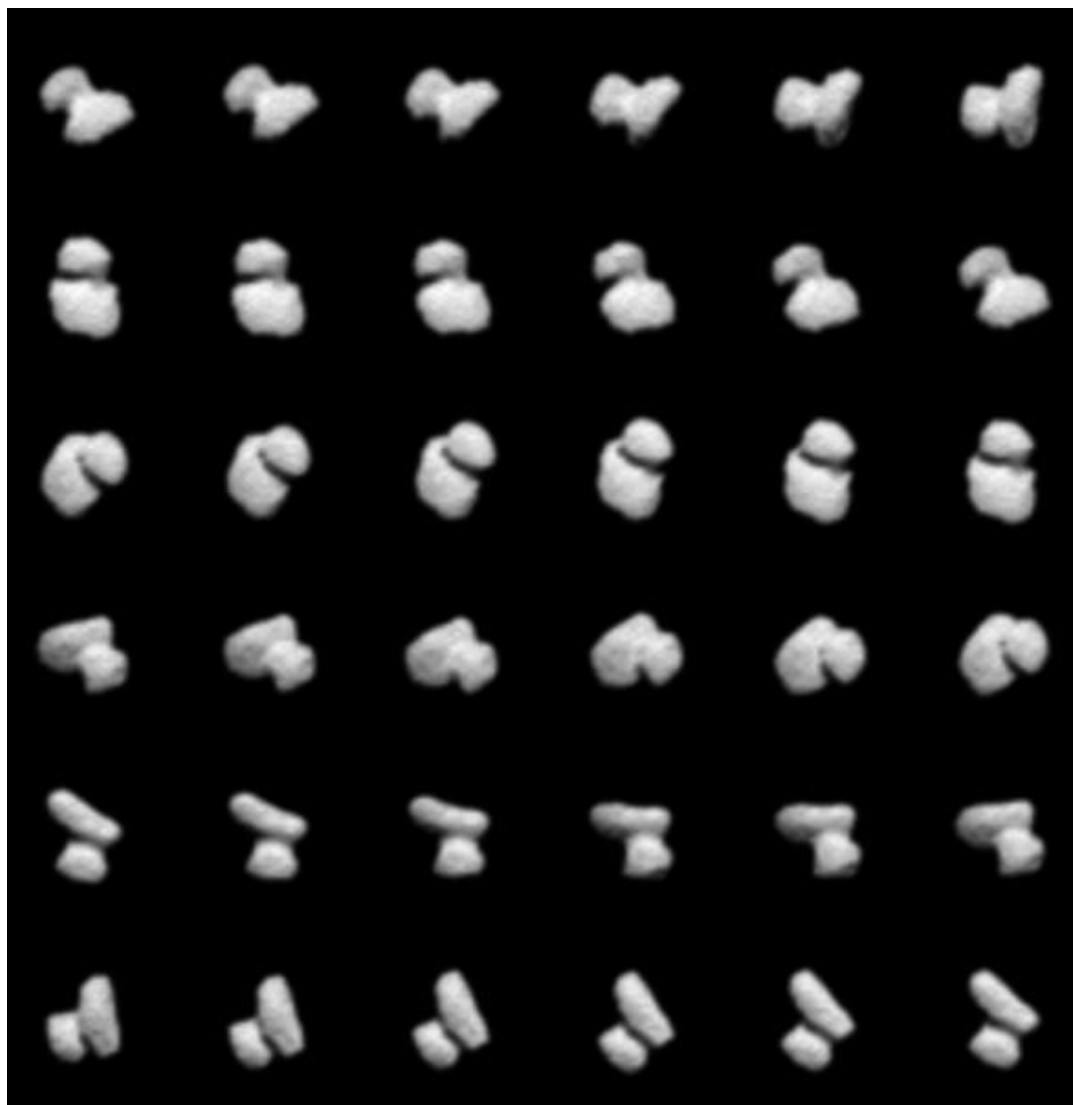
67P/Чурюмова-Герасименко, полученный Осирисом Розетты 29 июля 2014 г.

На изображениях видно, что ядро кометы Чурюмова-Герасименко будто-бы состоит из двух отдельных ядер. Др.Педро Ласерда, астрофизик из Института Макса Планка по исследованию Солнечной системы сказал: 'Ядро кометы 67P/Чурюмова-Герасименко кажется действительно состоит из двух фрагментов. Это несколько неожиданно поскольку модель формы ядра этой кометы, на основании наблюдений с Земли и с помощью телескопа Хаббла не прогнозирует бинарную структуру. Это просто подчеркивает важность космических миссий -

они позволяют расширить наш кругозор. С другой стороны, три из пяти комет ранее исследованных с помощью космических миссий, кажется, состоят из двух фрагментов, поэтому может оказаться, что бинарные кометы являются довольно распространенным явлением. Однако важно выяснить, о чем это говорит нам. Является ли такая структура следствием образования ядер комет или следствием их эволюции?

"Будем надеяться, что миссия Rosetta позволит дать нам правильный ответ».

Кажущаяся двойственность ядра могла образоваться в результате действия механизма ротационной неустойчивости ядра, предложенного профессором Леонидом Васильевичем Ксанфомалити для ядра кометы Хартли 2 и других комет (Астрон. Вестник). Хотя возможно, что оба фрагмента являются реликтовыми блоками, находящимися еще в стадии незавершившейся объединения этих блоков в единое ядро.

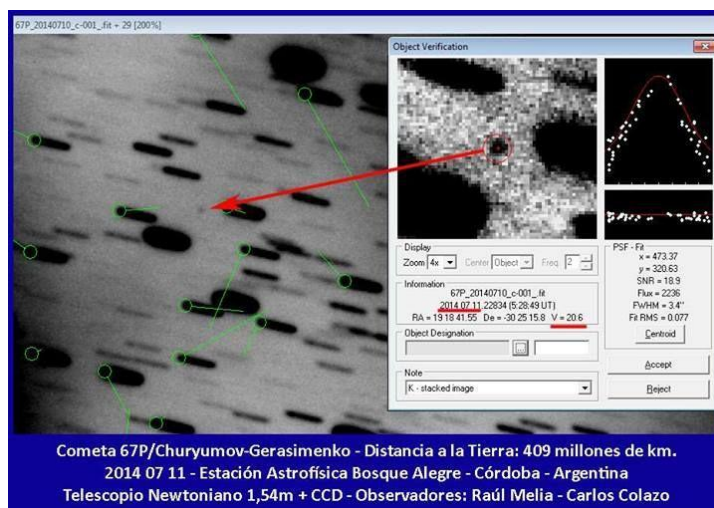


Снимки «двойного» ядра кометы 67Р Осирисом 11 июля 2014 г.

СБЛИЖЕНИЕ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА РОЗЕТТА С НЕОБЫЧНЫМ ЯДРОМ КОМЕТЫ ЧУРЮМОВА-ГЕРАСИМЕНКО

После десятилетней одиссеи 6 августа 2014 года космический аппарат Розетта приблизился на расстояние около 100 км до своей главной цели – к ядру короткопериодической кометы Чурюмова-Герасименко, принадлежащей кометному семейству Юпитера. Начался этап, который назвали этапом рандеву или встречи Розетты с ядром кометы 67Р. 11 научных приборов на орбитальном модуле Розетты и 10 – на посадочном модуле Филы были расчехлены и приведены в готовность к наблюдениям ядра и околоядерной области кометы сразу же после пробуждения Розетты 20 января 2014 г.

Комета 67Р / Чурюмова-Герасименко и КА Rosetta находились в этот момент на расстоянии 404576918 километров от Земли, и на расстоянии 3.6 а.е. от Солнца, т.е. примерно на одинаковых расстояниях от планет Юпитера и Марса, и двигались со скоростью около 55 000 километров в час. Блеск кометы в этот момент составлял 19.6 зв.вел. и многие профессионалы и любители, особенно южного полушария Земли, вели и ведут успешные ее наблюдения, о чем регулярно сообщают мне по интернету. Ряд изображений кометы, по наблюдениям в июне-августе 2014 г. я получил от любителей Бельгии, Австралии, Аргентины и

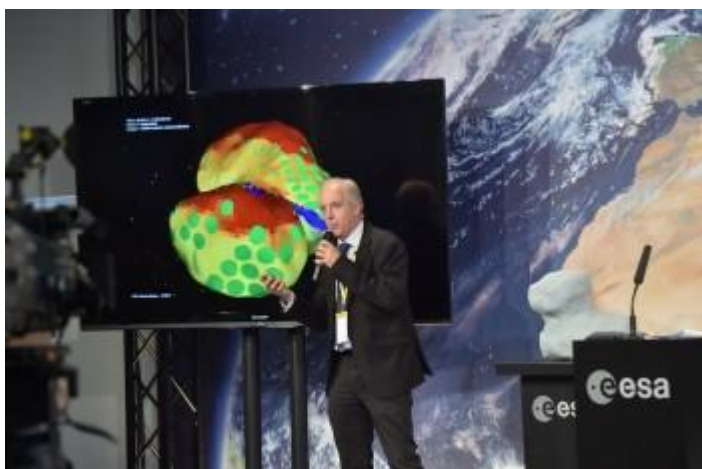


др. стран. Одно из изображений кометы 67Р, полученное 11 июля 2014 г. мне прислали из Кордобы (Аргентина) наблюдатели Рауль Мелиа и Карлос Колаццо (см. фото). Комета 67Р/Чурюмова-Герасименко 11 июля 2014 г. Блеск кометы $V=20.6^m$

С 7 мая по 6 августа 2014 г. Розетта совершила 10 навигационных маневров с кратковременным включением реактивных двигателей с целью погасить ее скорость относительно ядра кометы с 775 м/сек до 1 м/сек, что сравнительно со

скоростью пешехода, и изменить орбиту таким образом, чтобы она соответствовала орбите кометы 67Р. Каждый из этих маневров был критическим: незначительные ошибки могли бы сделать свершившееся свидание Розетты с ядром кометы 6 августа невозможным.

6 августа начался этап постепенного перехода Розетты на орбиту спутника ядра кометы 67Р. С этой целью в 9:00 UTC на 6 минут 26 сек был включен реактивный двигатель и Розетта в течение последующих 6 недель совершит две трех-угольные траектории вблизи ядра кометы – первую траекторию на расстоянии 100 км, вторую на расстоянии 50 км, а затем перейдет на более тесную круговую орбиту вокруг ядра кометы 67Р радиусом 30 км, а возможно и с меньшими радиусом в зависимости от активности кометы. В этот период начнется детальное сканирование поверхности ядра кометы с целью выбора на нем пяти наиболее плоских площадок, на одну из которых 11 ноября на ядро кометы будет посажен модуль Филы. Более точная дата посадки Филы на ядро кометы будет подтверждена в середине октября этого года.



Профессор Стефан Уламек на модели ядра кометы Чурюмова-Герасименко показывает возможные места посадки (зеленые кружки) Филы на ядро.

Детальное сканирование всего рельефа поверхности ядра позволит впервые в мире создать глобус ядра кометы.

Ответственным за посадку модуля Филы на ядро является профессор Стефан Уламек, который на международной конференции КОСПАР-40 на модели ядра кометы Чурюмова-Герасименко показал возможные места посадки (зеленые кружки) Филы на ядро (фото).

Профессор С.Уламек и К.Чурюмов встречались 8-9 августа 2014 г. на конференции КОСПАР-40 и обсуждали возможные места посадки модуля Филы на ядро кометы 67Р.



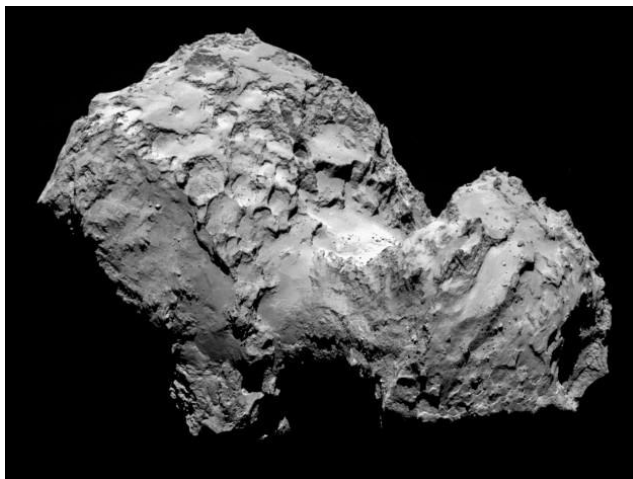
Доктор Жанна Радтонова, профессор Стефан Уламек и Клим Чурюмов (КОСПАР 40)

Гипотеза о двойном ядре кометы Чурюмова-Герасименко, по наблюдениям Розетты в июле 2014 г. была опровергнута дальнейшими наблюдениями с Розетты при ее сближении с ядром в августе 2014 г. На этих снимках четко видно, что ядро монолитное и имеет необычную форму.

2 августа кометное ядро по форме напоминает яблоко (Фото 3). Изображение было получено с расстояния 550 км широкоугольной камерой Осирис КА Розетта. Наблюдается удивительная активность ядра с образованием временной комы. Хорошо видно несколько джетов, выбрасывающих из недр ядра газ и пыль.

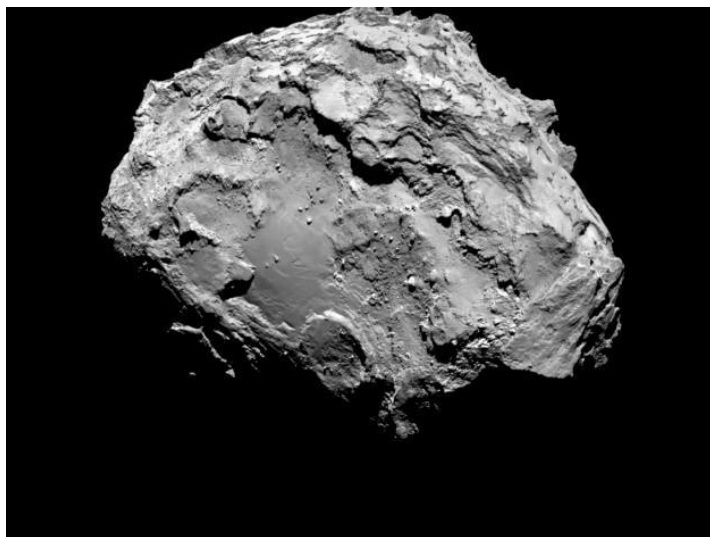
Кометное ядро 2 августа по форме напоминает яблоко и на его северной области хорошо видны несколько газово-пылевых джетов, создающих временную еще довольно разреженную атмосферу вокруг ядра.

Изображение, полученное 3 августа с расстояния 285 км, напоминает по форме башмак (фото)



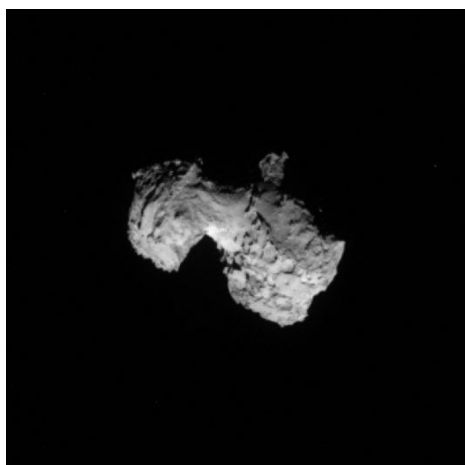
Ядро кометы Чурюмова-Герасименко 3 августа 2014 г. «Модный» космический «башмак».

В ту же дату 3 августа ядро кометы 67Р снятое с Розетты под другими ракурсами выглядят то как голова какого-то доисторического зверя – динозавра, то как всего

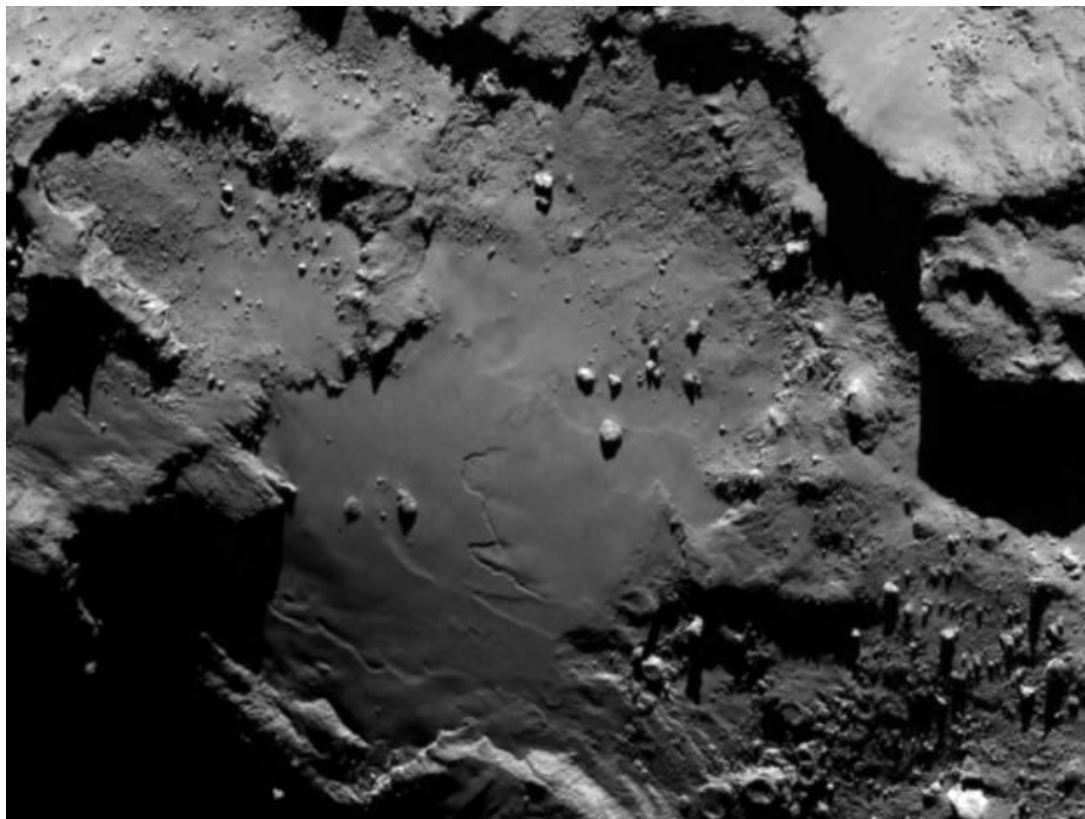


динозавра (Фото).

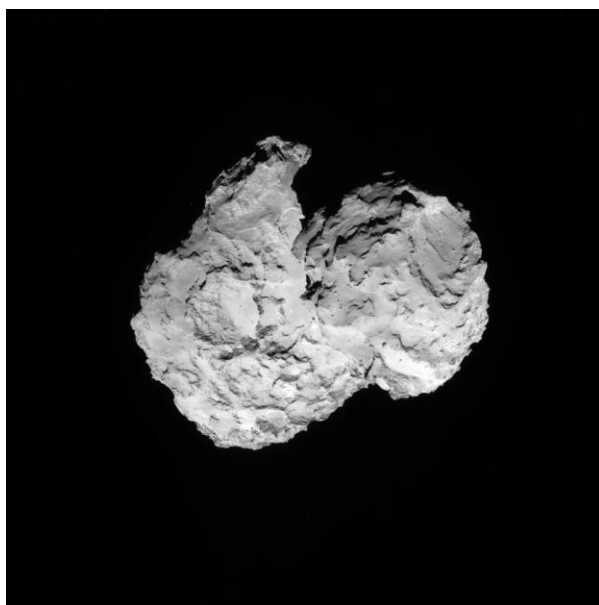
Фото 5. Ядро кометы 67Р 3 августа – «голова динозавра»



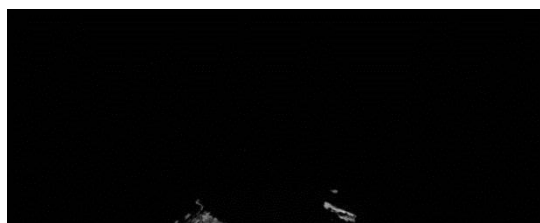
Ядро кометы 67Р с расстояния 300 км 3 августа – «космический динозавр»
6 августа с расстояния 130 км узкоугольной камерой Осирис получен детальный снимок удивительного рельефа ядра кометы 67Р/Чурюмова-Герасименко. Изображение четко демонстрирует наличие разнообразных структур, включая валуны, кратеры, крутые стены и скалы, гладкие равнины и др.



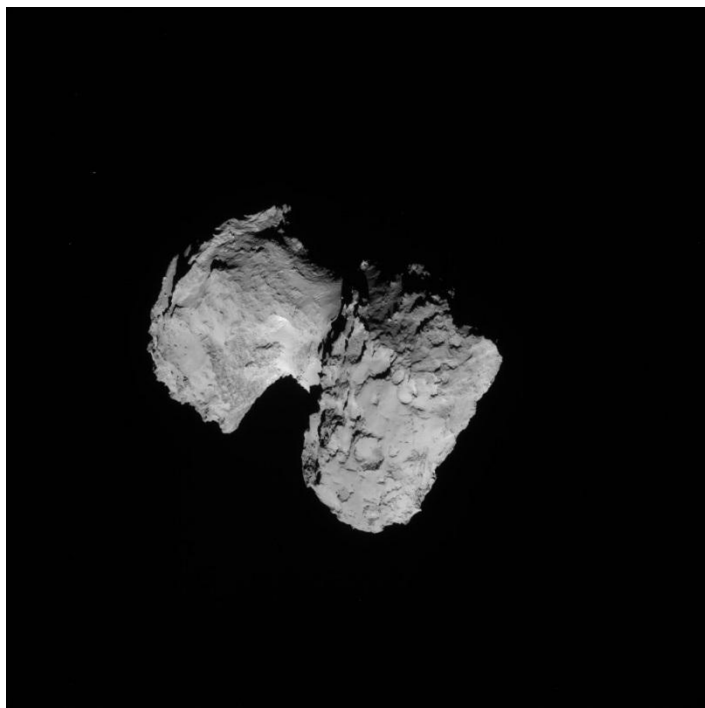
Детальный рельеф одной из областей ядра кометы 67P/Чурюмова-Герасименко (Розетта)



Ядро кометы 67P с расстояния 83 км 7 августа – «петушок без головы»



Ядро кометы 67P с расстояния 100 км 14 августа – «глинянный горшок»



Ядро кометы 67P с расстояния 93.5 км 16 августа 2014 г. – «Африка»

Когда Розетта перейдет на орбиту искусственного спутника ядра кометы 67P/Чурюмова-Герасименко и с более близкого расстояния фотокамеры Розетты детально сфотографируют весь рельеф кометного ядра, то несомненно полученные ею уникальные изображения откроют новые особенности в строении поверхности кометных ядер.

В ноябре 2014 будет проведен самый сложный и главный этап всей миссии Розетта – отделение от орбитального модуля спускаемого зонда «Филы» и посадка его на одну из 5 выбранных для этой цели безопасных площадок на ядре кометы. При этом будет включен двигатель на Филы, который погасит скорость зонда до величины меньше 1 м/с. Филы совершит мягкую посадку сперва на одну из трех его ножек, затем обопрется и на две другие ножки. При касании второй ножки из зонда выдвинется специальный гарпун, который, проникнув в кометный грунт, закрепит модуль Филы на кометном ядре и сделает его положение надежно устойчивым. После закрепления Филы на кометном ядре 10 приборов установленные на нем по команде с Земли будут «расчехлены» и приступят к главной задаче миссии – комплексного исследования загадочного реликтового вещества кометного ядра и Солнечной системы.

Филы – это уникальный научный контейнер массой около 21 кг. На нем установлено 9 приборов: спектрометр альфа лучей, протонов и рентгеновских лучей (АРХ) для исследования элементного состава кометного вещества; газо-хроматограф и мас-спектрограф КОЗАК и МОДУЛУС/ПТОЛЕМЕЙ для исследования химического состава, изотопного состава и идентификации сложных органических молекул в кометном веществе; СЕЗАМ для акустического исследования вещества поверхностного слоя ядра, измерения диэлектрических свойств среды, окружающей ядро и мониторинга столкновений с пылевыми частицами; МУПУС для изучения физических свойств вещества кометы; КОНЦЕРТ для исследования электрических характеристик всего ядра и его внутренней структуры; РОМАП для исследования кометного магнитного поля и его взаимодействия с солнечным ветром; СИВА для получения изображений рельефа ядра в месте посадки Фил и РОЛИС для обеспечения бурения кометного грунта и исследования вещества, которое находится под поверхностным слоем ядра, для изучения распределения и величины электрических зарядов на ядре и в образцах кометного грунта, который будет помещен в специальный коллектор.

На орбитальном модуле Розетте будут работать следующие приборы: ОЗИРИС, АЛИСА, ВИРТИС, МИРО – для получения дистанционным путем прямых изображений поверхности ядра и спектральных исследований ядра и околоядерной области ; РОЗИНА, КОЗИМА, МИДАС - для анализа химического состава кометного вещества, КОНЦЕРТ - для исследования крупно-масштабной структуры ядра совместно с аналогичным прибором, установленном на Филах, ГИАДА - для исследования потока пыли и распределения пылевых частичек по массам, РПС – для исследования кометной плазмы и ее взаимодействия с солнечным ветром, РСИ – для исследования кометы с помощью радиоволн.

С модуля Филы научные данные, полученные каждым из его 9 высокоточных и чувствительных приборов, будут передаваться на орбитальный модуль Розетту, а оттуда с помощью радиотелескопа вместе с данными, полученными 11 приборами Розетты, вся научная информация будет передаваться на Землю.

Для питания приборов космической орбитальной лаборатории будет использоваться солнечная батарея, площадью 32 м². С помощью 2-м антенны радиотелескопа, установленного на Розетте впервые в истории науки будут поступать в научные лаборатории на Земле уникальные данные о реликтовом веществе Солнечной системы. Много ученых считают, что это - эксперимент тысячелетия, а по количеству израсходованных на него средств – около полутора миллиарда евро – это будет один из наиболее дорогих экспериментов в истории науки, но “игра стоит свеч”. Без всякого сомнения - это самая грандиозная кометная миссия, уникальный и увлекательный эксперимент в истории человеческой цивилизации, результаты которой пополнят новыми открытиями золотой фонд мировой науки.

Литература

1. Чурюмов К.И. Кометы и их наблюдение. М.: Наука, 1980, 160 с.
2. Н.А. Беляев, Чурюмов К.И.. Комета Галлея и ее наблюдение. 1985. М.Наука, 270с.
3. Чурюмов К.И. Космические миссии к ядрам комет: от Веги и Джотто до Розетты// Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. Випуск 15. Управління якістю підготовки майбутніх учителів фізики і трудового навчання. 2009. с. 55-60.
preparing for an encounter with comet Borrelly. Acta Astronautica 51, No. 1-9, pp. 507-516 (2002)
4. K.I.Churyumov. Discovery, observations and investigations of comet 67P/Churyumov-Gerasimenko in Kyiv// in the book “The new ROSETTA targets”, 2004, Astrophysics and space science library. Kluwer acad. Publ. Collangelli et al. (eds), p.1-13
5. Чурюмов К.И. Комета с двойным ядром. Вселенная, пространство и время – 2014. - № 7 (120). С.26-27
6. Чурюмов К.И. Розетта достигла цели. Вселенная, пространство и время – 2014. - № 8 (121). С.21-22
7. Чурюмов К.И. ВЫБОР ДВУХ БЕЗОПАСНЫХ ПЛОЩАДОК НА ЯДРЕ КОМЕТЫ ЧУРЮМОВА-ГЕРАСИМЕНКО ДЛЯ ПОСАДКИ МОДУЛЯ ФИЛЫ. Вселенная, пространство и время – 2014. - № 9 (122). С.26-28

ПОЗИЦІЙНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ КОМЕТ НА СПОСТЕРЕЖНІЙ СТАНЦІЇ АО КНУ В ЛІСНИКАХ ПРОТЯГОМ 2006-2014 РР.

О.Р. Баранський, К.І.Чурюмов, В.І. Клецонок, В.О.Пономаренко
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

У базі даних Міжнародного Центру Малих Планет (MPC) спостережна станція Астрономічної обсерваторії Київського університету в Лісниках має цифровий код MPC – 585 і назву “Kyiv comet station”. Ці реквізитами станція отримала в 1974 р. коли в MPC були надіслані перші позиційні спостереження астероїда Ерос . У 1986 р. в MPC надійшли спостереження комети Галлея. Інтенсивна програма астрометричних і фотометричних спостережень комет розпочалась у квітні 2006 р. і продовжується до нині. Всього за дев'ять років, протягом 388 ночей, станом на кінець червня 2014 р., отримано і опубліковано в базі даних MPC – 11293 позиційних спостережень 514 комет, серед них 6532 спостережень 207 довгоперіодичних комет, 4761 спостережень 162 короткоперіодичних комет (див табл.).

Табл. Позиційні спостережень комет в Лісниках (MPC 585) протягом 2006-2014 рр.

Роки	Комети	Довгоперіодичні комети	Короткоперіодичні комети	N. Спост. ночей
2006	41 (826)			47
2007	53 (544)			35
2008	79 (934)	37 (559)	42 (375)	47
2009	63 (1147)	35 (772)	28 (375)	52
2010	55 (991)	36 (625)	19 (366)	47
2011	51 (1465)	24 (742)	27 (723)	52
2012	41 (1301)	24 (830)	17 (471)	38
2013	76 (2514)	46 (1500)	30 (1014)	47
2014	46 (1583)	27 (935)	19 (648)	21
Всього	369 (11293)	207 (6532)	162 (4761)	388

Примітка. Перед дужками вказано кількість комет в дужках кількість спостережень.

Рейтинг перших трьох комет за кількістю позиційних спостережень наступний: C/2006 S3 (LONEOS) – 242; C/2009 P1 (Garrad) – 223; 290P/Jager – 176. Протягом ночі, в середньому спостерігаємо 4 комети, найбільше комет – 18, спостерігали 12 березня 2014 р.

WIDE BAND PHOTOMETRY OF SELECTED COMETS WITH ORBITS IN MAIN BELT AND SURROUNDS

S.A. Borysenko¹, O.R. Baransky²

¹Main Astronomical Observatory of NAS, Ukraine

²Kyiv Shevchenko National University, Ukraine

Observations of some comets with orbits in main belt and surrounds were made during 2013-2014 years with BVR filters: 119P/Parker-Hartley, 117P/Helin-Roman-Alu, 74P/Smirnova-Chernyh, P/2013 R3 (Catalina-PANSTARRS).

By results of photometrical observations of the comets in Kyiv Comet Station (MPC code – 585, Lisnyky) with help of 0.70-m reflector basic physical characteristics were calculated: color indexes, dust production (afrho), sizes of nuclei.

О ДОЛГОПЕРИОДИЧЕСКИХ КОМЕТАХ ИМЕЮЩИХ ОСКУЛИРУЮЩИЕ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИЕ ОРБИТЫ

А.С.Гулиев, Ш.А.Набиев

Shamakhy Astrophysical observatory, National Academy of Sciences of Azerbaijan

Изучаются особенности 277 почти параболических комет, имеющих оскулирующие гиперболические эксцентриситеты. В соответствующей астрономической литературе их наличие объясняется ошибками в определении орбит, существованием негравитационных сил в ядрах и планетными возмущениями. Между тем обращает на себя внимание то, что соответствующие кометы имеют сравнительно большие перигелийные расстояния, их удельный вес в общей совокупности комет со временем становится больше. Первая особенность трудносовместим с фактором негравитационных сил, а второй – с ошибками наблюдений. Кроме того, расчеты авторов показывают, что эти кометы могут сближаться с планетами-гигантами не чаще, чем другие. В работе проведен MOID анализ орбит гиперболических комет относительно 35 наиболее крупных ТНО. Результаты показывают, что некоторые из рассматриваемых комет в недавнем прошлом могли иметь близкие сближения с транснептуновыми планетными телами. Отсюда и могли появиться гиперболические избытки гелиоцентрических скоростей комет. Выдвинутая рабочая гипотеза нуждается в дальнейшей проверке.

О СОСТАВЕ И ВОЗМОЖНОМ ПРОИСХОЖДЕНИИ КОМЕТ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Р.Я. Белевцев¹, К.И. Чурюмов², С.Д. Спивак¹,
Е.Е. Лазаренко¹, В.И. Блажко¹

¹Институт геохимии окружающей среды НАН Украины, г. Киев

²Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, г. Киев

Кометы всегда были ярким и загадочным космическим явлением, особенно когда при вращении вокруг Солнца они отбрасывали светлый длинный хвост, который вызывался потоком солнечного излучения. По спектру кометного хвоста был выявлен преимущественно ледяной состав ядра кометы диаметром в несколько км. Кроме воды в составе кометы отмечался аммиак, CO₂, и другие

газы с H, O, C, N, а также по загрязнению поверхности старых комет тяжелые элементы – Na, Fe, Ni, Co и др. [3]. Орбита комет, как правило, сильно вытянута в виде эллипса, длинная ось которого составляет десятки астрономических единиц (а.е. = 150 млн. км), доходящая до орбит Юпитера, Сатурна, Урана, Нептуна и далее. Это свидетельствует о неустойчивости кометных систем, когда наблюдается значительный расход их вещества при «свидании с Солнцем», и из-за значительного торможения на орбите увеличивается ее эксцентриситет и большинство комет становятся «почти параболическими», затем переходят в гиперболические и совсем уходят из Солнечной системы. Количество комет в Солнечной системе составляет 10^{11} - 10^{12} и ежегодно добавляется 2 – 4 новые кометы со средней массой 10^{11} - 10^{12} кг, а возраст кометы составляет не более 10^7 лет, поскольку вещество комет быстро расходуется. Общая масса кометного вещества за время существования Солнечной системы оценивается в 10^{25} - 10^{27} кг, что сравнимо с совокупной массой планет [3].

Как видно, кометы тесно связаны с Солнцем, как своей орбитой, так, вероятно, и генетически. Высказывались предположения о происхождении комет в связи с Юпитером, Сатурном и другими крупными планетами, однако при этом не получает объяснения обращение комет вокруг Солнца, а не вокруг этих планет-гигантов.

По представлениям Бюраканского астрофизика Амбарцумяна В.А. [1] основной чертой планетарной и кометной систем является эруптивное образование малых космических тел из первичного вещества, представленного звездной материей. Это касается всех космических тел: планет, их спутников, комет, астероидов, метеоритов, газово-пылевых туманностей и т.д. Было также показано, что убыль звездной массы вследствие непосредственного извержения звездного материала во много раз больше, чем убыль вследствие лучеиспускания.

Учитывая вышеизложенное, можно сделать вывод о том, что образование комет Солнечной системы произошло при взрывах во время солнечной активности, которые сопровождаются гигантскими электронно-магнитными вихрями и выступлениями хромосферы - протуберанцами с многочисленными потоками солнечного вещества в виде протонно-электронной плазмы, выходящей из Солнца. Видимо при особенно значительных выбросах – извержении солнечной материи в виде мощных протуберанцев из Солнца и генерируются кометы. Это происходило и происходит постоянно в периоды активности Солнца. Такие выбросы солнечной материи для удаления от Солнца по эллиптической орбите должны иметь значительную скорость, превышающую вторую космическую скорость, которая для Солнца должна быть порядка 500 км/с. При массе таких выбросов звездной материи более 10^{12} - 10^{13} кг из них могут образовываться кометы, поскольку тяжелые элементы комет составляют около 10% звездной материи, а водород остается главным элементом в составе комет.

Основным веществом комет является вода в виде льда, а элементами (кроме водорода) – кислород, азот, углерод, силиций и металлы (преимущественно железо), возможно гелий.

Многие болиды не сопровождаются выпадением метеоритов и вероятно представляют собой столкновение кометы с Землей. В этом случае вещественным свидетельством этого события чаще всего являются лишь мелкие магнитные шарики. Ярким примером его может быть падение известного Тунгусского метеорита в 1908 году. 17 ноября 2001 года в Закарпатье близ поселка Турья Реметы на р. Турья наблюдался со Словакии яркий болид EN171101 на высоте от 80 до 13 км. Начальная его масса оценена в 4300 кг, а конечная – в 400 кг. Крупных метеоритов на месте предполагаемого падения этого тела не найдено, но обнаружены при шлиховом опробовании речных отложений достаточно многочисленные мелкие магнитные шарики, диаметром от 0,1 до 1,0 мм [2]. Многие шарики имели состав близкий к FeO (иоциту), но многие, кроме иоцита, включали Fe-Mg шпинель, плагиоклаз, фаялит, герцинит, хромит. Средний химический состав шариков такой (в масс. %): FeO – 37, SiO₂ – 33, Al₂O₃ – 17, CaO – 5, MgO – 2, K₂O – 2, NiO – до 0,2. Вероятно, эти болиды имели кометную природу.

Ядра комет в космическом пространстве находятся при весьма низких РТ-условиях, в которых могут существовать только твердые минералы. Главным минералом комет по крайней мере в поверхностной зоне ядер комет является лед, который имеет меньшую плотность, чем жидкая вода, и может в своей структуре вмещать до 11% по объему другие вещества в виде гидратов или клатратов [4], такие как газы (например, метан – CH₄, 5,75 H₂O) и соли (например, MgCl₂·10H₂O). Естественно, в поверхностной зоне ядра кометы преобладают более легкие газогидраты, а в в глубинной зоне – солевые гидраты. Поэтому у старых комет и происходит загрязнение поверхности ядер тяжелыми элементами – Ca, K, Na, Mg, Fe и др. Возможно также фракционирование изотопов водорода, кислорода, углерода и других элементов между зонами ядра комет, с обогащением тяжелыми изотопами гидратов в глубинной зоне.

Кометы представляют собой в Солнечной системе промежуточное звено между звездной материей Солнца, планет-гигантов (Юпитера, Сатурна), с одной стороны, и веществом плотных каменных и металлических метеоритов и астероидов, с другой.

Выводы.

1. Кометы генетически связаны с Солнцем, образуясь из звездной материи прототуберанцев, извергающихся в периоды активности из Солнца.

2. Кометы представляют собой промежуточное звено между звездной материей Солнца и веществом плотных каменных и металлических метеоритов и астероидов.

3. Ядра комет состоят из гидратов газов и солей.

4. Многие болиды представляют собой падающие на Землю старые кометы.

Литература

1. Амбарцумян В.А. Нестационарные объекты во Вселенной и их значение для исследования происхождения и эволюции небесных тел // Проблемы современной космогонии / Ред. В.А. Амбарцумян. – М.: Наука, 1972. – с. 5-18.

2. Белевцев Р.Я., Чурюмов К.И., Собонович Э.В., Спивак С.Д. и др. Химический и минеральный состав частиц яркого болида EN171101 «Турьи Реметы» в Закарпатье // Міжнар. астрофізична конф. «САММАС-2011» (18-23 вересня, Вінниця). – 2011. – с.22-21.

3. Всехсвятский С.К. Космогония Солнечной системы // Проблемы современной космогонии / Ред. В.А. Амбарцумян. – М.: Наука, 1972. – с. 316-413.

4. Клименко Л.П. Клатраты (гидраты газов) // Наукова думка, Киев, 1989. – 76 с.

MOLECULES IN THE BENEŠOV METEOROID

A.A.Berezhnoy¹ and Borovička J.²

¹ Sternberg Astronomical Institute, Moscow State University,
Universitetskij pr. 13, Moscow, 119991 Russia

² Astronomical Institute, Czech Academy of Sciences, Fričova 298, CZ-25165 Ondřejov,
Czech Republic

The Benešov meteoroid penetrated into the Earth's atmosphere on May 7, 1991. The initial mass of this meteoroid was about 4000 kg [1]. The analysis of atmospheric fragmentation and spectra of this bolide was interpreted as an evidence of the stony nature of the meteoroid.

Bands of diatomic molecules such as CaO, FeO, AlO, and MgO were detected in the spectrum of the cooling radiated cloud at 24 km altitude, while features of molecular bands were not so intensive in the spectra of fireball at 20-24 km altitude and, except FeO, were not found at higher altitudes [2]. Several pieces of Benešov meteorite belonging to different classes (H5, LL3.5, and achondrite) were found in 2011 [3].

Based on quenching theory approach, formation of NO and metal oxides during the entrance of Benešov meteoroid into the Earth's atmosphere was studied in [4].

Identification of FeO, CaO, AlO, and MgO bands was confirmed in Benešov spectra while Al hydroxides, NiO, and TiO optical features were tentatively detected in meteor spectra for the first time [5]. However, precise analysis of Benešov spectra does not confirm the presence of Al hydroxides, NiO, and TiO.

Theoretical spectra of considered diatomic molecules were obtained with usage of PGOPHER program [6]. Molecular constants as well as transition probabilities of AlO and MgO molecules were taken from [7] and [8], respectively.

For theoretical estimation of T_{vib} and T_{rot} values we use AlO 0-0 and 1-1 bands. The quality of even the best MgO 1-1 band is not enough for estimation of T_{vib} and T_{rot} values. For this reason it was adopted that T_{vib} and T_{rot} values are the same for AlO and MgO. Spectra of the cloud and the wake at 25 km are optically thick. For this reason we used for our analysis the wake spectrum, obtained at 39 km. The best agreement between observations and theory occurs at $T_{\text{vib}} = 4\,000\text{ K}$ and $T_{\text{rot}} \leq 3\,000\text{ K}$. We can estimate just upper limit of the T_{rot} value due to insufficient spectral resolution of obtained spectra for exact estimation of the rotational temperature.

The most prominent broad bands in the Benešov cloud spectrum in the red region (with maxima at 560, 565, 590, and 620 nm) are identified as features of FeO orange system, weaker CaO broad bands are identified at 553 and 615 nm. Due to significant difference between Benešov spectra and experimental spectra of CaO and FeO molecules ([9] and [10], respectively), additional identification of weaker molecular bands of other species at 550 – 650 nm wavelength range seems to be difficult.

Obtained dependence of the intensity of molecular bands as a function of altitude is explained by the increase of the evaporation efficiency with decreasing altitude leading to the release of FeO into the gas phase from the beginning, MgO at a later stage, and the most refractory AlO and CaO only at the end (see Fig. 8 of [4]). The higher atmospheric density at lower altitudes also favors the formation of oxides from evaporated atoms and thus the increase of molecular radiation toward the end of the fireball.

1. Borovička J., Popova O.P., Nemtchinov I.V., Spurny P., Ceplecha Z., 1998, A&A., 334, 713
2. Borovička J., Spurny P., 1996, Icarus, 121, 484
3. Spurny P., Haloda J., Borovička J., 2012, in Proc. ACM Conf., No. 1667
4. Berezhnoy A.A., Borovička J., 2010, Icarus, 210, 150
5. Berezhnoy A.A., Borovička J., 2014, in Proc. Meteoroids-2013 Conf., 125
6. PGOPHER Site, 2014, June, <http://pgopher.chm.bris.ac.uk/>
7. Saksena, M.D., Deo, M.N., Sunanda, K., Behere, S.H., Londhe, C.T., 2008, J. Mol. Spectr., 247, 47-56
8. Daily, J.W., Dreyer, C., Abbud-Madrid, A., Branch, M.C., 2002, J. Mol. Sp., 214, 111-116
9. Sugita S., Schultz P.H., Hasegawa S., 2003, J. Geophys. Res., vol. 108, Issue E12, pp. 14-1, CiteID 5140
10. West J.B., Broida H.P., 1975, J. Chem. Phys., 62, 2566

**ФОТОМЕТРИЧНІ ТА ПОЗИЦІЙНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ АСТЕРОЇДІВ, ЩО
ЗБЛИЖУЮТЬСЯ З ЗЕМЛЕЮ 2001RZ11 ТА 2002CU11 У СЕРПНІ 2014 РОКУ**

В.В.Василенко, В.М.Решетник, А.О.Сімон

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

E-mail: Vol_odya@ukr.net

В серпні 2014 року нами було проведено ряд спостережень навколоземних астероїдів 2001RZ11 та 2002CU11, коли вони максимально наближались до Землі. Нами отримано декілька кількогадинних серій зображень цих астероїдів в UBVRI фільтрах із значенням сигнал/шум > 5 в усіх зазначених фільтрах. Зважаючи на великий кутовий рух астероїдів час витримки не перевищував 30 секунд. В фільтрі U ми використали подвійне бінування з метою підвищення співвідношення сигнал/шум. Отримані дані дали змогу оцінити положення астероїдів на момент спостереження, зробити припущення щодо їх класу та проаналізувати отримані криві блиску на предмет наявності варіацій, пов'язаних з обертанням астероїдів. Були обраховані координати астероїдів на усі моменти спостережень.

ORBITAL EVOLUTION OF CURRENTLY KNOWN DAMOCLOIDS

²Guliyev R.A., ¹Kovalenko N.S., ¹Kleshchonok V.V., ¹Churyumov K.I.,
¹Ponomarenko V.A.

¹Astronomical observatory of Kyiv National University, Ukraine

²Shamakhy Astrophysical observatory, National Academy of Sciences of Azerbaijan

The orbits of Damocloids were integrated for 1 Gyr forward and backward in time using SWIFTER integrator. These asteroids move along highly inclined orbits (some of them are on retrograde orbits), and have the Tisserand invariant $T_J \leq 2$ (while the Jupiter family comets have $T_J > 2$). Damocloids are believed to be a transitional population between Oort cloud cometary nuclei and the Halley-type comets (those also have the Tisserand parameter $T_J \leq 2$), or inactive nuclei of the Halley-type comets. It is shown that the dynamical lifetime of the Damocloids population is about 10^6 - 10^7 years, wherein objects with less inclined orbits leave the population first. The population of Damocloids retains its high orbital inclinations during the integration time 1 Gyr both into the past and into the future. Results of the simulation for orbital inclinations are discussed.

ORBITAL EVOLUTION OF CURRENTLY KNOWN CENTAURUS

²Guliyev R.A., ¹Kovalenko N.S., ¹Kleshchonok V.V., ¹Churyumov K.I., ¹Ponomarenko V.A.

¹Astronomical observatory of Kyiv National University, Ukraine

²Shamakhy Astrophysical observatory, National Academy of Sciences of Azerbaijan

The orbits of Centaurs were integrated for 1 Gyr forward and backward in time

using SWIFTER integrator. These asteroids move in a space between orbits of Jupiter and Neptune, and have the Tisserand invariant $TJ > 2$. Centaurs are believed to be a transitional population between the Kuiper Belt objects and Jupiter-family comets. Cometary activity was observed in more than a dozen Centaurs. It is shown that the dynamical lifetime of the Centaurs population is about 105.5-106.5 years. Some of Centaurs reached smaller perihelia during the integration both into the past and into the future, what can explain waking up of their cometary activity. Results of the simulation for different orbital parameters are discussed.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ ИЛЬИНЕЦКОЙ АСТРОБЛЕМЫ И ДРЕВНИХ РАЗРАБОТКАХ ЕЁ ЗЮВИТОВ

A.A.Valter¹, V.M.Pavljuk²

¹-Институт прикладной физики НАН Украины;

²-Правобережная геологическая экспедиция

1.Изучение керна, пробуренных в 2010 году в центральной части Ильинецкой астроблемы двух скважин глубиной 140,3 м и 120 м, позволяет внести коррективы в представления о геологическом строении астроблемы и процессе её образования.

Вскрытые бурением алевролиты обнаруживают интенсивное брекчирование и деформации, сходные с ударными (рисунок). Многочисленные заключённые в них обломки гранитоидных пород часто имеют следы вертикального перемещения их в пластичной глинистой массе. Это позволяет допустить интерпретацию «слоя» алевролита как большого фрагмента перемещенных пород мишени при косом ударе.

Рассматриваются вероятные уточнения процесса образования Ильинецкой астроблемы.



Скол керна алевролита по оси скважины 9Д, глубина 77 м.

2. На время-пролётном ускорительном масс-спектрометре Института ядерных исследований АН Венгрии был определён возраст, найденной в 1973 году на обнажении древней разработки зювитов восточнее с. Луговое, заготовки изделия из рога северного оленя (*Rangifer tarandus* L.): (882 ± 33) лет, что подтверждает возможность её происхождения из древнерусского г. Воин (XI-XIII век), погребённого ныне под водами Кременчугского водохранилища, где по археологическим данным было развито производство таких изделий, и расширяет представления об экономических связях того времени.



Заготовка изделия из рога северного оленя

КОМЕТА 2014 І МАРС : ПРАВДА І МІФ

В.А. Воловодівська

Інститут історії, етнології і права

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла

Коцюбинського, Україна

Як ми знаємо, у всьому космічному просторі найзагадковішими і найнезвичайнішими тілами є комети. Комети з'являються з периферії сонячної системи і їхні орбіти постійно змінюються під впливом гравітації основних планет. Внаслідок цього деякі з комет переходять на близько-сонячні орбіти і Сонце знищує їх коли вони наближаються до нього, інші комети назавжди залишають Сонячну систему.

Яскрава комета — одне з найцікавіших космічних явищ і завжди привертає увагу публіки. Вважається, що комети походять із Хмари Оорт [1], яка знаходиться на великій відстані від Сонця і складається із "сміття", що залишилось після конденсації сонячної туманності. Зовнішні краї цієї хмари достатньо холодні для того, щоб вода існувала там у твердому (а не газоподібному) стані.

Отож, хотілося б поговорити про найближчу по часу до нас комету - C/2013 A1 або Макноту [2]. Щоб краще її побачити, можна використати фото, яке зробив астрофотограф Даміан Піч, коли вона пролітала поблизу прекрасної галактики Кільце. Фотографія була зроблена в суботу, 2 серпня 2014 року. Минулого року, 3 січня 2013 року Робертом Макнотом була виявлена комета, яка пролетить поряд із Марсом в жовтні 2014 року. Зближення належить настільки тісне, що заговорили про реальність зіткнення. Постараємося розібратися, наскільки це реально і чим загрожує комета Марсу.

В принципі, ніхто не стверджує, що комета впаде. Більш того, всі розрахунки говорять про те, що, виходячи з нинішньої траєкторії, падіння не відбудеться. Але NASA оцінює ймовірність падіння 1:600, а це дуже високий ризик за космічними мірками. Чому ж падіння можливо? Уявімо схематично ситуацію, коли комета наближається до Марса на максимально близьку з розрахованого відстань: 37 тис км. [3].

Тут відображені пропорційні розміри Марса і відстані до комети. Окреслений радіус - це небезпечна зона, куди може відхилитися комета під дією різних факторів. А відхилитися вона може в будь-якому напрямку. І якщо співвіднести масштаби Марса і радіус можливих траєкторій, то стає зрозуміло, що "потрапити" в нього - не така вже й проста для комети задача. Навіть якщо вона відхилиться в "потрібну" сторону, вона легко може пролетіти до або після невеликої планети. Таким чином ймовірність падіння зберігається, але вона все ще дуже мала.

Однак траєкторія комети така, що Марс неминуче потрапляє під удар хвоста комети [4]. Це обіцяє масований "зоряний дощ", який можливо зможуть спостерігати марсоходи. Ситуація посилюється тонкою атмосферою планети. Високі швидкості, які будуть характерні для кометних частинок, стануть причиною того, що в атмосфері будуть виникати боліди і метеори, і значна частина падаючого сміття таки згорить. Але не виключено, що якась частина уламків долетить і до поверхні.

Метеорити на Марсі продовжують падати і сьогодні, причому кратери виникають зовсім невеликі - до 10 см в діаметрі. Це означає, що навіть дрібні частинки зберігають кінетичну енергію під час падіння і можуть бути потенційно небезпечні для марсоходів. Повністю заховати марсоходи від уламків не вийде, для цього підійшла б печера або грот, але нічого подібного їм на шляху не зустрінеться.

В окремих його ділянках [5] схили досить круті, так що вони зможуть послужити часткової захистом, принаймні від метеоритів, що летять по пологій траєкторії, перпендикулярній руслу. Втім це припущення, складно передбачити, яке рішення приймуть фахівці NASA, можливо вони понадіються на удачу і не будуть ховати марсохід в каньйон або оберуть більш безпечну тактику. Це

залежить від того, яке положення комета займатиме відносно поверхні Марса і по якому напрямку піде метеорний потік від комети.

Якщо припустити, що комета все ж впаде – то по-перше, відразу треба сказати, що Марс не розвалиться від удару. На своєму житті він переживав куди більш потужні удари. Наприклад кратер Аргир - діаметром 1100 км, Еллада - 2500 км, а комета Макнота залишить кратер діаметром 500 км та й то, якщо виправдаються найсміливіші прогнози її розміру. Про те, що удар вплине на клімат планети, заговорили майже одразу, але в який бік будуть ці зміни, сказати складно.

Немає підстав сподіватися на те, що удар комети-яким чином вплине на поведінку марсіанського ядра. Дослідження групи вчених університету Каліфорнії показали, що серія потужних ударів здатна зупинити обертання ядра планети. А інші дослідники провели розрахунки, що дозволяють припускати, що причиною обертання ядра Марса і марсіанського магнітного поля був масивний супутник на орбіті Марса. Тобто від комети було б більше користі, якби вона зупинилася на орбіті Марса і стала його третьою природним супутником, але при її швидкості і траєкторії такий результат виключений.

Так само не доводиться чекати, що комета якимось чином вплине на марсіанський вулканізм [6]. Вулкани на Марсі формувалися над т.зв. "гарячими точками" - струменями гарячої речовини, які били від самого ядра планети до поверхні. Зараз немає ніяких підстав вважати, що хоча б одна з таких точок активна, тому навіть сильна струс поверхні не змінить протягом глибинних процесів.

Також слід згадати про те, який вплив це зіткнення надасть Землі. Якщо комета і справді зіткнеться з Марсом, то її частинки розлетяться в різні сторони галактики, тобто за межі орбіти Марса. Після зіткнення в липні 2015 року Земля пройде по орбіті до місця, яке межує з паралельною точкою супутника Марса. Тобто у цьому випадку, Землю будуть, так би мовити, бомбити, уламки комети. Можливо, що комета не зруйнує супутник Марса, але удар змістить її і вона полетить в непередбачуваний бік.

Висновок: Підводячи підсумки, визнаю, що ймовірність падіння комети вкрай мала. Наслідки такого падіння були б скоріше негативні, ніж позитивні і для дослідницьких апаратів, і для самої планети. Навіть якби клімат і покращився, наблизившись до земного, то я думаю, що небагато хто з землян погодився б переїхати на планету, куди періодично падають 50-кілометрові комети? З іншого боку, поява комети - благо, тому, що її проліт повз Марса або навіть падіння на нього принесе нові знання. Новий супутник MAVEN, який прибув на орбіту Марса за півроку до комети, вивчає хімічну будову її хвоста і визначить, який вплив він матиме на атмосферу планети. А нам залишається тільки чекати це цієї унікальної космічної події і стежити за змінами траєкторії прольоту комети Макнота поблизу Червоної Планети.

Список використаних джерел:

1. Комета C/2013 A1 – NASA коментує. Оф.сайт : <http://mars.nasa.gov/comets/sidingspring/>
2. Астрономічна обсерваторія: ЦКПВ - Близькі контакти з внутрішніх планет. Комета Макнота : Вся правда про реальність зіткнення з Марсом. <http://www.brera.mi.astro.it/sormano/ceip.html>
3. Новости астрономии и космонавтики. <http://kosmos-x.net.ru/>
4. Комета Макнота : плюс или минус? <http://www.vesti.ru/>

MATHEMATICAL MODELS FOR THE PROBLEM OF ESTIMATING THE IMPACT PROBABILITY OF NEAR-EARTH OBJECTS

A.E.Derevyanka
Samara State Technical University
AndrDerev@gmail.com

A close encounter with Earth can cause significant change in asteroid trajectory that, in turn, can lead to a collision. As the orbital elements are observed with certain errors, it is important to assess their role in the value of the probability of an asteroid collision, and to assess the probability of a collision itself. In this the use of two mathematical models to estimate the probability of asteroids colliding with the Earth (2011 AG5 and 99942 Apophis) was examined. The probability of a collision was estimated using two methods: the Monte Carlo method and the one based on the definition of geometric probability. The idea of the second method can be explained as follows: for each asteroid the orbital elements, affecting the value of the close approach were detected. Then, by varying these elements within the confidence intervals, the regions containing the values that lead to a collision were defined. The impact probability was estimated as the ratio between the areas containing item sets leading to a collision and the confidence regions of the orbital elements that affect the distance of the close approach. Sets of orbital elements were generated assuming the orbital elements are dependent normally distributed random values. The mean values of orbital elements were taken from the observational data (presented on <http://smallbodies.ru/>), and covariance matrixes were taken from the NASA Jet Propulsion Laboratory website. Collision probabilities and estimated dates obtained in this paper ($1.67 \cdot 10^{-4}$ on 03.04.2037 for 99942 Apophis and $0.91 \cdot 10^{-4}$ on 05.02.2040 for 2011 AG5) are consistent with other studies.

ВИЗУАЛЬНО-ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ КОМЕТ ХОЛМСА И МАКНОТА

Ю.В. Дубровский

Институт эволюционной экологии НАН Украины, Киев

Наблюдения кометы Холмса проводились в вечернее время, а Макнота – в предрассветные часы. Для оценки блеска в обоих случаях применялась комбинация методов Бахарева-Бобровникова-Всехсвятского и Волохова-Бейера, предусматривающая уточнение предварительно полученных данных дальнейшей расфокусировкой изображений до их исчезновения. Величины звёзд сравнения взяты из каталога SAO. Результаты наблюдений приведены в таблицах:

Comet 17 P / Holmes:

Date (UT)	MM	MAG	RF	AP	T	F/	PWP	COMA	DC	OBS
2007 11 19.83	B	3.6	TI	5	R	-	7	30	4	DUB01
2007 11 26.81	B	3.9	TI	5	R	-	7	35	4	DUB01
2008 01 01.68	B	4.9	TI	6	R	-	20	65	3	DUB01
2008 01 02.89	B	5.0	TI	6	R	-	20	66	3	DUB01
2008 01 05.77	B	5.2	TI	6	R	-	20	70	3	DUB01
2008 01 12.88	B	5.5	TI	6	R	-	20	83	2	DUB01

Comet C / 2009 R1 – Mc Naught:

Date (UT)	MM	MAG	RF	AP	T	F/	PWP	COMA	DC	OBS
2010 06 10.97	B	6.3	B	7	R	-	15	6	7	DUB01
2010 06 11.96	B	6.1	B	7	R	-	15	6	7	DUB01
2010 06 12.96	B	5.9	B	7	R	-	15	6	8	DUB01

**ПРО ЗАКОНОМІРНОСТІ Й СЮРПРИЗИ 24-ГО ЦИКЛУ СОНЯЧНОЇ
АКТИВНОСТІ**

В.М. Єфіменко, В.Г. Лозицький

Астрономічна обсерваторія

Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Київ, Україна

efim@observ.univ.kiev.ua, lozitsky@observ.univ.kiev.ua

Поточний 24-й цикл сонячної активності розпочався у грудні 2008 р. після досить-таки затяжного мінімуму активності між циклами №№ 23 і 24. У вересні

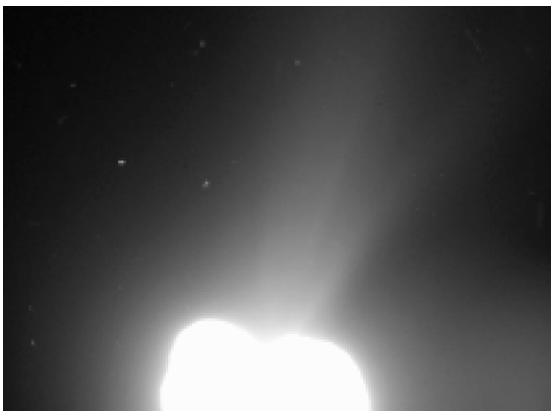
2014 р. спливає 69-й місяць поточного циклу сонячної активності, що для більшості попередніх 23 циклів є вже післямаксимальною фазою. Однак останні згладжені числа Вольфа ($W = 78$) одночасно є й найбільшими за весь цикл, тобто фактично момент максимуму (з необхідним зниженням числа плям після нього) ще не зафіксовано. Яким все-таки має бути цей максимум ?

Для прогнозу максимального числа плям у цьому циклі авторами застосовано модифікований метод Вальдмайера, який пов'язує висоту максимуму циклу з швидкістю наростання активності на фазі росту. Було враховано, що поточний цикл має специфічну особливість – немонотонність фази росту, яка зустрічається лише в 1/3 вивчених циклів. Якщо цим методом співставити цикл № 24 з попередніми подібними циклами (№№ 1, 5, 6, 9, 12, 15 і 16), то можна зробити висновок, що цей цикл буде слабким, з максимальним числом плям $W_{\max}(24) = 73 \pm 10$ у 2014–2015 рр, найімовірніше – у 2014 р. Поточний цикл є аномальним у тому відношенні, що на різних ділянках кривої фази росту він проявляв себе то як слабкий, то як середній цикл. Наразі очевидно, що поточний цикл буде циклом «двогорбим» – з роздвоєною вершиною, причому другий максимум буде вищим за перший. Таких циклів було дуже небагато – лише цикли №№ 12 і 16, так що поточний цикл буде лише третім циклом цього типу (а це близько 12% від усіх 24 циклів). Наразі очевидно, що поступове зниження активності в останніх трьох циклах ($W_{\max} = 159, 121$ і 73 ± 10 у циклах №№ 22, 23 і 24) цілком підтверджує трендовий спад активності у віковому циклі.

НАБЛЮДЕНИЯ ДЖЕТОВ ВО ВРЕМЯ ПЕРВОГО ПОЯВЛЕНИЯ КОМЕТЫ 67P/ЧУРЮМОВА-ГЕРАСИМЕНКО В 1969-1970 ГГ.

К.И. Чурюмов, В.В. Клеццонок, А.М. Мозговая
Киевский Национальный университет имени Тараса Шевченко

Комета 67P/Чурюмова-Герасименко была открыта 22 октября 1969 года Климом Чурюмовым и Светланой Герасименко на 5 фотопластинках, снятых на 0.5 м телескопе Максудова в астрономической обсерватории астрофизического института имени В.Г.Фесенкова АН Казахстана в г. Алма-Аты на Каменском плато. После открытия фотографические наблюдения кометы были продолжены для определения орбиты кометы. Позднее комета 67P многократно наблюдалась другими исследователями. Во многих появлениях кометы были обнаружены джеты, которые представляют собой выброс газа и пыли из активных областей на поверхности ядра. Последние снимки кометы с космического аппарата Розетта в



непосредственной близости от кометы также показывают наличие джетов (рис.1).

Рис.1. Джетовая (струйная) активность кометы 67P/Чурюмова-Герасименко 2 августа 2014. С разрешения ESA / Rosetta / MPS для OSIRIS Team MPS

Изображения джетов были получены 2 августа 2014 года с помощью широкоугольной камерой OSIRIS Розетты с расстояния 550 км. Время экспозиции 330 секунд и ядро кометы передержано, чтобы выявить детали кометной активности. Разрешение изображения составляет 55 метров на пиксель. Четко видно три ярких джета, вытекающих из перегородки, соединяющей две массивные области кометы. Наземные наблюдения структур в околоядерной области кометы 67P позволили Лами со соавторами в 2006 г. установить период вращения ядра, равный 12.4 ± 0.4 часа, и ориентацию оси вращения ядра.

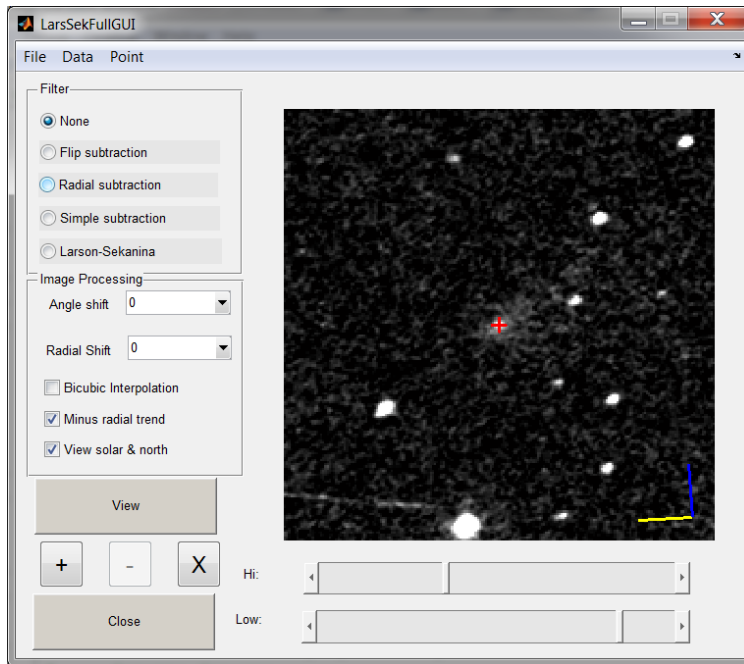
Первые фотографические пластинки с изображениями кометы, которые были получены 1969-1970 гг., были переобработаны с помощью современной методики с целью выявления структур в околоядерной области кометы. Для этого фотопластинки сканировались с помощью сканера Epson Expression 10000XL с разрешением 1200 dpi и разрядностью 16 бит на пиксел в серой шкале. Исходные изображения записаны в файлы в TIFF формате. Масштаб изображения при этом составил $3.7''/\text{пиксел}$. Для обработки использовалась небольшая область изображения в непосредственной близости от кометы. Небесная система координат определялась по изображениям соседних звезд. Для поиска и определения параметров джетов во внутренней коме кометы использовался ряд цифровых фильтров. В качестве цифрового фильтра использовался широко известный фильтр Ларсона-Секанины, которые впервые был применен для обработки изображений кометы Галлея. Использовались также несколько дополнительных фильтров, которые разработаны авторами. В результате было выделено ряд джетов на последовательных фотографиях кометы. Методом наложенных эпох удалось установить, что они соответствуют трем активным областям для периода вращения ядра кометы 12.4 часа.

Комета 67P//Churyumov-Gerasimenko наблюдалась в обсерватории на 0.5 м телескопе Максудова. Фотопластинки сканировались с помощью сканера Epson Expression 10000XL с разрешением 1200 dpi и разрядностью 16 бит на пиксел в серой шкале. Исходные изображения записаны в файлы в TIFF формате. Масштаб изображения при этом составил $3.7''/\text{пиксел}$. Для обработки использовалась небольшая область изображения в непосредственной близости от кометы.

На первом этапе обработки фотоизображений проводился выбор участка изображений с кометой. Далее определялась связь геометрических координат на изображении с небесными координатами. Для этого на изображении вручную

отмечались несколько звезд с известными координатами. Поскольку выбиралась небольшая область вблизи кометы, то для морфологических измерений достаточно было использовать линейную модель связи идеальной и геометрической систем координат. Коэффициенты линейной модели рассчитывались с помощью линейного метода наименьших квадратов.

Далее подготовленная таким образом информация о координатах и фрагмент изображения с кометой в центре передавалась в следующую программу для визуального поиска структурных особенностей в околоядерной области кометы (рис.).



Программа LarSekFullGUI для поиска и измерения структурных особенностей кометной комы.

Программа имеет ряд возможностей (фильтров), которые позволяют визуально отождествить джеты и оболочки в кометной коме.

1. Flip subtraction – фильтр, который помогает определить асимметрию комы по отношению к направлению Солнце-комета. Изображение B_{fs} в этом случае рассчитывается по следующей формуле:

$$B_{fs}(\varphi, \rho) = B(\varphi, \rho) - B(2\pi - \varphi, \rho),$$

где B – исходное изображение, φ – позиционный угол пикселя по отношению к направлению Солнце-комета, ρ – расстояние картинной плоскости относительно ядра кометы.

Такой фильтр в большинстве случаев дает возможность определить направление вращения ядра кометы. Поскольку выброс газа и пыли больше с прогретых участков поверхности, то та часть ядра, которая освещалась дольше, формирует более яркую часть комы.

2. Radial subtraction – фильтр, который убирает, радиальное изменение интенсивности, оставляя азимутальное. Он рассчитывается по следующей формуле

$$B_{rs}(\varphi, \rho) = B(\varphi, \rho) - \bar{B}_\varphi(\rho),$$

где $\bar{B}_\varphi(\rho)$ – среднее значение интенсивности для данного расстояния ρ .

3. Simple subtraction –простой вариант выделения азимутальных и радиальных структур. Формула расчета яркости изображения для этого фильтра:

$$B_{ss}(\varphi, \rho) = B(\varphi + \Delta\varphi, \rho + \Delta\rho) - B(\varphi - \Delta\varphi, \rho - \Delta\rho)$$

4. Larson – Sekanina – фильтр, который впервые введен для анализа изображений кометы Галлея Ларсоном и Секаниной (Larson, S. M.; Sekanina, Z. Coma morphology and dust-emission pattern of periodic Comet Halley. I - High-resolution images taken at Mount Wilson in 1910 // Astronomical Journal, 1984, vol. 89, p. 571-578). Он рассчитывается по формуле:

$$B_{ls}(\varphi, \rho) = 2B(\varphi, \rho) - B(\varphi + \Delta\varphi, \rho - \Delta\rho) - B(\varphi - \Delta\varphi, \rho - \Delta\rho)$$

5. Для двух последних фильтров возможен выбор метода интерполяции для вычисления повернутого изображения. По умолчанию выполняется линейная интерполяция, а при выборе опции «Bicubic Interpolation» бикубическая. Для этих фильтров возможно также предварительное применение фильтра Radial subtraction к изображению для повышения контрастности деталей при выборе опции «Minus radial trend».
6. На изображении можно также отразить положение ядра кометы а также направление на Солнце и Полнос Мира.
7. Можно поменять изображений с помощью кнопок «+» и «-».
8. Измерения объектов на изображении осуществляются вручную, отмечая нужную точку мышкой на изображении. Активизация этого режима происходит при нажатии кнопки «х». При измерении выводятся параметры dx , dy – координаты изображения в пикселах от ядра кометы, расстояние ρ от ядра кометы в км, позиционный угол точки в градусах и угол между направлением продолженного гелиоцентрического радиус-вектора кометы и кометоцентрического радиус-вектора измеряемой точки.

Все изображения, которые получаются после применения фильтров можно точно настроить для лучшего восприятия структурных особенностей с помощью регулировки верхнего и нижнего уровня отображения.

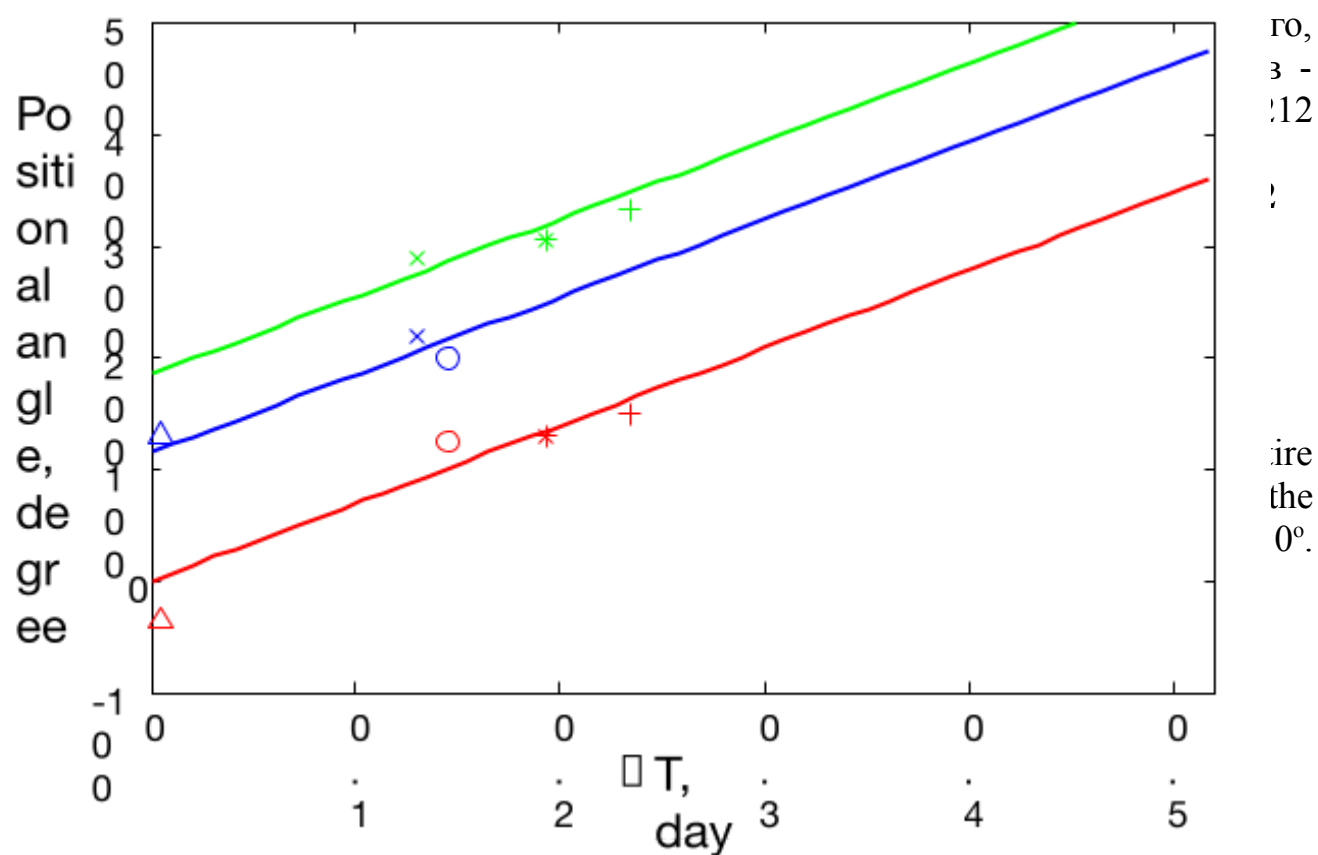
С помощью разных фильтров было выделено несколько джетов, информация о которых приведены в табл. 1

Табл. 1. Данные о выделенных на фотопластинках джетах

№	Момент получения изображения	Позиц.угол, град	Длина, км	Идентифицированный номер джета
1.	1970 февраль 5.9177	150	1.8e+04	1
2.	1970 февраль 5.9177	330	0.8e+04	3
3.	1970 февраль 6.8616	125	2.1e+04	1

4.	1970 февраль 6.8616	200	1.3e+04	2
5.	1970 февраль 7.9428	130	1.4e+04	1
6.	1970 февраль 7.9428	305	3.6e+04	3
7.	1970 февраль 8.9132	220	4.0e+04	2
8.	1970 февраль 8.9132	290	3.6e+04	3
9.	1970 февраль 12.9212	130	3.0e+04	2
10.	1970 февраль 12.9212	325	2.5e+04	1

В интервале 5-13 февраля 1970 на фотоснимках кометы обнаружено 3 джета, которые повторяются на нескольких снимках. Поскольку период наблюдений, который обрабатывался, был мал для анализа был использован известный из последних наблюдений период 12.4 часа (0.517 дня). Для выявленных джетов позиционный угол был экстраполированный на ядро (для расстояния $\rho = 0$ км). Позиционный угол выхода джета из ядра в градусах наносился на график зависимости от величины доли периода вращения в днях. Для наглядности приведены также графики равномерного изменения позиционного угла от доли периода, которые смещены на величину начального угла для каждого из джетов.



Comets Asteroids Meteors Meteorites Astroblemes Craters
VINNYTSIA, September 29 – October 2, 2014

Data	Observer (location)	Time UT	Forms	Max Alt degrees	Brightness	Notes
2012, June 13	Yu. V. Dubrovsky (Kiev, Ukraine)	1940 – 2030	II (Bands), III (Waves)	4°	3	AZI 327 – 11
2012, June 17	Yu. V. Dubrovsky (Kiev, Ukraine)	1900 – 2007	II (Bands), III (Waves)	20°	3	AZI 285 – 5
2014, June 21	Yu. V. Dubrovsky (Kiev, Ukraine)	1940 – 2100	II (Bands), III (Waves)	8°	3	AZI 340 – 42
2014, July 4	Yu. V. Dubrovsky (Kiev, Ukraine)	1920 – 2028	II (Bands), III (Waves)	10°	2	AZI 309 – 12

Explanation:

Data – is the date of the observation;

Observer (location) – the name of the observer and the place of observation;

Time – hour and minutes of the beginning and end of the observation;

Forms – morphological type of the clouds;

Max Alt degrees – height of the upper limit of the clouds above the horizon;

Brightness – brightness of the clouds according to the a five-point scale of V.A. Bronshten;

AZI –left- and right-sides of the azimuth of a group of clouds.

The sky was cloudy for 7 evenings in 2012 and 5 in 2014. Rest of the time there were no clouds over Kiev.

The resulting conclusion is that silver clouds within the period of observation appear over Kiev in the middle of June – first half of July.

POLARIZATION OF MOLECULAR BANDS IN COMETS

N.N. Kiselev

Main Astronomical Observatory, National Academy of Sciences of Ukraine

The spectra of comets are composed of emission lines of atoms, ions, and neutral molecules as well as of a continuum produced by the solar light scattered by dust particles in the coma or tail. Polarimetry of the continuum is a recognized tool for the study of physical properties of dust particles and light scattering mechanisms in comets. Less attention has been paid to polarimetry of cometary molecular emissions. However, the linear and circular polarimetry of molecular bands can be used to clarify the

mechanism of the fluorescence polarization of different emissions and as a diagnostic for the presence or absence of a magnetic field in comets.

We present an overview on the polarimetry of molecular bands OH (3090 Å), CN (3880 Å), C₂(5140 Å), C₃(4060 Å), and NH₂ (6630 Å) as well as the Na D₂ (5890 Å) atomic resonance line observed for different comets. The polarization of molecular bands caused by fluorescence is generally assumed to follow the well-known theoretical dependence, due to Öhman, as a function of the phase angle. A detailed comparison of observational data with the Öhman's expression is presented for all measured molecular bands. All cases of deviations of the polarization plane from the perpendicular to the scattering plane as well as deviations of the degree of polarization from the theoretical dependence are discussed in the framework of the contravention of the fluorescence mechanism. A new representation of the phase-angle dependence of the fluorescence polarization is discussed.

DIAGNOSTICS OF LOCAL MAGNETIC FIELDS IN PROMINENCES

V.G.Loizitsky, O.O.Botygina

*Astronomical observatory of Taras Shevchenko National University of Kyiv
Kyiv, Ukraine, loizitsky@observ.univ.kiev.ua , botygina86@gmail.com*

Ten active and quiet prominences were investigated (Loizitsky & Botygina, 2011, 2012, 2013, 2014). It was shown that

- a) In majority of cases the weak field approximation is unacceptable for observed $I \pm V$ profiles of H α and D₃. In particular, so called “V-effect” or local extremums of bisector splitting are observed often;
- b) Simple direct estimations of local magnetic fields using parameter $B_{0,9}$ shown that $B_{0,9} \geq 1$ kG in about 30% of active prominences and in 5-10% of quiet prominences;
- c) The interpretation in a frame of two-component model with strong and weak magnetic fields components shown that true local magnetic field strengths in spatially unresolved structures of prominences can be 4-5 times more than parameter $B_{0,9}$ which was proposed earlier for a simple low empirical estimation of local magnetic field in prominences.
- d) The strongest magnetic fields were found in active prominence of 24 July 1999 where parameter $B_{0,9}$ reached 6 kG, whereas local field according to modelling – nearly 25-30 kG. In places of presence of such extremely strong fields, the H α line profiles are 5 times narrower than obtained from direct observations.

ABOUT THE AREAS OF SUNSPOT GROUPS ACCORDING TO CATALOGUES OF SUN SERVICE IN 1942-1952

N.I. Lozitska, V.M. Efimenko
Astronomical Observatory of the Taras Shevchenko National University of Kyiv

Researches carried out by R.Gnevysheva and T. Baranyi with co-authors revealed exceeding of mean values of the sunspot groups areas of the Pulkovo data catalogue over the areas of the Greenwich data. In our paper there were compared the averages and the maximum areas of sunspots groups in 1942-1951 according to catalogues of observations at the Kiev, Pulkovo and Greenwich observatories. Till 1942 the Kiev observatory were defining only quantity of solar spots and groups. Calculation of the areas of groups in the Kiev observatory has begun in 1942, but these results only are partially included in SD. Use of the Kiev data during the period to 1952 for correction of the areas of SD groups is actual, especially since the source of reliable data – the Kislovodsk mountain station, began observations only in 1953.

We found that average and the maximum annual areas of groups of the Kiev Data (KD) are 4% less, than according to RGO, and of SD is respectively 14% larger. Difference of CD and SD from RGO for separate giant groups is considerable: the Kiev data contain areas which are 13% underestimated, and SD – 15% uprated. First of all, there was made recalculation of the areas of four greatest groups of the catalogue KD as it contains all values necessary for this purpose. As a result the difference decreased only by 1%, it doesn't exceed standard error. Obviously, a basic reason of difference – the errors of outline determination of giant groups in the Kiev observatory that led to underestimation of their sizes. The correct check of values of the areas of SD it is impossible as there are not all primary data for recalculation.

On KD and RGO we only statistically revealed possible errors of determination of the areas of the greatest groups in SD. Some of them can be explained by include of primary data measurements of the areas in the millionth parts of the disk (mpd) S_d in the directory where, according to the description, the areas in millionth parts of a hemisphere (mph) S_p are provided only. After their recalculation exceeding of the areas of the greatest groups of spots of SD decreased to 5%. For five greatest groups the 9-day average areas according to three catalogues are found: The greatest group of solar spots in April, 1947 had the average area 5500 ± 400 mph, group in February, 1946 – 5000 ± 300 mph and group in March, 1947 – 4100 ± 100 mph. Two more groups in July 1946 and in May, 1951 had the average area 4000 ± 200 mph. Any other decade of the period of telescopic measurements isn't provided with such big sunspot groups.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ СПЕКТРАЛЬНИХ ЛІНІЙ В СПЕКТРІ МЕТЕОРА 2-3 СЕРПНЯ 2011 РОКУ

Мозгова А. М.¹, Боровічка І.², Чурюмов К.І.¹

¹Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

² Астрономічна обсерваторія Астрономічного інституту Академії наук Чеської Республіки, Онджейов, Чеська Республіка

Виявлено, що середній проміжок часу між двома проникненнями космічних частинок масами 10^{-2} г в атмосферу нашої планети становить $7,2 \cdot 10^{-3}$ с. Це приблизно 140 частинок за секунду. Тобто відбувається постійна взаємодія метеорної речовини з атмосферою Землі. Завдяки цьому ми маємо можливість досліджувати структуру, визначати фізичні параметри та вивчати хімічний склад міжпланетної матерії.

Основним методом дослідження хімічного складу метеорних тіл є спектроскопія. Вона є також інструментом для вивчення деталей абляції метеороїдів та їх взаємодії з земною атмосферою. Однак отримати предмет для подальших досліджень, а саме – спектр метеора, не просто, оскільки місце появи явища на небі завжди залишається не відомим.

Кожний метеорний спектр має велику наукову цінність, так як, обробляючи його, можна отримати інформацію про хімічний склад космічного тіла, що вторглося в атмосферу Землі, та про природу світіння його речовини.

У роботі представлені результати обробки спектра метеора, отриманого у ніч з 2 на 3 серпня 2011 року. Спостереження проводилися на спостережувальній станції в містечку Онджейов Астрономічної обсерваторії Астрономічного інституту Академії наук Чеської Республіки. Координати місця, над яким спостерігався метеор: $\lambda_{\text{пд}}=15^{\circ},76993$, $\phi_{\text{пн}}=49^{\circ},38140$ (початок явища), $\lambda_{\text{пд}}=15^{\circ},61661$, $\phi_{\text{пн}}=49^{\circ},13797$ (кінець явища). Висота появи $h=115,712$ км, кінцева висота $h=80,628$ км. Середня швидкість польоту – 48 км/с. Метеор належав до потоку Персеїд.

Спектр отримано за допомогою камери Tessar (1:4,5; $f=360$ mm), оснащеної дифракційною ґраткою 600 штр./мм. Початок експозиції – 20:10:06 UT 2011-08-02, кінець експозиції – 2:00:26 UT 2011-08-03. Зображення отримане на пластиці розміром 24×18 см з використанням емульсії FOMAPAN 200. Зафіксовано перший та другий спектральні порядки. Побудовано спектральну характеристику фотоматеріалу.

Обробку цифрового фотознімку здійснено на основі алгоритму і програмного забезпечення, розробленого спеціально для досліджень фотографічних спектрів метеорів головним науковим співробітником відділу міжпланетної матерії Астрономічної обсерваторії Академії наук Чеської Республіки доктором Ірші Боровічкою.

Проведено детальну ідентифікацію спектральних ліній в спектрі метеора. До розгляду взято найяскравішу частину першого спектрального порядку – під час спалаху, що відбувся на висоті $h=83,5\text{--}84,5$ км. Результати ідентифікації

представлено у вигляді таблиці, що містить 107 спектральних ліній, ідентифікованих на спектрограмі. Для кожної лінії визначено інтенсивність у відносних одиницях та з урахуванням спектральної чутливості фотоматеріалу. Для найяскравіших ліній побудовано криві блиску.

ЗНАЧЕНИЕ АСТРОНОМИЧЕСКИХ КРУЖКОВ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ВОСПИТАНИИ И РАЗВИТИИ ЛИЧНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ.

Перов Н. И., Колесников Д.В., Тихомирова Е. Н.
ГАУК ЯО «Центр имени В. В. Терешковой», Ярославль, Россия.

Общеизвестно, что будущее страны определяется за школьной партой. Развитая сеть астрономических кружков по всей стране является тем инструментом, который может направить от всего потока молодых людей ищущих свое призвание «ручеек» по которому будет осуществляться регулярный приток молодых специалистов в космическую отрасль страны. В данном докладе представлена работа астрономического кружка Ярославского культурного просветительского центра им. Терешковой

Цели и задачи дисциплины:

Цель: Подготовить кружковцев к творческому решению профессиональных задач, связанных: с обучением и воспитанием учащихся с учётом специфики преподаваемого предмета в основной и средней общеобразовательной школе; с использованием разнообразных приемов, методов и средства обучения; с реализацией разнообразных образовательных программ; с обеспечением уровня подготовки учащихся, соответствующего требованиям государственного образовательного стандарта.

Задачи: состоят в формировании у кружковцев готовности к осуществлению профессиональной деятельности, связанной:

- с освоением основ формирования астрономических понятий (научно-методический анализ формирования понятий по всему курсу и его отдельным разделам),
- с освоением наблюдательных основ астрономии (установление взаимодействия различных видов астрономических наблюдений),
- со сформированными умениями в использовании аудиовизуальных, информационных и коммуникационных технологий и инновационных технических средств обучения;
- с овладением рациональными способами учета и систематизации знаний, приемами обобщения знаний и с формированием умений, навыков и способов умственных действий;
- с организацией научно-исследовательской работы учащихся по астрономии.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие следующих основных общекультурных и специальных компетенций:

1. Владеть культурой мышления, воспринимать, обобщать, анализировать информацию, ставить цель и выбирать пути ее достижения;
2. Способность анализировать мировоззренческие, социально и лично значимые астрономические проблемы;
3. Способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности.

РЕЗУЛЬТАТЫ ФОТОМЕТРИИ ИЗБРАННЫХ АСТЕРОИДОВ НА ТЕЛЕСКОПЕ РТТ-150

А.В.Помазан, Н.В.Майгурова

¹ Научно-исследовательский институт “Николаевская астрономическая
обсерватория”

В рамках сотрудничества между Николаевской астрономической обсерваторией (Украина), Национальной обсерваторией ТЮБИТАК (Турция) и Казанским федеральным университетом (Россия) обработан массив наблюдений 2004-2013 гг. на Российско-турецком телескопе ($D=1.5$ m, $F=11.6$ m). Всего получено около 14 тысяч точных положений 236 астероидов в системе ICRS. Среднеквадратическая ошибка одного положения (СКО) астероида составила менее 100 mas по обеим координатам для интервала 10.4-19.8 звездных величин. Наблюдения выполнялись в фильтрах BVR близких к стандартным полосам пропускания системы Джонсона-Казинса. Кроме кадров с объектами в течение ночи были получены и служебные кадры смещения, темнового тока и плоского поля, что сделало возможным исследование фотометрических параметров ряда астероидов. Для всех астероидов получены дифференциальные оценки блеска в используемых фильтрах. Для ряда объектов, которые имеют продолжительные по времени (более 1 часа) и многочисленные по числу (не менее 50) ПЗС-кадров в серии были построены кривые изменения блеска.

НАБЛЮДЕНИЯ ПОКРЫТИЙ ДВОЙНЫХ ЗВЕЗД ЛУНОЙ В 2014 Г. ТЕЛЕВИЗИОННЫМ МЕТОДОМ.

В.В. Клецонок, Н.И. Буромский, В.Й. Мазур
Киевский Национальный университет имени Тараса Шевченко

Приведены результаты телевизионных наблюдений покрытий двойных и кратных звезд Луной в Астрономической обсерватории Киевского национального университета имени Тараса Шевченко в 2014 г. Описывается методика наблюдений и обработка видеозаписей покрытий. Особое внимание обращается на подсистему регистрации точных моментов времени. Необходимая временная точность обеспечивается двумя программами, разработанными авторами. Первая позволяет записывать время каждого кадра по системному времени компьютера. Вторая, которая работает независимо от первой, позволяет записывать протокол различий системного и всемирного времени в фоновом режиме. Совместная обработка двух протоколов позволяет получать абсолютную привязку по времени с точностью 20 мс. Отмечено, что за период около года данная система позволила наблюдать около 400 покрытий звезд Луной. Наибольшую информацию дают наблюдения двойных и кратных звезд. В работе описаны несколько интересных покрытий кратных звезд. 1. Покрытие тройной звезды ZC787 8 марта 2014 г. Зарегистрированы все три компонента с проекцией расстояния на направление движения Луны: 2.78 и 0.58-0.62" и соотношения яркости компонент $I_1 / I_2 / I_3 = 1:0.38:0.98$. Здесь и далее нумерация компонент дается по порядку покрытия Луной. Имеются основания подозревать с вероятностью 0.9 наличие неизвестного компонента с расстоянием 0.04" от третьей компонента. В случае реальности четвертой компоненты $I_1 / I_2 / I_3 / I_4 = 1:0.38:0.36:0.62$. 2. Покрытие двойной звезды ZC 944 9 марта 2014 г. Зафиксированы две компоненты с проекцией расстояния на направление движения Луны 0.42". Отношения яркости компонент $I_1/I_2 = 0.55 \pm 0.19$. 3. Покрытие двойной звезды X 87071(A), ZC 975(B) 3 мая 2014 г. Это явление уникально тем, что удалось зарегистрировать касательное покрытие с несколькими падениями блеска при покрытии одной из компонент. Также удалось зафиксировать четкую дифракционную картинку при покрытии второго компонента. 4. Покрытие звезды SAO 95645 03 мая 2014 г. По эфемериде – это двойная звезда с удобными для наблюдения расположением компонент и позиционным углом покрытия. Однако, фотометрическая кривая покрытия не показывает двойственности. Это свидетельствует либо об ошибочности сведений об ее двойственности, либо об существенно другом расположении компонент.

САМООРГАНІЗАЦІЯ ТУРБУЛЕНТНИХ СТРУКТУР В ПРИРОДІ І НА СОНЦІ

В.Н.Криводубський

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна

krivod1@observ.univ.kiev.ua

Зроблено огляд явищ самоорганізації макроскопічних структур в природі, зумовлених негативною турбулентною в'язкістю, сутність якої полягає в передачі енергії спіральних турбулентних рухів від малих масштабів до великих (т.з. зворотній каскад енергії). Оскільки спіральність – абсолютно природна властивість турбулентності в ротаційних тілах в полі гравітації, то в природі досить часто повинні зустрічатися випадки явищ негативної в'язкості в астрофізичних, фізичних, хімічних і біологічних системах [1]. Макроскопічна поведінка цих систем описується декількома керуючими параметрами. При досягненні певного критичного значення якогось із керуючих параметрів (пов'язаного з надходженням енергії або речовини) система може спонтанно переходити у новий упорядкований стан (перехід до сильної нерівноваги). Щоб підкреслити роль колективних ефектів у процесах самоорганізації Хакен [2] назвав цей новий напрямок *синергетикою*. В рамках цієї концепції, перехід від ламінарної течії до турбулентної розглядається як перехід до надзвичайно складного, але більш впорядкованого руху. З явищами самоорганізації, пов'язаної з негативною турбулентною в'язкістю, дослідники стикаються при вивченні багатьох навколишніх природних течій рідини в різноманітних системах, що відрізняються як складом і фізичною структурою середовища, так і фізичними процесами в них. Статистичні ефекти аномальної (негативної) в'язкості були виявлені перш за все в атмосфері Землі (смерчі, тайфуни, торнадо, тропічні циклони, пасати і антипасати, циклони та антициклони, полярні саява) і в поведінці земного океану (виникнення поверхневих хвиль, що призводять до теплих течій типу Гольфстрім, Ель-Ніньо, чорна Японська течія Куросіо і до холодної течії ЛаНіньо). Важлива роль ефектів негативної в'язкості і спіральності була також встановлена в процесах самоорганізації в конвективних шарах і атмосфері Сонця (утворення комірок Бенара і збудження диференційного обертання, сонячні плями і біполярні групи плям, активні області та комплекси активності, магнітовихрові кільця в корональних викидах маси і сонячному вітрі). Потім виявилось, що відзначені ефекти відіграють істотну роль у виникненні і еволюції Сонячної системи, зокрема, при вивченні виникнення планетних кілець. Згодом була доведена важливість цих ефектів при дослідженні диференційного обертання атмосфер Юпітера, Сатурна і Венери (зокрема, смугаста структура в атмосферах великих планет), зірок, галактик і систем, більших за галактики. Реалізація інверсного каскаду кінетичної енергії, що приводить до спіральної негативної турбулентної в'язкості, була продемонстрована на прикладі реконструкції еволюції турбулентності протопланетної сонячної хмари (див. цикл робіт Колесніченка і Марова [2002-2009 рр.], присвячених синергетичному підходу до структуризації космічної речовини).

Далі ми проаналізували роль негативної турбулентної дифузії в формуванні дискретних магнітних полів у фотосферних і підфотосферних шарах Сонця.

Спостереження засвідчують дивну властивість поверхневих магнітних полів на Сонці, які мають тенденцію проявлятися у вигляді широко рознесених дискретних магнітних силових трубок (МСТ) однакової полярності. Необхідно зрозуміти, як можуть виникати на Сонці уніполярні магнітні структури незважаючи на взаємне відштовхування полів однієї полярності. Загальноприйнято вважати, що спостережувані на сонячній поверхні ізольовані МСТ є результатом магнітного спливання з сонячних глибин на поверхню сильних полів. Тому необхідно дослідити фізичні процеси в глибоких сонячних шарах, що приводять до дискретної структури магнітних полів на Сонці. У зв'язку з цим розглянуто ефект спіральної негативної турбулентної дифузії, який виникає в сильно завихреній турбулентній високопровідній рідині, що знаходиться в неоднорідному великомасштабному магнітному полі $\mathbf{B}$. В результаті комп'ютерного моделювання Крейчнан [3] показав, що спіральні рухи в ротаційній турбулентності сприяють виникненню інверсного каскаду перенесення енергії від дрібномасштабних до великомасштабних пульсацій. Важливою характеристикою нового явища служить час існування T_2 усереднених спіральних вихорів $\propto \mathbf{u} \cdot \text{rot} \mathbf{u} \star$ ($\mathbf{u}$ – швидкість турбулентних пульсацій). Кожен такий вихор з великою власною спіральністю Крейчнаном моделювався дрейфуючим циклоном з параметрами конвективних комірок l і u (l – характерний масштаб турбулентних пульсацій з швидкістю $u = \propto \mathbf{u}^2 \star^{1/2}$). При цьому дуже важливим було те, щоб окремі вихори існували впродовж часу T_2 , більшого характерного часу життя $T_1 \approx l/u$ самих комірок. Крейчнану вдалося змоделювати відмінну від нуля усереднену величину квадрата параметра спіральності $\propto \alpha^2 \star$. Для зростання локального магнітного поля необхідно, щоб час підтримання T_2 стійкої спіральності турбулентних пульсацій перевищував в два-три рази час кореляції T_1 турбулентного поля швидкостей u . Це значить, що зміна спіральності має бути повільною у порівнянні з кореляційним часом існування комірок T_1 . Іншими словами, кожен вихор повинен володіти сильною власною спіральністю впродовж тривалого часу T_2 , щоб за час підтримки спіральності рідина в замагніченій комірці встигла описати великий кут повороту (хоча $\sim \pi$). Якщо виконується умова $\propto \alpha^2 \star \neq 0$ впродовж тривалого часу, то стійка турбулентна спіральність має дивовижну властивість «стягувати» присутні магнітні поля, а не розсіювати їх. Крейчнан [3] назвав це явище маломасштабним α^2 ефектом. Явище нагадує маломасштабне динамо в тому сенсі, що воно збільшує енергію і впорядковує магнітне поле (самоорганізація замагніченої турбулентної плазми). Іншими словами, маломасштабний α^2 ефект викликає концентрацію векторного магнітного поля в ізольовані дискретні структури (самоорганізація щодо слабого початкового неперервного магнітного поля). Крейчнан проводив дослідження для поля швидкостей при помірних і великих числах Рейнольдса, коли виконується умова $T_1 \approx T_0$ (T_0 – час циркуляції речовини в конвективній комірці), тобто, коли за час існування комірки циркуляція речовини в ній робить

повний оберт. Оскільки згідно з нашими розрахунками [4] числа Рейнольдса в СКЗ досягають великих значень (порядку 10^{13}), ми вважаємо правомірним застосувати результати числових експериментів Крейчнана (що відповідають умовам $T_2 > T_1$, $T_1 \approx T_0$) для вивчення турбулентних процесів на Сонці.

Виконані нами розрахунки для двох моделей сонячної конвективної зони [5, 6] показали, що в глибинних шарах Сонця (де число Коріоліса значно більше одиниці) конвективні комірки можуть закручуватися на досить великі кути, необхідні для вагатого негативного внеску спіральної турбулентності в сумарну турбулентну дифузію магнітного поля $\eta_T^* = \eta_T + \eta_T^\alpha \approx (1/3) T_1 u^2 - T_2 \propto \alpha^2$ (тут $\eta_T \approx (1/3) T_1 u^2$ – коефіцієнт звичайної гідродинамічної турбулентної дифузії; $\eta_T^\alpha \approx -T_2 \propto \alpha^2$ – коефіцієнт спіральної негативної магнітної турбулентної дифузії). Тому маломасштабний α^2 ефект поблизу дна СКЗ сприяє створенню сприятливих умов для збудження негативної спіральної турбулентної магнітної дифузії. У припущенні, що час існування спіральних структур T_2 збігається за величиною з часом життя конвективних комірок T_1 , розраховані нами значення коефіцієнта спіральної негативної магнітної турбулентної дифузії $\eta_T^\alpha \approx (47) \cdot 10^{12} \text{ см}^2/\text{с}$ досягають двох третіх величини коефіцієнта позитивної турбулентної дифузії $\eta_T \approx (6-9) \cdot 10^{12} \text{ см}^2/\text{с}$ (тобто $\eta_T^\alpha \approx 0,7 \eta_T$). Це свідчить, що спіральна турбулентність в глибоких шарах Сонця значною мірою сприяє самоорганізації первісно слабких неперервних магнітних полів в тонкі ізольовані магнітні силові трубки.

1. *Starr B.* Физика явлений с отрицательной вязкостью. М.: Мир. – 1971. – 264 с.
2. *Haken H.* Advanced Synergetics. Berlin - Heidelberg - New York - Tokyo: Springer-Verlag. – 1983. – 356 p.
3. *Kraichnan R.H.* // J. Fluid Mech. – 1976, Vol. **75**. – P. 657; 1976, Vol. **77**. – P. 753.
4. *Криводубский В.Н.* // Солн. данные. – 1982. №7. – С.99-109.
5. *Spruit H.C.* A convection zone model// Thesis. Utrecht: Univ. Utrecht. – 1977. – P.17-34.
6. *Stix M.* The Sun. 2nd edition. Berlin: Springer-Verlag. – 2002.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО НАБЛЮДЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ АСТЕРОИДНО-МЕТЕОРНОЙ ОПАСНОСТИ

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

НИИ «Николаевская астрономическая обсерватория», г. Николаев, Украина

Для наблюдения таких объектов, как АСЗ и метеоры, в НИИ НАО был разработан и применяется комбинированный метод наблюдений. Суть метода заключается в обособлении процессов получения изображений опорных звезд и объектов.

Наблюдения АСЗ проводятся с использованием полнокадровой ПЗС-камеры. Для полнокадровых камер комбинированный метод заключается в использовании режима работы ПЗС-камеры time delay and integration и поворотной платформы (устройства, которое поворачивает ПЗС-камеру в направлении движения наблюдаемого объекта). Наблюдения АСЗ проводятся на телескопе КТ-50 ($D=0.5\text{м}$, $F=3.0\text{м}$) мобильного комплекса телескопов МОБИТЕЛ. Телескоп оснащен ПЗС-камерой Apogee Alta U9000 ($3\text{k}\times 3\text{k}$), поле зрения телескопа составляет $0.7^\circ\times 0.7^\circ$.

За 2008-2014 гг. на телескопе КТ-50 комбинированным методом получены наблюдения 219 АСЗ. Получено 4000 положений АСЗ, зависимость (О-С) по прямому восхождению от (О-С) по склонению представлена на рис.1. Комбинированным методом наблюдений был применен для наблюдений: потенциально опасных астероидов (62 объекта), кандидатов в АСЗ (4 объекта), АСЗ диаметром до 140м (12 объектов), АСЗ в условиях низкой солнечной элонгации (менее 45°) (3 объекта).

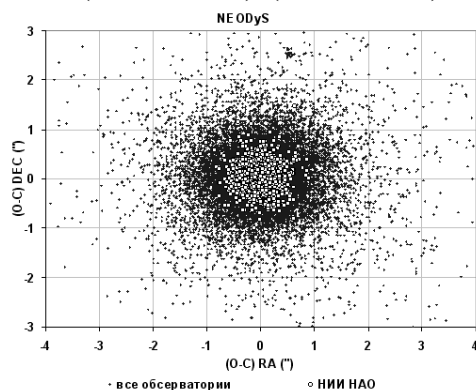


Рис.1 Точность наблюдений АСЗ в НИИ НАО в сравнении с наблюдениями других обсерваторий (по данным сервиса Neodys).

Наблюдения метеоров проводятся с использованием телевизионных ПЗС-камер в автоматическом режиме. Комбинированный метод заключается в записи изображений метеоров и параллельном накоплении кадров с изображением опорных звезд. Наблюдения метеоров проводятся на 6-ти метеорных телескопах ($D=47\text{ мм}$, $F=85\text{ мм}$), телескопы оснащены телевизионными ПЗС-камерами Watec (WAT-LCL902H), поле зрения каждого телескопа составляет $3.2^\circ\times 4.2^\circ$.

С 2011 по август 2014 г. наблюдалось 2662 метеора. С марта 2013 г. проводятся наблюдения метеоров с двух пунктов с базами 5 и 12 км (по август 2014 г. одновременно с двух пунктов наблюдалось 75 метеоров). Погрешность координатных измерений опорных звезд при комбинированном методе наблюдения составила (3-4)". Погрешность определения координат полюсов больших кругов метеорных траекторий по результатам однопунктных наблюдений – (6-7)' по прямому восхождению, (3-4)' по склонению. Средневзвешенная погрешность определения радиантов при наблюдениях с двух пунктов с базой 5 км – 1.5° по прямому восхождению, 2.5° по склонению.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ АСТЕРОИДОВ, СБЛИЖАЮЩИХСЯ С ЗЕМЛЕЙ

Д. Ф. Лупишко,

НИИ астрономии Харьковского национального университета им. В. Н. Каразина,
Украина

Кроме астероидов главного пояса, находящегося между орбитами Марса и Юпитера, существует популяция астероидов на вытянутых и нестабильных орбитах, перигелии которых заходят внутрь орбит планет земной группы. Они сближаются с орбитой Земли, могут пересекать ее и, следовательно, сталкиваться с Землей. Основные отличия астероидов, сближающихся с Землей (АСЗ), от астероидов главного пояса – это их орбиты и относительно малые размеры (от ~ 40 км и меньше).

К настоящему времени обнаружено и каталогизировано свыше 11300 АСЗ, из которых около 1500 – потенциально опасных. В последние два десятилетия эти астероиды стали объектами особого интереса как с точки зрения фундаментальной науки, так и прикладной. С одной стороны, такие вопросы, как источники их происхождения и механизмы доставки на современные орбиты, время жизни на этих орбитах, связь с кометами и метеоритным веществом, образование кратных систем среди АСЗ и др. представляются крайне важными для решения космогонических проблем пояса астероидов и Солнечной системы в целом. С другой стороны, быстро возрастающее число вновь обнаруженных объектов этой популяции и оценки их общего количества в окрестностях земной орбиты очень остро ставят на повестку дня проблему астероидной опасности. Кроме того, в последние годы АСЗ все чаще рассматриваются как потенциальные источники металла и другого минерального сырья в околоземном космическом пространстве, тем самым все больше сдвигая интерес к ним в сторону прикладной науки. Оба эти прикладные аспекта тесно связаны с проблемами глобального выживания человечества и поэтому уже сегодня занимают очень важное место в изучении этих объектов.

В настоящем обзоре подробно рассмотрены такие актуальные вопросы изучения АСЗ, как:

- Особенности физических свойств АСЗ и минералогии их поверхностей.
- Источники происхождения АСЗ.
- Механизмы перевода астероидов на околоземные орбиты. Эффект Ярковского.
- Двойственность среди АСЗ. YORP-эффект.
- АСЗ и проблема астероидно-кометной опасности.

- АСЗ – источники сырьевых ресурсов в околоземном космическом пространстве.

Сближаясь с Землей, эти астероиды предоставляют уникальную возможность наблюдать и изучать индивидуальные объекты Солнечной системы столь малых размеров (до ~ 10 м). Некоторые из них, возможно, представляют собой первичное вещество, сохранившее в себе информацию о наиболее ранних этапах формирования Солнечной системы, в то время как большинство из них являются фрагментами более крупных астероидов главного пояса и тоже предоставляют уникальную возможность изучать недра своих родительских тел. Кроме того, эти астероиды являются наиболее вероятными родительскими телами метеоритов, падающих на Землю и другие планеты земной группы и поэтому их вещество довольно широко представлено в земных лабораторных

АСТЕРОИДНО-КОМЕТНАЯ ОПАСНОСТЬ: СУТЬ И СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Д. Ф. Лупишко

НИИ астрономии Харьковского национального университета
им. В. Н. Каразина, Украина

К настоящему времени открыто и каталогизировано около 11300 астероидов, сближающихся с Землей (АСЗ). Эти объекты представляют особый интерес прежде всего с точки зрения космогонии пояса астероидов и Солнечной системы в целом. В последние два десятилетия весьма актуальными стали также прикладные аспекты изучения АСЗ, которые могут иметь решающее значение для земной цивилизации в будущем. С одной стороны, эти объекты рассматриваются как потенциальные источники металла и другого минерального сырья в околоземном космическом пространстве. А с другой – быстро возрастающее число вновь открытых объектов и оценки их общего количества в окрестностях земной орбиты очень остро ставят проблему возможного столкновения их с Землей.

Опасность столкновения астероидов и комет с Землей существовала всегда, однако осознание в полной мере ее реальности происходит только сейчас. Согласно существующим оценкам число АСЗ с $D \geq 1$ км составляет 1090 ± 180 . Столкновение любого из них с Землей может привести к глобальным изменениям экологии на Земле и поэтому представляет реальную угрозу для всего человечества. Число АСЗ размером $D \geq 100$ м (региональная или локальная катастрофа) оценивается в 200-300 тыс. Проблема состоит в том, что к настоящему времени обнаружено и каталогизировано около 85-90% АСЗ крупнее 1 км в диаметре, всего около 30% астероидов, диаметр которых превышает 140 м, и менее 1% 30-метровых астероидов.

Вероятность столкновения с Землей любого из них пренебрежимо мала, однако в силу большого их числа частота столкновений составляет $10^{-6} \div 10^{-7}$ для тел с $D \geq 1$ км, $10^{-3} \div 10^{-5}$ для тел с $D \geq 100$ м и 10^{-2} для астероидов поперечником в 30 м. Частота столкновений для тел, подобных Тунгусскому (50-60 м), составляет $3 \cdot 10^{-2}$. Знаменитый Аризонский кратер (США) и множество других более крупных и древних кратеров на Земле, Тунгусское событие лета 1908 г., ударные кратеры на Луне, Марсе и его спутниках и даже на малых астероидах – все это следы космических катастроф на нашей планете или вблизи нее. Уникальное событие в июле 1994 г. – столкновение кометы Шумейкера-Леви с Юпитером, которое было предсказано астрономами за год вперед, явилось как бы предупреждением для нас о том, что подобные катастрофы в Солнечной системе – это реальность наших дней. Восприятие абстрактной угрозы столкновения Земли с достаточно крупным космическим телом превратилось в осознание серьезной реальной опасности.

В последнее десятилетие активность научной общественности в решении этой проблемы сильно возросла. Предпринимаются усилия также на уровне национальных ведомств (НАСА, Космические агентства ряда стран), Совета Европы, ряда правительств. В 1998 г. в ответ на директиву Конгресса США НАСА поставило задачу обнаружения и каталогизации за 10 ближайших лет 90% АСЗ крупнее 1 км, которая сейчас успешно завершается в рамках программ Spacewatch, LINEAR, LONEOS, NEAT и др. И, как результат, число обнаруживаемых АСЗ, начиная с 1998 г., резко возросло. С марта 2007 г. НАСА добивается от правительства США выделения средств на новую программу по обнаружению, каталогизации и изучению 90% потенциально опасных АСЗ крупнее 140 м. Ее выполнение должно существенно уменьшить угрозу столкновений АСЗ, способных причинить региональные и локальные катастрофы.

Проблема астероидно-кометной опасности интернациональна по своей природе. Примечательным является то, что нынешний уровень развития науки и технологии позволяет решать задачу защиты Земли от угрозы из космоса. Воспользуется человечество этим шансом или нет – зависит сейчас не столько от ученых, сколько от правительств крупнейших государств.

ЛЮМИНЕСЦЕНТНИЙ КОМЕТНИЙ КОНТИНУУМ В СПЕКТРАХ КОМЕТ 81P/WILD 2, 103P/HARTLEY 2, C/2009 K5 (MCNAUGHT) AND C/2007 N3 (LULIN)

В.О. Пономаренко, К.І. Чурюмов, В.В. Клецонок, О.Р. Баранський
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна
vasiliyponomarenko@gmail.com, klimchur@ukr.net

Представлені результати спостережень і досліджень оптичних спектрів комет 81P/Wild 2, 103P/Hartley 2, C/2009 K5 (McNaught), C/2007 N3 (Lulin) з середньою роздільною здатністю ($\lambda/\Delta\lambda=1500$ та $\lambda/\Delta\lambda=14000$). Спектри були отримані за допомогою ешелє та щільового спектрографів, які були встановлені на 2-м телескоп-рефлектор «Zeiss-2000». Спостереження проводились в 2009-2011 рр. на високогірній астрономічній станції «Терскол» (Кабардино-Балкарія, РФ) Головної Астрономічної Обсерваторії НАН України та Інституту астрономії РАН.

Був виявлений люмінесцентний кометний континуум (несонячного походження) для кожної з представлених комет. Також, визначено параметри люмінесцентного континууму, його особливості для кожного об'єкту та запропоновано найбільш вірогідні речовини-кандидати на роль люмінофорів.

РОЗПОДІЛ ЕНЕРГІЇ ТА ДЕЯКІ ФІЗИЧНІ ПАРАМЕТРИ В СПЕКТРАХ КОМЕТ 103P/HARTLEY 2, C/2009 K5 (MCNAUGHT), C/2009 P1 (GARRADD) І C/2007 N3 (LULIN)

К.І. Чурюмов, В.О. Пономаренко, В.В. Клецонок, І.В. Лук'яник
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна
klimchur@ukr.net, vasiliyponomarenko@gmail.com

Представлені результати спостережень і досліджень оптичних спектрів комет 103P/Hartley 2, C/2007 N3 (Lulin), C/2009 K5 (McNaught), C/2009 P1 (Garradd) з середньою роздільною здатністю ($\lambda/\Delta\lambda=1500$ та $\lambda/\Delta\lambda=14000$). Спектри були отримані за допомогою ешелє та щільового спектрографів, які були встановлені на 2-м телескоп-рефлектор «Zeiss-2000». Спостереження проводились в 2009-2011 рр. на високогірній астрономічній станції «Терскол» (Кабардино-Балкарія, РФ) Головної Астрономічної Обсерваторії НАН України та Інституту астрономії РАН.

Побудовано розподіл енергії в спектрах для навколоядерних областей комет. Розглянуто характеристики пилу та зміну альbedo з довжиною хвилі для всіх представлених комет. Проведена детальна ідентифікація емісійних ліній. Пораховано деякі фізичні параметри нейтральних газових та пилових кометних атмосфер. А саме, швидкість газовиділення; газо- і пилопродуктивність; час життя молекул C₂, C₃, CN; характеристику пилового континууму. Значну увагу приділено порівняльному аналізу кометних спектрів.

РОЛЬ МЕЖПЛАНЕТНОГО МАГНІТНОГО ПОЛЯ В РЕАЛІЗАЦІЇ СОЛНЕЧНО-ЗЕМНИХ СВ'ЯЗЕЙ

Э.А.Барановский, В.П.Таращук
НИИ «Крымская астрофизическая обсерватория»

1. Введение

Для изучения солнечно-земных связей, влияния космической погоды на разнообразные земные процессы обычно используются «классические» индексы геомагнитной активности *aa*, *Ap*, *Kp* и др. Они довольно приближенно отражают динамические процессы в магнитосфере-ионосфере-атмосфере. Эти индексы являются сложными комбинациями измеряемых физических параметров солнечного ветра (СВ) и межпланетного магнитного поля (ММП). Применение конкретных параметров СВ и ММП более информативно, чем стандартных индексов. Их использование позволяет строить модели многоступенчатого механизма передачи изменений космической погоды в среду обитания. Таким примером может быть эффект секторных границ ММП. Крупномасштабная чередующаяся структура ММП определяется тем, что солнечный ветер выносит биполярные МП Солнца во внешнюю корону и гелиосферу. Установлено, что усредненное по диску Солнца фотосферное поле хорошо коррелирует с ежесуточным значением ММП, но оптические данные необходимо сдвигать во времени вперед на 4,5 суток. Границы между секторами являются магнитогидродинамическими разрывами, которые Земля пересекает за время менее суток. Напряженность ММП на орбите Земли составляет около 6 нТ. Применение проводящих экранов в некоторых тестах позволило выяснить, что воздействие происходит через электромагнитный канал, обусловленный пересечением секторных границ ММП. При смене полярности радиальной составляющей ММП изменяются скачкообразно параметры сверхслабых низких и сверхнизких частот электромагнитных полей. Знак ММП является важным космофизическим индексом так же, как *Bz* - перпендикулярная плоскости эклиптики компонента ММП. Влияние смены полярности четко проявляется в динамике различных физико-химических (физ.-хим.) систем, геофизике, в точных измерениях физических параметров, различных процессах в биосфере. Таким образом проявляется зависимость земных процессов в глобальном масштабе от «космической погоды» - солнечной активности.

2. Эффект секторных границ ММП в физико-химических системах

Разные физико-химические системы даже находясь в разных частях земного шара реагируют на одни и те же глобальные внешние воздействия в одно и то же время. Одно из первых указаний о влиянии ММП на физ.-хим. системы было получено в 1958-1976 гг. Пиккарди. Трижды за сутки регистрировалось время осаждения в воде оксихлорида висмута после гидролиза хлористого висмута в слабом растворе соляной кислоты. В 1960- 1975 гг. Дж. Пиккарди ежесуточно измерял полимеризацию акрилонитрила в водном растворе [1,2,3]. Скорость

осаждения продуктов реакции в дни с отрицательным знаком ММП проходила быстрее, т.е. параметры водного раствора изменялись с изменением знака. В тесте Г. Бортельса, где основной компонент вода, измерялся осадок кристаллов фосфата кальция, азотнокислого кальция, хлористого калия и фосфата калия (1949 - 1954 гг.) [4,5]. В опыте Жвирблиса [6] с «кольцаром» Лазарева его показатели имели связь с секторами ММП- следствием влияния изменений его электромагнитного окружения на вязкость водного раствора в кольцаре. Скорость окисления унитиола нитритом натрия измерялась в тесте Соколовского (1971-1984 гг.) [7]. Эти тесты реагировали на изменения некоторых солнечных, ионосферных индексов и смену знака ММП. Аналогичные эффекты наблюдались при регистрации времени окисления унитиола Туп на установке Карагиоза-Измайлова в 1985–2003 гг. [8,9]. При пересечении границы сектора ММП от «-» к «+» измерения изменяются. Различие средних для дней «-» и «+» полярностей статистически значимо на уровне $P = 0,014$. Дисперсия измерений возрастает с увеличением частоты следования внезапных ионосферных возмущений (эффект имеет место в дневное время). Фазы годовых и суточных вариаций зависят от знака ММП. Спектры пропускания воды, выход газов при радиоллизе дистиллированной воды при ее γ - облучении также показывали сходные изменения.

Эффект смены полярности ММП проявился в измерениях постоянной гравитации классическим методом Кавендиша – с помощью крутильного маятника: результаты измерений систематически выше в дни отрицательной полярности ММП [10]. Авторы полагают, что ЭМП выступают здесь как неконтролируемый фактор, влияющий на упругие параметры нити подвеса маятника вследствие эффектов «магнитопластичности». Фазы годовых и суточных вариаций зависят от знака ММП. Было найдено также, что темновой ток фотоумножителя, установленного на спутнике с высокоапогейной орбитой, тоже «чувствует» переходы между секторами разной полярности. Динамика вариаций измеряемых токов оказалась похожей на динамику радио-активного распада, получаемой при измерении скоростей радиоактивного распада [11]. Отметим, что космофизический фактор воздействует на параметры вещества регистрирующих структур.

Неоднократно проводился мониторинг вариаций параметров элементов различных измерительных устройств и полупроводниковых структур. Для анализа влияния магнитных полей мы использовали результаты долговременных измерений в КрАО ряда показателей на установке «Экзакт» (блет). В установке использовались стандартные элементы электроники, обычно применяющиеся в прецизионных измерительных системах. По 16 каналам записывались ток p - n перехода и выходной ток фотометра с радиолюминесцентным эталоном и ток светового эталона ФЭУ. Во всех измерениях были обнаружены суточные и

годовые вариации. Токи p - n – переходов систематически выше в дни положительной полярности ММП [12]. Аналогичный эффект обнаружен также для фотоумножителя с мультищелочным катодом, работающего при постоянных условиях со сверхстабильным световым эталоном. Шумы в полупроводниковых структурах чувствительны к знаку межпланетного магнитного поля. Обнаружено, что фазы годовых и суточных вариаций зависят от знака ММП. Фаза суточной вариации при смене знака ММП «опрокидывается».

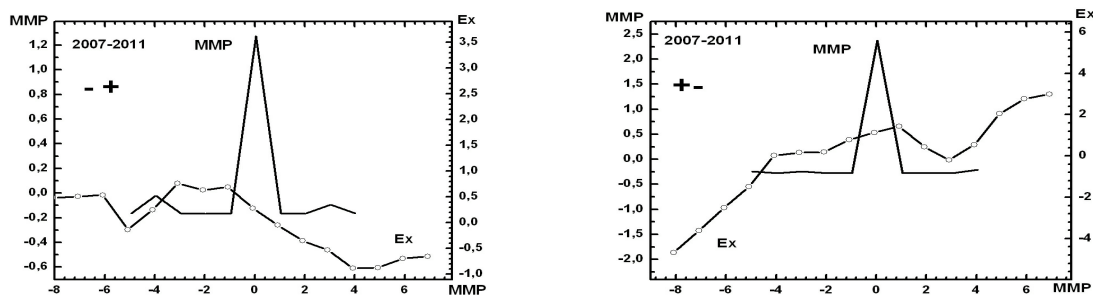


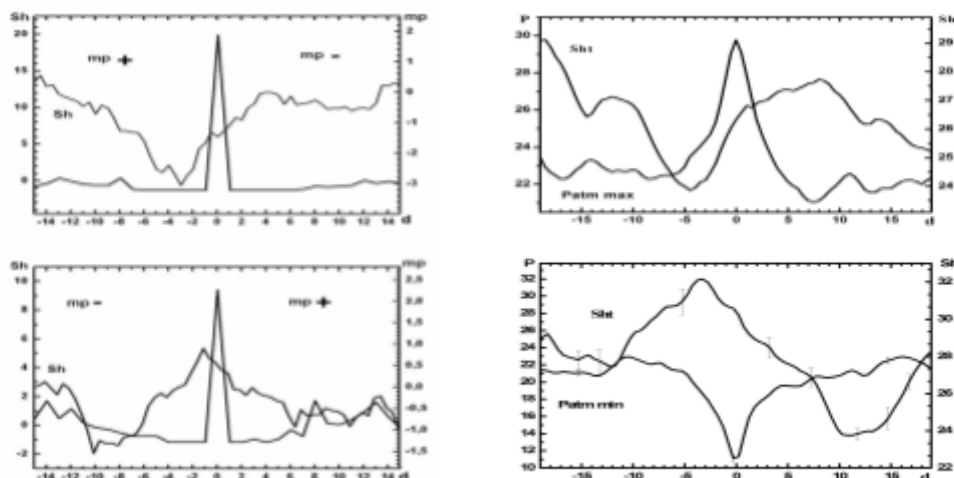
Рис. 1 демонстрирует изменение тока p - n перехода при пересечении границ ММП.

Связь параметров шумов полупроводниковых структур с изменением знака ММП, возможно, объясняет, почему риск аварийности в авиации возрастает в дни пересечения границ секторов ММП. Метод наложенных эпох был применен для анализа возникновения аварий и катастроф на Международных авиалиниях за 50 лет, где в качестве реперных дат рассматривались дни пересечения Землей секторных границ [13,14]. Знак поля в дни перед аварией достоверно превышает его среднее значение в дни после аварии, причем максимум производной приходится на день аварии. Аварии тяготеют к моментам смены знака ММП с положительного на отрицательный.

На протяжении 19 лет в КрАО ведется мониторинг динамического индекса DI в колбе Фицроя (штормглассе), отражающего изменение высоты кристаллизации в наглухо запаиваемой емкости. Отсчеты приборов, температуры на улице и рядом с приборами и атмосферное давление P снимаются дважды в сутки. Анализ данных за 7-15 лет показал связь поведения DI с индексами вспышек, Ar , излучением 10,7 см, реакцию на приход атмосферных фронтов и др. [15]. Реперным событием в методе наложения эпох выбраны даты смены знака ММП при переходе границ. DI достигает максимума за 2-3 суток до прохождения границы $\{-,+\}$. При смене знака $\{+,-\}$ минимум показаний DI достигается за 3 суток до прохождения границы ММП.

На Рис. 2а показана динамика кристаллообразования при переходе границ секторов. В окрестностях реперного пункта кривые DI (Sh) для разных типов

границ изменяются зеркально. Ось X – дни, Sh – относительные величины DI (Sh) и mp положение точки пересечения границы ММП.



ри прохождения
а прохождения
лтий в методе
ртутного столба
влетает около 720
ия P приходится
2.5 дня после
ю выше 727 мм,
асса становится

минимальным [12].

Сопоставление Рис. 2а с Рис. 2б показывает, что имеется сходство поведения колбы Фицроя при переходе ММП {+,-}- приближение антициклона и {-,+}- подход циклона, т.е. этим атмосферным события предшествует мощный электромагнитный фронт разных знаков. Эффект можно понять как следствие влияния межпланетного поля на вероятность образования и траекторию перемещения средиземноморских циклонов. Процессы в магнитосфере и атмосфере являются источниками возникновения низкочастотных колебаний. Поскольку влияющий на кристаллообразование эл.-маг. фактор действует с постоянной времени порядка часов, закономерности Рис. 2а и 2б следует отнести к регулярности в появлении источников эмиссии – атмосферным фронтам [15,17]. Но это означает, что секторная структура явным образом контролирует атмосферную циркуляцию в пункте наблюдения. К сожалению, связь полярности межпланетного поля с локальными синоптическими процессами изучена очень мало. Для региона Крым сам факт такой статистической зависимости обнаружил С. Миронов. При возрастании скорости солнечного ветра (СВ) в пределах сектора активизируется меридиональная составляющая тропосферных течений, при уменьшении скорости – зональная составляющая. С другой стороны, сама вероятность появления средиземноморских циклонов, а также типичная траектория их перемещения своеобразно «привязана» к секторной структуре ММП.

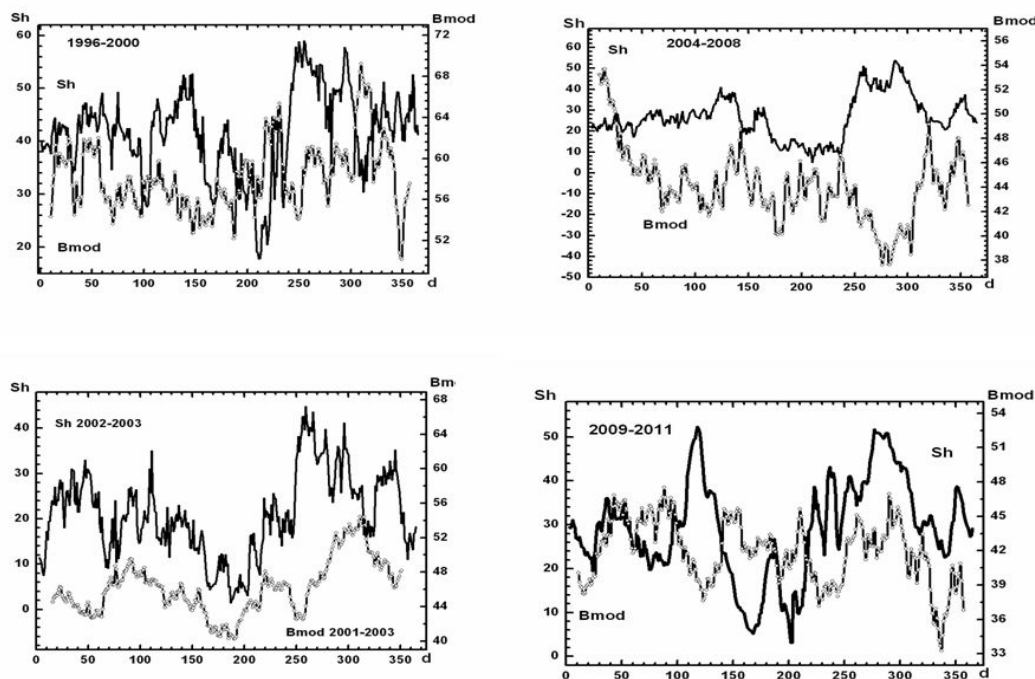


Рис. 3. Сравнение DI колбы Фицроя и **Bmod** ММП для разных периодов солнечной активности

Различные геофизические эффекты при смене полярности ММП известны еще с конца 60-х гг. Последовательные изменения знака корреляции между различными индексами при смене полярности ММП открыл Смирнов Р.В. [18,19]. Он изучал связь скорости СВ с показателями тропосферы и ионосферы. Эффекты связи между колебаниями метеопараметров в тропосфере, состоянии слоя F2 и **СВ** отличались в зависимости от последовательности знака ММП при пересечении границ. В слое F2 ионосферы минимальные частоты отражений, высоты максимумов электронной концентрации для секторов разной полярности различны. Электрическое поле атмосферы в периоды ясной погоды на высоких и средних широтах усиливается близ секторных границ. Самое же главное, процесс обсуждаемой перестройки сопровождается резким (продолжительность порядка 10-15 мин) изменением спектра ЭМП среды обитания во всем диапазоне низких - сверхнизких частот. При этом влияние секторной структуры на тропосферу гораздо больше, чем на ионосферу, где значительнее связь с солнечным ветром и эффектом широты. Менее изучены последствия изменений «обжания» магнитосферы при вариациях **Bmod**.

Проведено сравнение DI колбы Фицроя с вариациями модуля **Bmod** (магнитного поля) по данным 1997-2011 гг. Для разных интервалов усреднения видна одна и та же феноменологическая закономерность: проявляется зависимость от фазы солнечной активности, видна корреляция, которая сменяется

антикорреляцией. Годовой ход DI близко следует за изменениями **Bmod** ММП что, видимо, указывает на контроль со стороны поля эмиссии магнитосферы.

Точно такая же регулярность наблюдается при сопоставлении **Bmod** с динамикой токов микросхем на установке «Экзакт».

3. Обсуждение.

Изложенные данные в общем находятся в разумном согласии с современными модельными представлениями о механизмах влияния СА на физ.-хим. и биологические системы. Действующим агентом являются эл.-маг. излучения магнитосферы – геомагнитные микропульсации в частотной полосе миллиГц и ультранизкочастотная эмиссия (кГц). Эти излучения фильтруются ионосферой. Они сильно зависят от режима обтекания магнитосферы СВ. При этом меняется и тропосферная циркуляция, происходит генерация циклонов и антициклонов, а это сказывается и на электромагнитном излучении атмосферного происхождения (полоса частот - Гц). Если при измерении гравитационной постоянной можно применить модель магнитопластичности, то для жидкокристаллических структур нет понимания сверхчувствительности к изменениям сверх-слабых эл.-маг. полей. В таких случаях играют роль свойства воды, главного компонента всех химических и биологических растворов. Эксперименты показали очень высокую чувствительность воды, в результате чего изменение кристаллизации отмечалось при амплитуде 0,6 нТл в магнитном поле на частоте 10 Гц [20].

Космическая погода влияет на среду обитания через : а) вариации коротковолнового излучения от всего диска; б) солнечный ветер и магнитосферу (запаздывание 1 - 4 суток). Штормгласс реагирует на эти воздействия с разным знаком: усиление вспышечной активности (рост индекса F 10,7 см) приводит к возрастанию, усиление магнитной активности – к снижению роста DI .

Если придерживаться модели, где основной действующий агент - вторичные эл.-маг. поля, то эта закономерность не представляется парадоксальной. Необходимо только допустить, что воздействие зависит от спектрально-амплитудных параметров поступающих соответствующих сигналов. От Солнца в гелиосферу поступает плазма СВ, которая выносит МП биполярных АО. Образуется спиральный токовый слой, разделяющий ММП на области с противоположной полярностью. При смене знака ММП изменяется интенсивность колебаний фоновых эл.-маг. полей на низких и сверхнизких частотах (микропульсации типа Pc3, УНЧ-излучение магнитосферы в полосе нескольких кГц), амплитудно-спектральные изменения фона эл.-маг. полей в диапазоне низких и экстремально низких частот, источником которых вероятнее всего является ионосфера. В невозмущенных условиях амплитуда этих колебаний весьма мала (на частоте ~ 1 Гц - ~ 1 нТл, в больших возмущениях интенсивность в некоторых частотах может увеличиться на три порядка. Эти колебания когерентны

на расстояниях тысячи км, они генерируются при солнечных вспышках, их интенсивность растет с увеличением геомагнитной активности (определяется A_p). 85% секторных границ окружены резкими и значительными изменениями плотности СВ. Поэтому при пересечении секторных границ и гелиосферного токового слоя происходят скачки параметров поля и достаточно резкие изменения плотности СВ.

Вариации фоновых эл.-маг. полей низких и сверхнизких частот влияют на тропосферную циркуляцию – (генерация циклонов и антициклонов). Это влияет на эл.-маг. излучение атмосферного происхождения в полосе частот - Гц. Статистический анализ данных космических аппаратов показал, что резкие и значительные изменения параметров фоновых эл.-маг. полей низких и сверхнизких частот лежат в диапазоне от долей Гц до нескольких единиц.

Секторная структура влияет гораздо больше на тропосферу, чем на ионосферу, где значительнее связь с солнечным вектором СВ и эффектом широты. Так $Pc3$ с частотой около $1/100$ Гц зависит от скорости СВ. Ионосфера, реагируя на солнечные события, может продуцировать кроме основной частоты 8 гц набор других частот. Изменение режима обтекания магнитосферы СВ и ее обжатие определяются вариациями ***Bmod***. Состояние физ.-хим. систем зависит от знака радиальной составляющей ММП и ***Bmod***, что указывает на контроль со стороны поля эмиссии магнитосферы. Ряд последствий смены режима обтекания прослеживаются в ионосфере и нижней атмосфере, вплоть до литосферы.

Процессы в штормгласе указывают на влияние космической погоды на атомно-молекулярном уровне и воздействие слабых электромагнитных полей низких и очень низких частот. Влияние ММП на динамический индекс штормгласа реализуется по каналам: 1) магнитосфера-ионо-фера, так как любые изменения ММП сопровождаются изменениями режима обтекания магнито-феры СВ. Даже небольшие смены этого режима (изменение скорости СВ, появление участков МП с другим знаком) неизбежно сопровождаются вариациями магнитосферной эмиссии - геомагнит-ми микропульсациями (диапазон миллиГц), УНЧ изменениями (кГц), магнитными бурями (когда облако плазмы со своим МП накрывает Землю), и сильным возрастанием стохастического шума. Это прямой канал воздействия на состояние раствора. Интервал времени между началом магнитосферного возмущения и изменениями кристаллизации составляет несколько часов. 2) канал воздействия (косвенный) включает тропосферные процессы. Он включает в себя изменения скорости СВ, изменение режима обтекания магнитосферы СВ, изменения параметров глобальной электрической цепи (ток этой цепи подзаряжает глобальный электрический конденсатор «ионосфера- поверхность Земли»). Переключение квазистационарных состояний тропосферной циркуляции сопровождается: сменой доминирующих меридиональных течений на течения зональные; изменением частоты генерации

циклонов-антициклонов; изменением преимущественных траекторий их перемещения и, следовательно, их расположения относительно пункта наблюдения. Атмосферные фронты влияют на динамику кристаллообразования благодаря их излучению в области сверхдлинных радиоволн. Время между магнитосферным возмущением и откликом колбы Фицроя в этом случае должно быть порядка «синоптической длины», величина которой от нескольких до 5 суток. Изложенная схема содержит ряд упрощений и является пока еще достаточно гипотетической. Но она согласуется с наблюдениями, проведенными недавно в С.-Петербурге [21]. Автоматически прозрачность раствора измерялась одновременно с величиной индукции геомагнитного поля в частотной полосе 7 -8 Гц (именно в этой полосе располагается максимум излучения атмосферного фронта). В каналах регистрации наблюдаются синхронные изменения, соответствующие прохождению циклональных фронтов (коэффициент корреляции 0.73).

4. Заключение

Вышеизложенное показало, что использование классических индексов является достаточно грубым приближением для оценки основного действующего агента - излучений магнитосферы – ионосферы, микропульсаций, УНЧ-излучений. Рассмотренные тонкие детали корреляционных связей между вариациями ММП и изменениями различных показателей физико-химических систем не могут быть обнаружены при использовании только традиционных индексов геомагнитной активности. Поэтому один из выводов данного исследования такой: при изучении различных аспектов солнечно-земных связей важно использовать - наряду с *aa*, *Ap*, *C* и др. индексами - данные прямых измерений ММП, в частности данные о границах секторов и *Bmod*, определяющего режим обтекания магнитосферы, а следовательно и параметры действующих на физ.-хим. системы радиоволн. Процессы, протекающие в колбе Фицроя и практически во всех других физ.-хим. системах, весьма чувствительны к смене знака радиальной составляющей ММП. Обнаруженный в DI эффект секторных границ ММП определяется влиянием этого поля на тропосферную циркуляцию. Новые данные в общем согласуются с представлениями, согласно которым физический фактор, непосредственно влияющий на физические свойства воды (проводимость, растворимость, вязкость и др.) и, следовательно, динамику кристаллизации, являются переменные электромагнитные поля в определенных частотных полосах низких и сверхнизких диапазонов. Источником этих полей являются магнитосфера и атмосферные фронты. Межпланетное магнитное поле играет в реализации солнечно-земных связей более важную роль, чем это до сих пор предполагалось.

Литература:

1. Пиккарди Pikkar G. The chemical basis of mecal climatolog. Ch.C. Thomas Publisher (USA), 1962, 129s, Stock-holm, 2009, 388p. 2. Pikkardi G. The chemical basis of medical climatolog. Ch.C. Thomas Publisher (USA), 1962, 129s/
3. Владимирский Б.М. Секторная структура ММП и химические тесты Пиккарди. //Проблемы космической биологии. 1981, т. 65, с. 210-221.
- 4 . Bortels H. Zwei einfache modelle metrologischer reactionen in ihren beziehung zu luftdrunkenderungen und sur solaraktivitat // Archive Meteorol.,Geophys. Und Bioclimatologie. 1954. Bd. B5.S 234-257.
5. Bortels H. Das gefrieren unterdiurhen Wassers in beziehung zu interdiurnen luftdruchan-derungenund zur solaraktivitat. Springfield. 1962. 129p.
6. Жвирблис В.Е. О воспроизводимости гелиобиологических экспериментов. // Проблемы космической биологии. - Т. 65. - Биофизические и клинические аспекты гелиобиологии. Сборник научных трудов. - Ленинград: Наука, 1989. - С. 75-82.
7. Соколовский В.В. Влияние солнечной активности на скорость окисления тиоловых соединений. / Электромагнитные поля в биосфере. М.: Наука, 1984. Т.1, с.193-201.
8. Карагиоз О.В., Измайлов В.П. Измерение гравитационной постоянной крутильными весами. Измерительная техника, № 10, (1996), с.3-9.
9. Карагиоз О.В., Измайлов В.П., Пархомов А.Г., Исследование вариаций результатов измерений гравитационной постоянной // Физическая мысль России. 1999, N1/2, с. 20-26.
10. Владимирский Б.М., Брунс А.В. Влияние секторной структуры ММП на результаты измерения гравитационной постоянной.//Биофизика, 1998, т. 43, с.720-725.
11. Фишбах и др.(Fischbach E., Buncher J.B., Gruenwald J.T. et al, Time dependent nuclear decad parameters: new evidence for new forces? //Space Science rev., 2009, v.145, p. 285-325.
12. Брунс А.В., Владимирский Б.М., Эффекты космической погоды в нетепловых шумах стандартных элементов электроники, Геофизические процессы и биосфера, 2010, т. 11,с. 39-45.
13. Гусев А.Н., Кужевский Б.М. и др., Анализ связи нейтронного поля Земли с авиационными событиями. Геофизич. процессы и биосфера (2005), Т. 4, № 1, С. 117-120.
14. Зенченко Т.А. и др., Связь динамики авиационных событий с гелиогеофизио факторами, Геополитика и экогеодинамика регионов, 2007, т. 3,№1, с. 30-35.
15. E.A. Baranovskii, V.P.Tarashchuk, B.M. Vlamirskii. Physical-Chemical Processes in Liquid Meum: Preliminary Analysis og Storm-Glass Activity //Atmospheric and Oceanic Physics, 2010, Vol. 46, No. 8, pp. 925-93

16. Барановский Э.А., Тарашук В.П., Владимирский Б.М. Физические процессы в жидкой среде // Геофизические процессы и биосфера. 2010, Т. 9, №. 1, с. 19-33.
17. Барановский Э.А., Брунс А.В., Тарашук В.П., Владимирский Б.М. Роль межпланетного магнитного поля в реализации солнечно-земных связей. Солнечная и солнечно-земная физика 2012 // Всероссийская ежегодная конференция по физике Солнца. 24-28 сентября 2012г. С.-Петербург. Тезисы докладов с. 19
18. Смирнов Р.В. Солнечный ветер и температурное поле тропосферы. // ДАН СССР, 1967, т. 175, N 1, с. 76-79.
19. Смирнов Р.В. Преобразование форм тропосферной циркуляции в связи с макроструктурой солнечного ветра. // ДАН СССР, 1969. 187, N 6, с. 1278-1281.
20. Леднев В.В., Белова Н.А., Рождественская З.Е., Тирас Х.П. Биоэффекты слабых переменных магнитных полей и биологические предвестники землетрясений // Геофизические процессы и ионосфера. 2003. Т. 2, № 1. С. 3 - 11.),
21. Степанюк И.А., Фролова Н.С., Зимин А.В., Перевозчиков Н.Ф. Поиск механизмов влияния гидрометеорологических процессов на штормгласс. // Международная конференция «Влияние космической погоды на человека в космосе и на Земле». И-т космических исследований РАН. Тезисы, М., 2012, с. 122.

ЗАХОПЛЕННЯ КОМЕТНИХ ЧАСТИНОК В АТМОСФЕРІ ЗЕМЛІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПОВІТРЯНИХ КУЛЬ

О.С. Поташко

Науково-навчальний Центр прикладної інформатики НАНУ

Основна мета проекту – захоплення кометних частинок в атмосфері за допомогою повітряних куль. Дослідження ґрунтується на знанні того, що Земля перетинає хвости комет впродовж року. Є можливість захоплювати ці частинки на різних висотах атмосфери, і відповідно запускати кулі, поступово підвищуючи висоту підйому, та захоплювати частинки різних кометних хвостів. Як метод дистанційного спостереження за кометними хвостами, так і аналіз кометних частинок, доставлених місією StarDust, підтверджують присутність органічних компонент в кометних частинках. Корисно дізнатися якомога більше деталей про ці органічні матеріали як з точки зору астробіології, так і фактору небезпеки для Землі. Окрім того, важливо довести, що можливо отримувати фундаментальні наукові дані за невеликі гроші.

Користуючись астрономічними даними, можна вибрати дату для запуску повітряних куль, конкретизувати висоту частинок комети за допомогою фотометрії

та лазерного виміру сполохів частинок. Після виміру висоти можна запускати повітряну кулю.

Наприклад, для частинок Драконідів (батьківська комета 21P/Джакобіні-Циннера) очікуваний час максимуму спалахів і, отже, їх захоплення – 22:42 UT Всесвітнього часу 6 жовтня 2014 р. Кращі умови для спостереження будуть в Гренландії та крайньому північному сході Північної Америки (Draconids 2012). Драконіди дуже зручні для початкової стадії проекту - висота спостережуваних спалахів Драконідів складає 10 км. Частинки можна захоплювати над висотою 10 км, наприклад 10500 м.

Щоб збільшити кількість частинок, можна користуватися мікропилососом; цей метод використовується тими, хто захоплює аерозольні частинки при запуску повітряних куль. Запуск повітряних куль є цілком гідний метод для того, щоб отримати додаткові експериментальні дані, поряд з великими космічними місіями. Окрім того, це може бути частиною космічних місій до інших планет, таких як Марс і Венера.

LINEAR AND CIRCULAR POLARIMETRY OF RECENT COMETS: OBSERVATIONAL RESULTS FOR EIGHT COMETS

¹V. K. Rosenbush, ¹A. V. Ivanova, ¹N. N. Kiselev, ²V. L. Afanasiev

¹*Main Astronomical Observatory, NAS of Ukraine, 27 Zabolotnoho str., 03680 Kyiv, Ukraine*

²*Special Astrophysical Observatory, RAS, Nizhnij Arkhyz, 369167, Russia*

We present the results polarimetric observations for a number of recent comets carried out with the SCORPIO-2 focal reducer installed on the 6-m telescope BTA of the Special Astrophysical Observatory (Caucasus, Russia) and the 2.6-m telescope ZTSh of the Crimean Astrophysical Observatory during 2011–2013. These comets are observed at different distances from the Sun (r) and phase angles (α): 103P/Hartley 2 – $r \approx 1.1 \div 1.5$ AU, $\alpha \approx 30 \div 57^\circ$; C/2009 P1 (Garradd) – $r \approx 1.6 \div 2.5$ AU, $\alpha \approx 13 \div 36^\circ$; C/2011 L4 (PANSTARRS) – $r \approx 1.6 \div 2$ AU, $\alpha \approx 30 \div 36^\circ$; C/2012 S1 (ISON) – $r = 0.97$ AU, $\alpha = 53.2^\circ$; C/2011 W3 (Lovejoy) – $r = 0.9$ AU, $\alpha = 83.5^\circ$; and three comets at the large heliocentric distances – 29P/Schwassmann–Wachmann 1 – $r \approx 6.3$ AU, $\alpha \approx 6.2^\circ$, C/2010 S1 (LINEAR) – $r = 6$ AU, $\alpha \approx 10.4^\circ$, and /2011 R1 (McNaught) – $r \approx 3.2$ AU, $\alpha \approx 10^\circ$.

The results obtained are compared with the phase angle dependences of linear polarization typical for most of the dusty comets and produced by the gas component of the coma (molecular emissions due to resonance fluorescence). Clearly, for all the observed comets, dust scattering dominates the molecular radiation. The polarization of comet P1 (Garradd) measured in large areas of coma is in a good agreement with data for most comets at the corresponding phase angles 13–36 deg, while the degree of

polarization in small areas of the comet Hartley 2 coma (~1000 km) is rather high and increases with decreasing size of the observed coma.

Usually polarimetric measurements have been performed when the comets approaching the Sun. Since the dust in distant comets may be different than dust in short-period comets, the study of polarization of distant comets is very important for investigation of their physical properties. However, little is known on dust properties in the cometary coma as well as cometary nucleus at large heliocentric distances. So far, there are no measurements of linear polarization in comets at heliocentric distances more than 4 AU. The linear polarization of comet S1 (LINEAR) and 29P/Schwassmann-Wachmann 1 are the first ever measured at the heliocentric distances larger than 6 AU. These comets showed considerable levels of activity out of a zone of water sublimation (up to 3 AU). The cometary coma of S1 (LINEAR) displayed the degree of polarization about -2% . This value is higher in absolute value than that (about 1.5%) for close to the Sun comets at corresponding phase angle.

The maps of circular polarization over the coma and its variations with the distance from the nucleus of comets P1 (Garradd), L4 (PANSTARRS), R1 (McNaught), and 29P/Schwassmann-Wachmann 1 are obtained. In all cases, the left-handed circular polarization is detected throughout the coma and its value is as typically measured for other comets, namely, within the range from approximately -0.04% in the circumnucleus region up to -0.3% at the distances from the nucleus about 50000 km. An accuracy of measurements varies depending on the distance from the comet nucleus: from 0.01% to 0.08% . Detection of left-handed circular polarization in these comets has confirmed our previous conclusion that circular polarization of comets is predominantly left-handed.

We will present additional results from our continuing analysis of linear and circular polarization of comets observed and discuss the possible reasons of diversity and similarity of linear and circular polarization in comets.

ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОГО ДВИЖЕНИЯ НА ОРБИТАХ СПУТНИКОВ ДВОЙНЫХ И КРАТНЫХ АСТЕРОИДОВ СБЛИЖАЮЩИХСЯ С ЗЕМЛЕЙ

Троянский В.В., Базей А.А.
НИИ «Астрономическая обсерватория»
ОНУ им. И.И. Мечникова, Одесса, Украина.

В данной работе мы продолжили небесно-механическое исследование кратных АСЗ: 1994 CC и 2001 SN263 [1]. И построили области устойчивого движения в околоастероидном пространстве.

Динамика астероидных систем реализуется методом компьютерного моделирования движения небесных тел путем численного интегрирования дифференциальных уравнений методом Эверхарта [2]. Он является мировым стандартом, принятым для численного решения дифференциальных уравнений движения в координатах.

В динамической модели движения астероидов и их спутников, учитываются гравитационные возмущения от восьми больших планет, Луны; сжатие Солнца, больших планет, Луны. При численном интегрировании начальные вектора состояния больших планет и Луны заимствованы из численной теории DE431 [3], созданной в Лаборатории Реактивного Движения (США).

Наиболее удачное понятие устойчивости сформулировал математик А.М.Ляпунов [4]. Исследуемое движение считается устойчивым, если все возможные движения, мало отличающиеся от него в начальный момент, в последующем будут мало отклоняться от него на всем интересующем интервале времени. Если же найдется хотя бы одно движение, в начальный момент мало отличающееся от исследуемого, которое постепенно, пусть и через большой промежуток времени, заметно отклонится от него, то исследуемое движение неустойчиво.

Используя данный критерий, были построены области устойчивого и неустойчивого движения в астероидных системах 1994 CC и 2001 SN263.

1. Троянский В.В., Базей А.А. // Эволюция орбит тройных астероидов 1994 CC и 2001 SN263, сближающихся с Землей // труды 16-й международной научной конференции «Астрономическая школа молодых ученых». - 2014. С.65-66.
2. А.А. Базей, И.В. Кара // Применение методов Эверхарта 15, 17, 19, 21 порядков для вычисления траектории движения небесных тел в околопланетном пространстве // Вісник Астрономічної школи. - 2009. - Т.6, № 2. - С.155-157.
3. "http://ipnpr.jpl.nasa.gov/progress_report/42-196/196C.pdf".
4. Ляпунов А.М. // Общая задача об устойчивости движения // Москва. 1950

THE STUDY OF PLANETS MOTION BASED ON A NEW PRINCIPLE OF INTERACTION

A.F. Zausaev
Samara State Technical University

A new principle of interaction of the surrounding space with material bodies is researched. Gravity is explained by the properties of compression space relative of motion of the material bodies. Differential equations of motion of material bodies n in

the barycentric coordinate system were obtained, in which no the interaction of a forces and a masses of bodies.

By means of numerical integration of the equations of motion were calculated the osculating elements orbits of the major planets in the time interval (1600-2200 years). The results of calculations of the planets (Mercury-Pluto) were compared with the orbital elements defined according to the coordinates and velocities DE405. It is shown that the coordinates, speeds and orbital elements of the planets found by the new algorithm, in satisfactory agreement with DE405.

Found bias of longitude of perihelion the Mercury as a result of relativistic effects, and on the basis of solutions of obtained the equations. It is shown that the difference between them is about $0''{,}3$ second of arc, which is within the computational error. On the basis of these studies we can conclude that the resulting differential equations of motion satisfactorily describe the motion of the major planets, on the time interval of 600 years, they considerably simpler of the differential equations that take into account relativistic effects, moreover, in CPU time by more than 2 times more effective than ones.

ДИНАМИЧЕСКАЯ И ФИЗИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ КОМЕТЫ ТЕМПЕЛЯ-ТУТТЛЯ (55P)

*Чурюмов К.И. (АО, Киевский Национальный Университет), Гулиев А.С.
(Шамахинская Астрофизическая Обсерватория им. Н.Туси), Коваленко Н. (АО,
Киевский Национальный Университет), Гулиев Р.А. (Шамахинская
Астрофизическая Обсерватория им. Н.Туси)*

Работа посвящается исследованию динамической и физической эволюции одной из загадочных периодических комет, с каталожным обозначением (55P). Эта комета была практически одновременно открыта Эрнстом Темпелем 19 декабря 1865 г. и Хорасом Туттлем 6 января 1866 г. независимо друг от друга. В честь них и получила своё название. Она имеет обратное движение и является родоначальницей метеорного потока Леониды. Перигелий кометной орбиты находится достаточно близко от Земли и составляет 0.98 а.е. Поэтому за последние 150 лет комета хорошо наблюдалась. В некоторых классификациях комета Темпеля-Туттля считается одним из членов семейства Урана, поскольку афелий ее орбиты находится в непосредственной близости орбиты планеты. В других классификациях ее считают кометой типа Галлея. По некоторым данным, комета наблюдалась еще в 1366 году. По мнению У. Леверье, она захвачена Ураном около 60 оборотов назад. Эту идею поддерживал и русский астроном Ф.Бредихин. По гипотезе С.Всехсвятского и А.Гулиева, комета 55P, наряду с некоторыми другими, является продуктом эруптивных процессов в системе спутников Урана. Эта идея

стала объектом острых дискуссий в астрономической литературе в 1980-х годах. Для выяснения истинного истока данной кометы требуются тщательные расчеты по эволюции ее орбиты. Эти расчеты применением двух независимых интеграторов выполнены авторами. Время интерполяции орбиты составляет 10000 лет (5000 до- и 5000 после открытия кометы). В расчетах в стороны будущего ставилась задача исследования устойчивости орбиты кометы. Обсуждается также вопрос о физической эволюции кометы исходя из данных по ее блеску.

ЗАГАДОЧНЫЙ ГОДОВОЙ ХОД ПАРАМЕТРОВ РАЗЛИЧНЫХ ЗЕМНЫХ ПРОЦЕССОВ

Барановский Э.А., Таращук В.П.
НИИ»Крымская астрофизическая обсерватория»

Поведение многих физико-химических систем – крутильный маятник, потоки р-п перехода в стандартной микросхеме, колба Фицроя (штормглас), метакромозия (окрашиваемость лабораторных культур коринобактерий, процессов в биосфере и др.) – показывает синхронность и воспроизводятся год от года. В частности, устойчиво повторяется относительно глубокий минимум близ дня летнего солнцестояния (иногда он сдвигается). Анализ данных показал, что это не может быть обусловлено изменениями температуры.

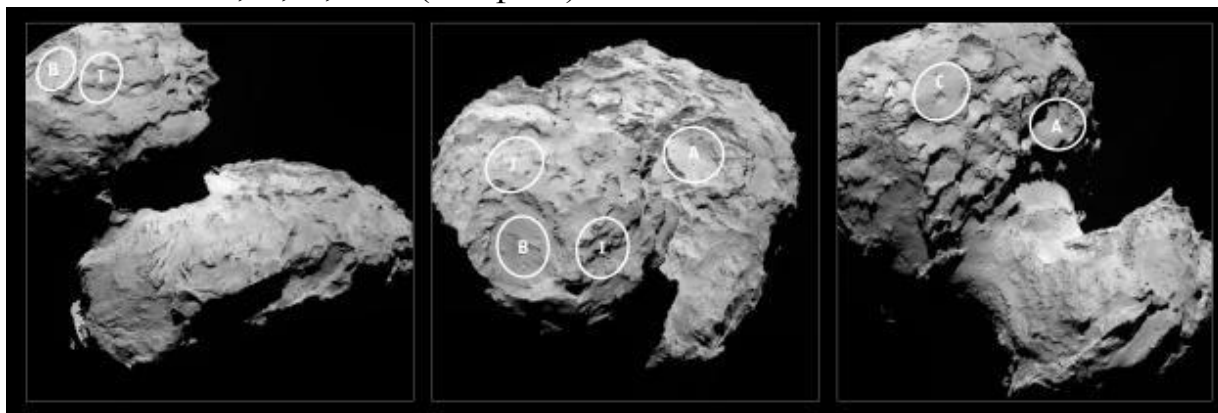
Годовой ход в перечисленных системах обнаруживает сходство с вариациями модуля межпланетного магнитного поля, общего магнитного поля Солнца как звезды и скоростью солнечного ветра. Описанный экстремум близ эпохи летнего солнцестояния наблюдался тест-реакциях (Дж. Пиккарди, С.Э. Шноля и В.В. Соколовского и др.) и как вероятный аппаратный артефакт также в годовых вариациях скоростей радиоактивного распада, в вероятности аварийных ситуаций на космодроме Плисецк. Видимо, он представляет собой весьма общее явление, природа которого пока не объяснима. Из теоретических соображений следует, что действующим агентом, ответственным за описанные феномены, являются амплитудно-спектральные изменения фона электромагнитных полей в диапазоне низких и экстремально низких частот. Однако, определить конкретное электромагнитное явление, играющее в данном случае ключевую роль, пока не удается.

ВЫБОР ДВУХ БЕЗОПАСНЫХ ПЛОЩАДОК НА ЯДРЕ КОМЕТЫ ЧУРЮМОВА-ГЕРАСИМЕНКО ДЛЯ ПОСАДКИ МОДУЛЯ ФИЛЫ

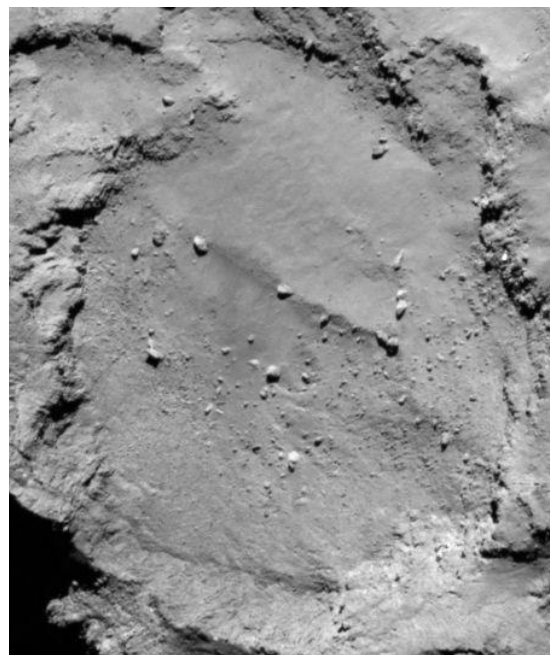
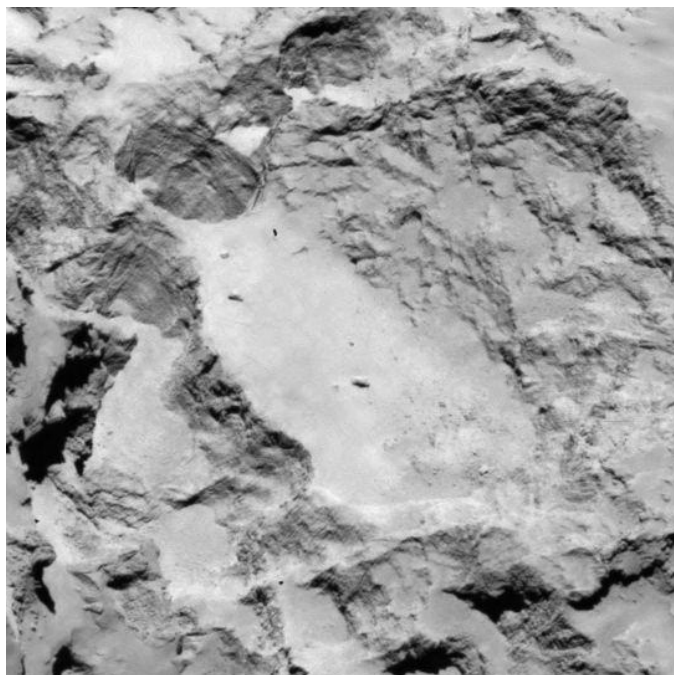
¹К.И.Чурюмов, ²О.К.Мельник, ¹Т.К.Чурюмова
¹Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

²Киевский лицей «Диалог»

15 сентября 2014 г. в штаб-квартире ЕКА в Париже было проведено совещание Рабочей группы по выбору безопасной ровной площадки на ядре кометы 67Р/Чурюмова-Герасименко для успешной на нее, как пока предполагается, посадки специального посадочного модуля Филы, что явится первым в истории науки и человеческой цивилизации космическим экспериментом подобного рода. Для осуществления этого уникального маневра космический аппарат Розетта сначала перешел на орбиту с радиусом 52 км, а 3 сентября 2014 г. снизился над ядром кометы до высоты 29 км. В этот момент гравитация кометного ядра способна захватить КА Розетту и он должен на некоторое время стать искусственным спутником ядра, движущимся вокруг него подобно Луне, обращаясь вокруг нашей Земли. Далее если ядро кометы будет оставаться малоактивным (сильно разреженная кома уже образовавшаяся вокруг ядра пока не является угрозой для орбитального полета Розетты вокруг ядра и последующей посадки Филы на выбранную комиссией по посадке ровную площадку) Розетта перейдет на орбиту радиусом 19 км, а при благоприятных условиях низкого газа и пылевыведения из ядра Розетта может снизиться до 10 км над ядром.. Условия освещенности от Солнца на выбранной площадке, должны быть благоприятными для постоянной подпитки 10 сверхточных и чувствительных приборов размещенных на Филах от солнечных батарей. Еще в конце августа 2014 г., Комиссия во главе с проф. Стефаном Уламеком выбрала пять областей на ядре кометы, на которых имеются по мнению комиссии ровные площадки, на которые возможна безопасная посадка модуля Филы 11 ноября. Эти области получили обозначения А, В, С, J и I (см. фото).



Область А.

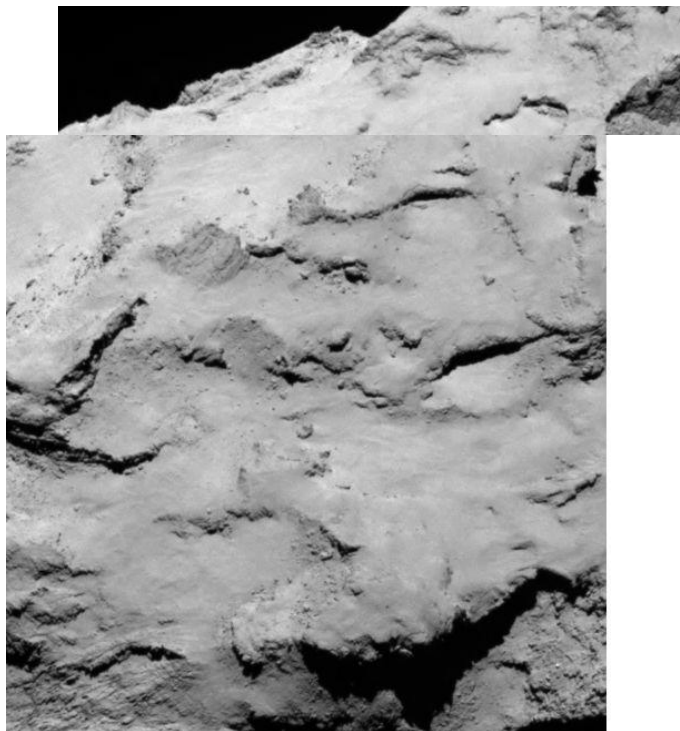


Это изображение показывает область А, которая находится на большей части фигуры ядра (в комиссии ее называют «головой» ядра), но с которой хорошо просматривается меньшая часть фигуры ядра..Эта область интересна также тем, что с нее хорошо также просматривается т перемычка между двумя неравными частями фигуры ядра, которая повидимому является активным источником газо и пылевыведения. Однако эту область А следует тщательно изучить с более близкого расстояния, чтобы избежать потенциальных опасностей при посадке Фил – небольших впадин и ям, бугров, крутых склонов, валунов и др. неровностей. Также важным условием остается освещенность места посадки Солнцем для функционирования солнечных батарей. Это изображение было получено узко-угольной камерой Осириса Розетты 16 августа, с расстояния около 100 км. Сторона квадрата около 1 км. Разрешение изображения составляет 1,85 м на пиксель.

Область В.

Это изображение области В, которая находится в пределах кратеро-подобной структуре на меньшей части фигуры ядра.. Эта область считается относительно безопасной для посадки Фил из-за наличия довольно ровного дна разрушенного кратера. Однако неблагоприятные условия освещенности могут создать проблему при учете долгосрочного научного функционирования посадочного модуля. Более высокое разрешение с близкого расстояния позволит оценить опасность от разбросанных по всему дну кратера крупных и мелких валунов. Кроме того, валуны могут представлять собой вещество подвергшееся переработке в недавнее время и поэтому не могут претендовать на образцы первичного вещества.

Изображение было получено узко-угольной камерой Осириса Розетты 16 августа с расстояния около 100 км. Сторона квадрата также составляет около 1 км. Разрешение изображения составляет 1,85 м на пиксель



Область С

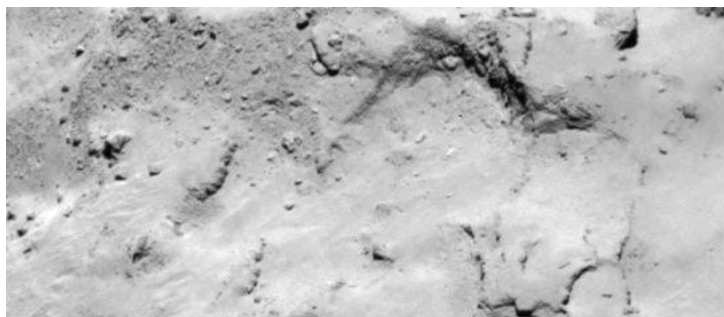
Эта область С находится на большей части фигуры ядра кометы. Здесь наблюдаются различные типы поверхности и некоторые участки содержат светлый материал, депрессии, скалы, холмы и гладкие равнины. Более высокое разрешение с более близкого расстояния позволит оценить степень опасности этих структур рельефа на посадку Фил. Область С хорошо освещена Солнцем, что является большим плюсом при долгосрочном функционировании 10 научных приборов Фил. Изображение было получено узко-угольной камерой

Осириса Розетты 16 августа с расстояния около 100 км. Сторона квадрата также составляет около 1 км. Разрешение изображения составляет 1,85 м на пиксель

Область I.

Это область I находится на меньшей части фигуры ядра кометы. Это относительно ровный участок, который может содержать открытые участки с первичным веществом. Однако требуется более высокое разрешение этой области для оценки безопасности выбранной площадки (отсутствие ям, валунов и пр.) при посадке на нее модуля Филы. Условия освещенности Солнцем данной области для надежного питания приборов Фил от солнечных батарей отличные, что благоприятно для длительной работы научной аппаратуры Фил. Это изображение было получено узко-угольной камерой Осириса Розетты 16 августа с расстояния около 100 км. Сторона квадрата также составляет около 1 км. Разрешение изображения как и в предыдущих случаях составляет 1,85 м на пиксель

Область J.

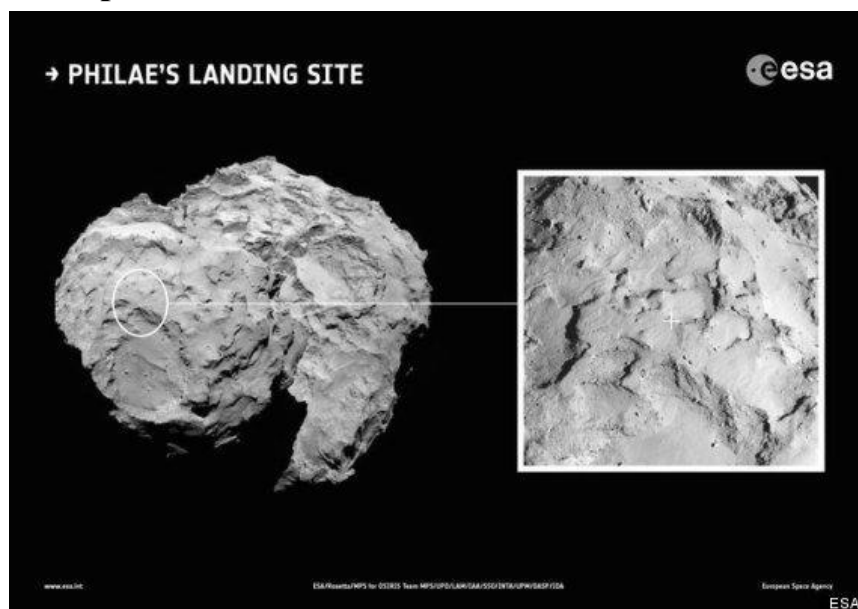


Это область J находится на меньшей части фигуры ядра

кометы. Рельеф этой области напоминает рельеф области I. Тут имеются весьма ровные площадки с отличной освещенностью Солнцем, что дает большие преимущества для экспериментов КОНЦЕРТ по зондированию радиоволнами внутренних частей ядра кометы Чурюмова-Герасименко.. Однако более высокое разрешение этой области позволит уточнить расположение наиболее ровной площадки (без террас и валунов) в области J для безопасной посадки Фил..

Буквенные обозначения не являлось указанием на приоритет выбора двух площадок (основной и резервной) на одной из областей от А до J и 14 сентября, Комиссия в штабе ЕКА в Париже определила выбор двух этих площадок, на одну из которых (это решение будет окончательно принято 15 октября 2014 г.) прикометится модуль Филы.

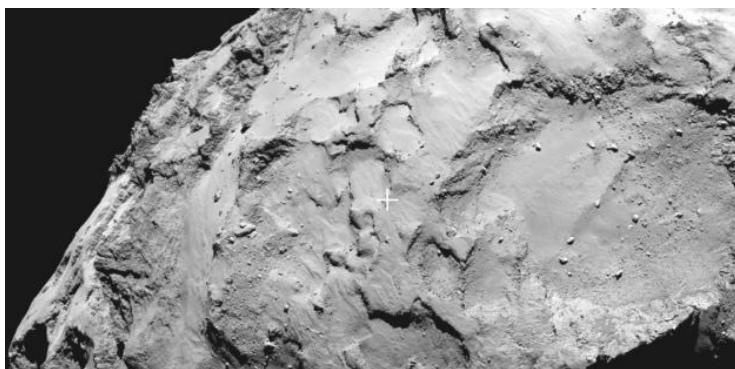
Выбор сделан.



Итак, Комиссия по посадке лендера Филы выбрала основную площадку для посадки Фил, которая расположена в области J. Профессор Стефан Уламек (ответственный ученый за выбор площадки для посадки Фил) сказал, что ни одна из предполагаемых площадок для посадки Фил не отвечает эксплуатационным требованиям на 100%, но по-видимому область J

является пока что наилучшей для выбора на ней безопасной площадки для исторической посадки модуля Фил. Область J, как говорилось ранее, располагается на «голове» ядра кометы (см. фото). С более высоким разрешением область J была сфотографирована узкоугольной камерой ОСИРИСа 20 августа 2014 г. с расстояния 67 км.. Область J является довольно относительно плоской, а это

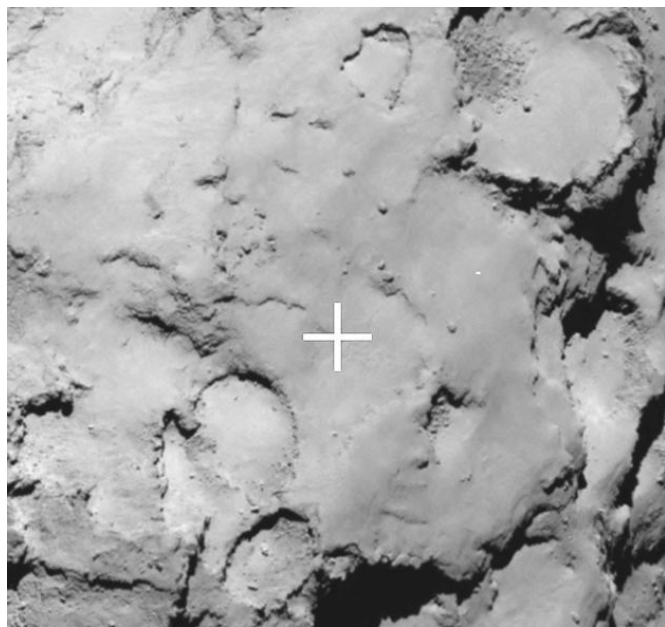
значит что опрокидывание 100-килограммового модуля Филы при посадке может быть исключено. Выбранная площадка



хорошо освещается Солнцем, что очень важно для успешного функционирования солнечных батарей и научной аппаратуры.

Место посадки отмечено кружком на общем плане ядра и крестиком на увеличенном изображении места предполагаемой посадки.

Посадка модуля Филы 11 ноября с.г. на выбранную для этой цели площадку для выполнения уникальных экспериментов с помощью 21 научного прибора, направленных на детальное изучение загадочного реликтового вещества Солнечной системы позволит ученым приблизиться к разгадке тайн происхождения Солнца и планет, в том числе и нашей Земли, а также тайны возникновения жизни на ней. Этот уникальный исторический космический эксперимент по его значению ученые приравнивают к высадке человека на Луну в 1969 г, в котором 45 лет назад также была открыта комета Чурюмова-Герасименко – главная цель космической миссии Розетта. Место вероятной посадки лендера Филы обозначено крестиком. В области J большинство склонов менее 30° по отношению к местной вертикали, что уменьшает вероятность опрокидывания Фил во время «прикометения» («приземления»).



Сайт С был выбран Комиссией в качестве выбора резервной площадки для посадочного модуля 13-14 сентября 2014 года.

Изображение было получено узкоугольной камерой ОСИРИС Розетты с расстояния около 70 км. Разрешение 1,5 метра/пиксель.



Один из авторов статьи (К.И.Чурюмов) также посылал в Комиссию по выбору места посадки Фил свою версию выбора такого места. Для этой цели была им выбрана область А и возможные 2 места посадки обведены кружками и обозначены цифрами 1 и 2. На его взгляд в указанных местах имеются выходы коренных пород, бурение которых позволит извлечь из недр ядра кометы неизмененное загадочное первичное вещество Солнечной

системы. Предложение К.И.Чурюмова было послано профессору Стефану Уламеку и рассматривалось Комиссией, однако предпочтение было отдано площадкам, расположенных в областях J и C, которые считаются более безопасным для посадки Фили.

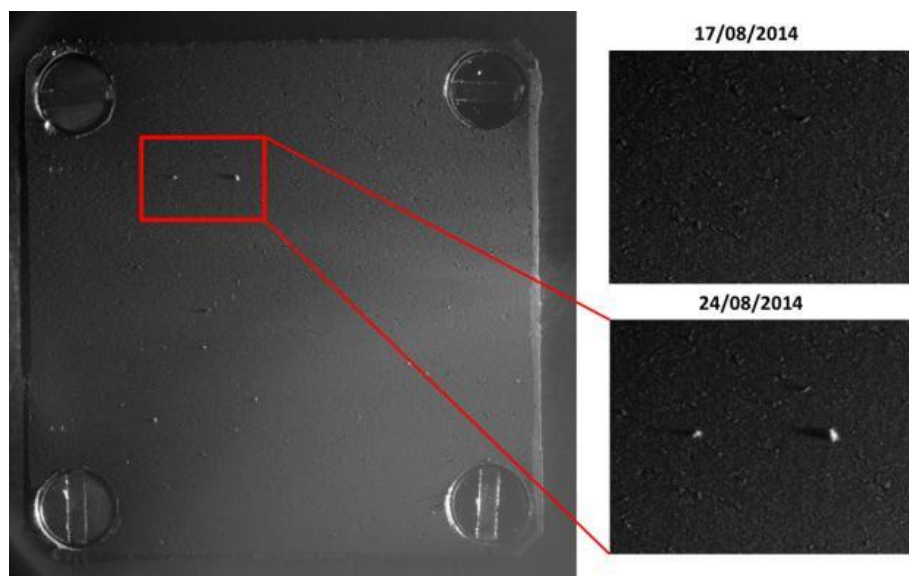
Наземные наблюдения кометы Чурюмова-Герасименко.



Снимок кометы Чурюмова-Герасименко, полученный 11 августа 2014 г. с помощью телескопа VLT (Очень большого телескопа) в Чили. Размер комы достигает 19000 км. Кома асимметрична из-за светового давления на ее пылинки.

Первый результат прибора КОЗИМА.

На пластинках КОЗИМЫ до 24 августа пылинки не регистрировались, а 24 августа на расстоянии 100 км от ядра на одной из пластинок КОЗИМЫ (размером 1 см на 1 см) наконец были обнаружены две крупные пылинки (зерна) размером 50 мкм и 70 мкм в ширину, что сопоставимо с толщиной человеческого волоса.



На фото показаны пластинки КОЗИМЫ с отсутствием пылинок (17 августа) и присутствием двух крупных пылинок 24 августа. Это предвестник возможной бомбардировки модуля Филы подобными пылинками. Исследования в окрестностях ядра кометы КОЗИМОЙ и другими приборами продолжаются.

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РЕГУЛЯРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ СУМЕРЕЧНЫХ БОЛИДОВ

¹Чурюмов К.И., ²Стеклов А.Ф., ²Видьмаченко А.П., ²Стеклов Е.А.

¹Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

ГАО НАНУ

vida@mao.kiev.ua

За период наблюдений с марта 2013 по сентябрь 2014 г. нами зафиксировано падение не менее десятка фрагментов ядер комет, более пяти достаточно крупных и десятки малых фрагментов метеороидов. По примеру большинства стран Европы и Америки, в Украине необходимо создать сеть малых базовых обсерваторий аэрокосмического мониторинга, оснащенных простой широкоугольной оптикой с камерой для регистрации этих явлений на персональный компьютер. Такими простыми дешевыми аппаратными комплексами следует оснастить как профессиональные обсерватории, так и базовые университетские, школьные и любительские наблюдательные пункты.

Введение.

Поток метеоров наблюдается ежегодно около даты, когда Земля проходит точку пересечения орбит метеороидов, пересекающих земную орбиту [2]. В зависимости от сечения метеороидных орбит наблюдения метеорного потока длится от нескольких часов до нескольких недель. Подсчитано, что в результате этого за сутки на Землю выпадает от 100 до 1000 т метеорного вещества. Падение крупного метеороида обычно сопровождается сильными световыми и звуковыми явлениями и даже нарушением радиосвязи. Болид (в переводе с греческого – метательное копьё) – это метеорное явление яркостью не менее -4^m (ярче планеты Венера), которое имеет заметные угловые размеры. Очень яркие болиды иногда называют суперболидом. Для сравнения: блеск Луны составляет примерно -13^m , Солнца -26^m .

Явление метеора.

Метеорное явление вызывается вторжением в плотные атмосферные слои твердых частичек, названных метеорными или метеороидными телами. Влетев в земную атмосферу, метеорное тело уже на высоте 100-130 км над Землей встречает сильное сопротивление воздуха. Поэтому воздух перед метеорным

телом мгновенно сжимается и вследствие этого разогревается, образуя воздушную «подушку». Двигаясь в атмосфере, частица из-за торможения нагревается с поверхности до температуры в несколько тысяч градусов, а вокруг нее образуется обширная светящаяся оболочка из горячих газов; именно в этот момент она и становится заметной. Метеорные тела небольшого размера полностью испаряются в атмосфере Земли. А крупное метеорное тело от сильного сопротивления воздуха нередко раскалывается и выпадает на Землю в виде осколков. Иногда выпадает целый метеоритный дождь (рис. 1). Обычно скорость и масса, необходимые для образования болида, имеют следующие значения: около 100 г при скорости 20 км/с, или 1 г при скорости около 60 км/с. Тогда вещество метеорного тела после закипания испаряется и частично разбрызгивается на мельчайшие капельки. При внимательном изучении так называемого Пикскильского болида (рис. 2) одновременно наблюдалось до 70 отдельных фрагментов.

Не менее грандиозным считается и болид над Гронингеном (рис. 3), яркость которого была сравнима с яркостью Луны при пролете над территорией Нидерландов и Германии. Наблюдатели отмечали, как метеорное тело распалось на яркие куски, оставив за собой дымный след, который долго еще висел в небе. И хотя такие яркие болиды высвечиваются в атмосфере Земли каждый день, но их наблюдения происходят гораздо реже, потому что в большей части они падают в океаны и на необитаемые территории. За время полета их масса сильно уменьшается, и к Земле долетают лишь остатки, которые обычно успевают остыть, когда космическая скорость погашена сопротивлением воздуха. Они бывают покрыты затвердевшей оплавленной коркой.



Рис. 1. Метеорный дождь Персеиды (<http://zn.ua/TECHNOLOGIES/>).

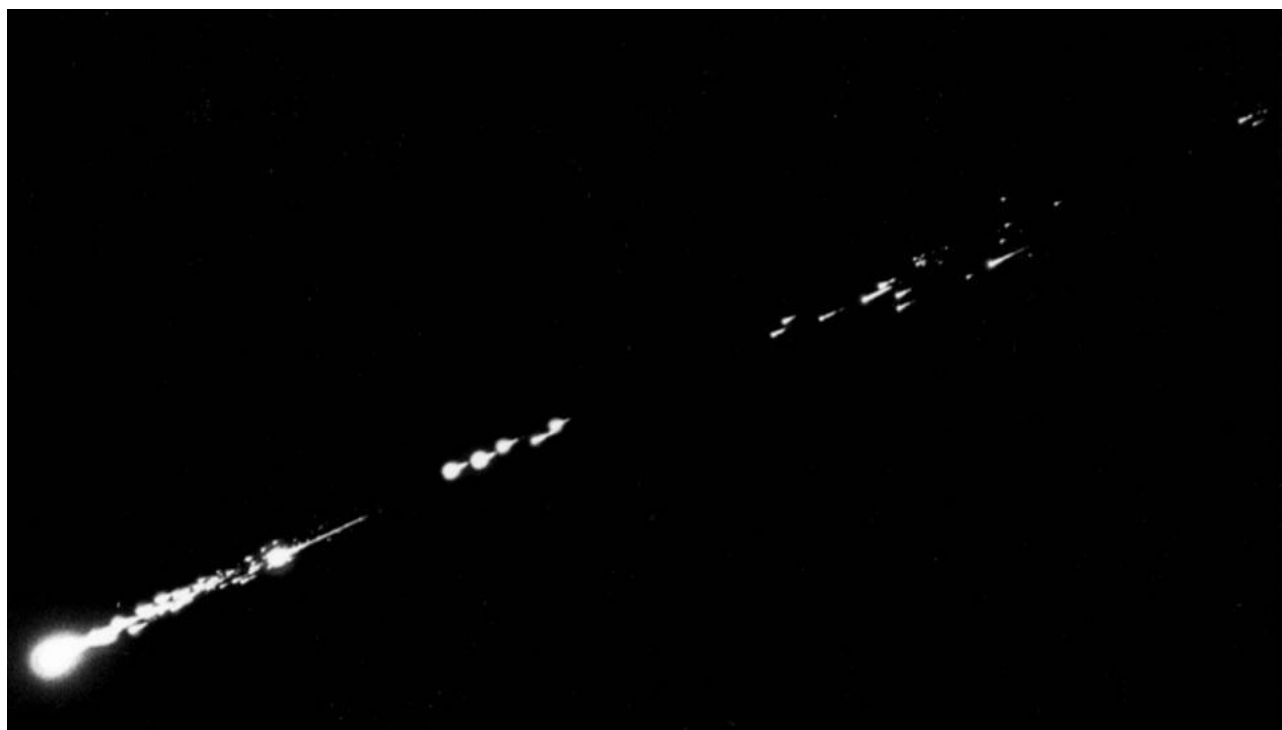


Рис. 2. Пикский болид 09.10.1992 [7].

Но метеориты больших размеров, весом в сотни и тысячи тонн, не смогут затормозиться в воздухе и со скоростью свыше 4-5 км/с ударятся о Землю. При таком ударе метеорит мгновенно нагреется до высокой температуры, иногда может полностью превратиться в газ со взрывом с образованием кратера. Самый крупный метеорит (около 60 т) был найден в Юго-Западной Африке в 1920 г. и назван Гоба (названия метеоритов дают по ближайшему к месту его падения населенному пункту).

К крупнейшим метеоритам относится и железный Сихотэ-Алинский, упавший утром 12 февраля 1947 г. Он образовал ослепительно яркий болид, который по свидетельствам очевидцев был ярче Солнца и днем отбрасывал тени. После него появился похожий на дым след в виде широкой полосы, которая вскоре стала загибаться, постепенно ослабевать и разрываться на отдельные куски; исчез след только к вечеру. Еще в атмосфере метеорное тело раскололось на тысячи частей и выпало на Землю «железным дождем». При ударе о грунт его части измельчили скальные породы, образовав в них кратер; было обнаружено свыше 200 кратеров диаметром от 20 см до 26 м. Масса упавшего Сихотэ-Алинского метеорита оценивается в 70 т, собрано более 23 т.

Однако такие большие метеориты падают редко; как правило, массы метеоритов составляют сотни граммов, или несколько килограммов.

И все-таки, ежедневно в атмосфере Земли вспыхивают яркие болиды.

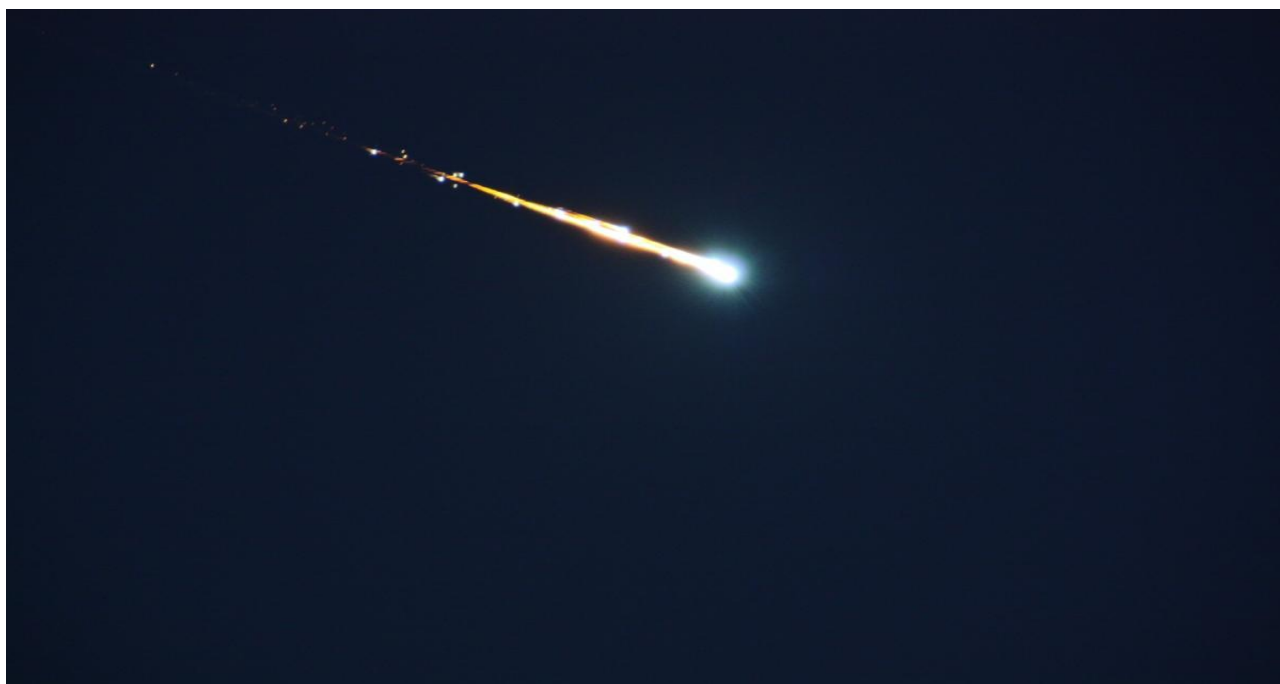


Рис. 3. Болид над Гронингеном 15.10.2009
(<http://apod.nasa.gov/apod/ap091015.html>).

Годовые и суточные вариации болидов

Преобразование энергии, которое происходит во время полета метеороида в атмосфере, сильно зависит от его геоцентрической скорости. Также следует учитывать тот факт, что чем меньше скорость, тем глубже метеороид сможет проникать в атмосферу, прежде чем завершится абляция [1, 3]. Это делает преобразование энергии очень эффективным в плотных слоях атмосферы и, следовательно, приводит к более яркому метеорному явлению. Метеороид того же размера, но с большей скоростью входа в атмосферу вызывает такое же преобразование энергии на несколько большей высоте.

Очевидно, что скорость при входе в атмосферу Земли является самой низкой в момент, когда метеорное тело входит со стороны антиапекса. В этом случае его относительная скорость равна разности скоростей между метеороидом и Землей. Возле момента весеннего равноденствия антиапекс находится ближе к зениту в вечернем небе, и такое высокое расположение радианта на «местном» небе приводит к существенному увеличению количества видимых метеорных явлений [1,4]. Именно поэтому следует ожидать и большего количества болидов весной, чем осенью для мест к северу от экватора. По этой же причине яркие болиды должны быть частыми и весной в южном полушарии, когда антиапекс будет в зените уже в южных широтах Земли.

Реальная картина может отличаться из-за того, что распределение метеорных частиц не изотропно вдоль орбиты Земли. Суточный ход появления болидов также зависит от той же ситуации. В 18 часов по местному времени антиапекс достигает своей максимальной высоты, а около 6 часов утра имеет место противоположная картина. По многочисленным исследованиям такое соотношение может быть от 2:1 [9] до 4:1.

Следы на небе от болидов.

Болиды часто оставляют яркий долговсуществующий след (хвост) из пыли и ионизованных газов. Если метеорит падает днем при безоблачном небе и ярком солнечном освещении, то болидное явление не всегда бывает видно. Но если болиды имеют заметный угловой размер, то они становятся видны даже днем [6]. После его полета на небе остается заметный след, а на месте исчезновения болида появляется темное на фоне яркого неба облачко. Конечно, особенно хорошо видно ионизационные следы метеоров и болидов. Но следы проникающих в глубокие и плотные слои атмосферы болидов в основном состоят из пылевых частиц и именно поэтому они видны как темные дымные облачка. Если же такой пылевой след освещается лучами только что зашедшего Солнца или даже в лунном свете, то он бывает виден, как серебристые, часто достаточно яркие полосы на фоне ночного или сумеречного неба (рис. 4). Поэтому мы называли их *сумеречные*

болиды [6]. И такие следы могут наблюдаться часами, пока не будут уничтожены атмосферными течениями.

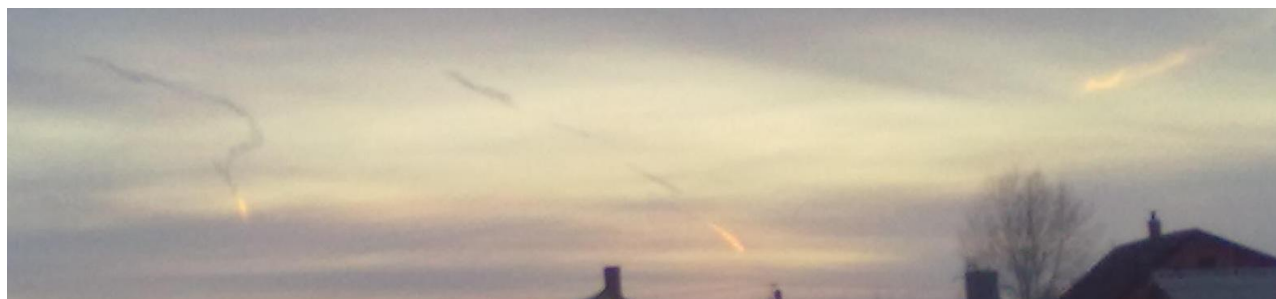


Рис. 4. Редкое явление сразу трех болидных следов в сумеречном небе над Киевом (фото Стеклова Е.А., 29.03.2013), образованных в течение 12 секунд в результате падения довольно крупных метеорных тел [8].

Следы же менее ярких метеоров, которые образуются на высотах более 75 км, содержат лишь очень малую долю пылевых частиц и их видно только в результате самосвечения атомов ионизованного газа. Так, продолжительность видимости ионизационного следа невооруженным глазом для болидов -6^m составляет в среднем около 2 минут, а для метеора 2^m – всего 0,1 секунды. Ионизационные и пылевые следы испытывают влияние высотных ветров, которые разрушают и рассеивают их остатки, вплоть до полного их исчезновения. На левой части рис. 5 видно подсвеченный недавно скрывшимся за горизонт Солнцем пылевой след; на правой части того же рисунка видно уже темный не подсвеченный пылевой след, который существенно рассеян мощными ветровыми потоками в стратосфере Земли. След был виден на протяжении около 50 минут [6].

О том, что такие крупные болидные следы не такое уж редкое явление говорит и рис. 6, на котором представлено практически австралийскую копию того, что нам удалось наблюдать на сумеречном небе над Киевом.

Сеть наблюдения метеоров

В 90-е годы 20-го века американские военные опубликовали данные, собранные за два десятка лет, начиная с 1975 г., достаточно разреженной сетью различных детекторов, расположенных на Земле и в космосе. Но и они смогли зарегистрировать около 200 довольно больших болидов, выпавших в виде метеоритов на Землю. После этого для наблюдения за болидами начали создаваться и/или восстанавливаться болидные сети в США, Канаде, во многих странах Европы.

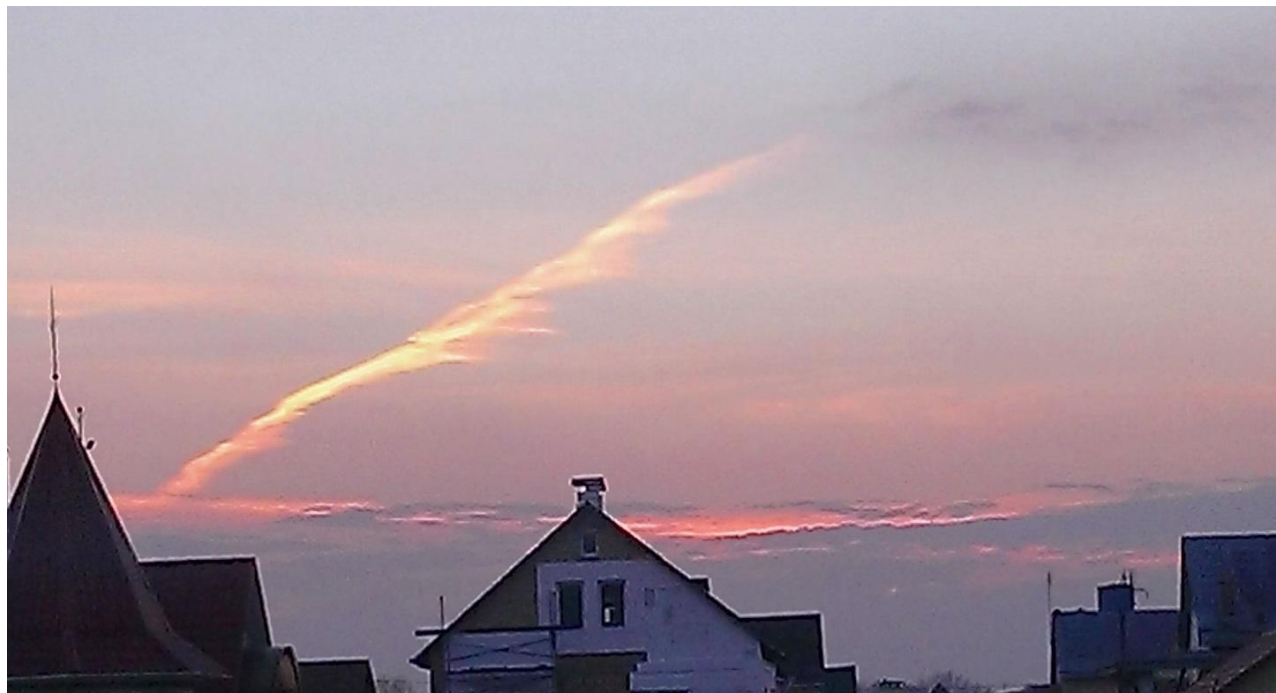


Рис. 5. След от падения сумеречного болида над Киевом (фото А.Ф. Стеклова, 27.10.2013).

Так, Испанская метеорная сеть (SPMN) начала действовать в 1997 г. с целью изучения межпланетного вещества и для лабораторного изучения «свежих» метеоритов. Этот проект основан исследователями нескольких университетов и научных центров по всей стране. Поэтому сеть растет с хорошей скоростью и имеет хорошее финансирование, получаемое как от различных исследовательских проектов, так и за счет государственных средств. С 1999 г. деятельность SPMN расширилась с целью в краткосрочной перспективе внедрить в Испании автоматизированную сеть по наблюдениям ярких болидов (Fireball Network). Для этого была разработана ПЗС камера с высоким пространственным разрешением для обзора всего неба с целью мониторинга болидов.

На 2010 г. сеть имела уже 25 видео- и ПЗС-станций мониторинга ярких болидов в атмосфере над территориями Португалии, Испании, северного Марокко и юга Франции. По наблюдениям из нескольких станций в настоящее время они получают подробную информацию о метеорных потоках и болидных событиях над Испанией и соседними странами.



Рис. 6. След сумеречного болида в Австралийском небе был виден более 20 минут (фото Гэвина Траута, 30.06.2012).

Астрономы-любители также участвуют в деятельности SPMN с конкретными программами наблюдений. Главная цель таких исследований заключается в повышении знаний о взаимодействии метеороидов с атмосферой, узнать больше о динамических механизмах доставки метеорного вещества на Землю, и о той роли, которую эти первичные тела сыграли в зарождении и происхождении жизни на Земле. Специализированная междисциплинарная группа в Испании изучает эти проблемы со всех возможных подходов.

В последние годы американские геостационарные спутники, оснащенные инфракрасными и оптическими датчиками, неоднократно регистрировали яркие вспышки в атмосфере Земли. Их светимость обычно превышает -17^m , поэтому их можно назвать суперболидами. Относительно небольшое число высокоорбитальных специализированных спутников позволяет контролировать большую часть земной поверхности и вести непрерывное, независимое от погодных условий наблюдение за Землей. Для сравнения следует отметить, что Европейская болидная сеть охватывает только 0.3% земной поверхности. Однако, например, довольно редкие спутниковые наблюдения с помощью инфракрасных датчики регистрируют всего лишь около 30 ярких вспышек в год. Наблюдения со спутников в видимом диапазоне велись в течение еще меньшего времени.

Первоначально спутниковая система наблюдений должна была контролировать выполнение договора о запрещении ядерных испытаний и запуски ракет. Но вскоре оказалось, что яркие световые вспышки в атмосфере, энергия которых была сравнима с энергией наземных ядерных взрывов, были вызваны внедрением в атмосферу и взрывным разрушением в ней крупных метеороидов. По оценкам, характерный начальный размер таких каменных тел составляет 1 - 3 м. А при условии, что эти метеороиды состоят из снега и льда, то их размер увеличивается до десятков метров.

Ранее в астрономии СССР также значительное внимание уделяли службе болидов и проблеме болидной опасности. Так, Владимир Платонович Цесевич был одним из организаторов Всесоюзной службы болидов. Всеволод Владимирович Фединский в 1973 г. возглавил работы по созданию станций службы болидов СССР. По его инициативе подобные наблюдения велись и в Сомали, Эфиопии, в странах Латинской Америки и т.д. Игорь Stanisлавович Астапович и его последователи активно проводили визуальные и фотографические наблюдения болидов и метеоров. Ими были составлены каталоги радиантов метеорных потоков, а дрейфа метеорных следов использовался при исследованиях циркуляция верхней атмосферы Земли.

Классификация следов

После драматического явления Челябинского болида многие исследователи начали делать выводы о том, что такое грандиозное зрелище следует ожидать не ранее, чем через 100-150 лет. Но уже 20 марта 2013 одному из авторов удалось получить четыре снимка трех фрагментов (рис. 4), возможно, кометного ядра, которые почти одновременно «упали» возле Киева. После этого наш авторский коллектив получил несколько тысяч различных «следов на небе», которые мы предлагаем классифицировать предварительно на следующие четыре типа: **АМ** – аэрометеорологические, **АО** – аэротехнические [5], **АК** – аэрокосмические, **ДРУГИЕ** – пока не классифицированные. Детальное изучение нашей фототеки позволяет сделать следующие заключения.

1. Нами открыт новый класс астрономических объектов – **эрдгрейзеры**, то есть кометы, «царапающие» Землю. Именно поэтому они являются самыми опасными для всего Человечества и для биосферы планеты Земля.

2. Открыт новый эффективный класс наблюдений – **сумеречные** (вечерние и утренние) визуальные, фотографические и видеонаблюдения **болидов и ярких метеоров** с целью изучения динамики их следов. Это открывает перспективную возможность создания, по примеру многих стран Америки и Европы, малых базовых обсерваторий аэрокосмического мониторинга (МБО АКМ) при университетах, педагогических институтах, астрономических обсерваториях, школах и т.д. для обеспечения постоянных автоматических (или на первых порах

полуавтоматических) наблюдений в рамках очень важной Государственной «Службы опасных болидов». Это необходимо как для развития междисциплинарной науки, так и для разнообразных служб Министерства Чрезвычайных Ситуаций (МЧС) Украины.

Особенно актуальным это является после печальных последствий падения 15.02.2013 Челябинского болида, когда было повреждено более 1000 домов и более 450 человек попали в больницы с травмами. Поэтому в каждом крупном городе можно (и нужно) создать серию таких малых базовых обсерваторий аэрокосмического мониторинга, если этот город интересуется контролем за своим аэрокосмическим окружением из соображений безопасности для своих жителей и для защиты своих зданий, сооружений и структур от космических разрушений. Стоимость простого набора необходимой для таких МБО АКМ аппаратуры составляет до 10 тыс. грн.

Особенно важно отметить, что обсерватории типа «МБО АКМ» вполне могут создавать даже любители астрономии. Это важно и перспективно также для детских, ученических научных организаций, например, для Малой Академии Наук Украины, для Украинского молодежного аэрокосмического объединения (УМАКО) «Созвездие», ассоциации планетариев Украины, а также для обсерваторий в школах, лицеях, колледжах, в обсерваториях при планетариях, в обществе «Знание» и при дворцах научно-технического творчества детей и юношества.

3. Нами предложен новый метод различения следов космических объектов (метеороидов, астероидов, кометных ядер и т.д.) от метеорологических при наличии низкой облачности с большими разрывами между ними. Поскольку низкие облака (с высотами 1-5 км) в сумерках будут уже достаточно темными, то высокие аэрокосмические следы болидов и метеоров отмеченного выше типа **АК** (с высотами 20-50 км) в течение 1-2 часов будут все еще светлыми (оранжевыми, желтыми, красными и т.д.) из-за подсветки Солнцем из-под горизонта. Поэтому в сумеречных условиях подсветки космические следы болидов и метеоров очень хорошо видны.

4. Результаты наших наблюдений также показали, что утром и вечером, а также в утренние и вечерние сумерки над Киевом очень хорошо видны шлейфы выбросов аэрозоля технической природы от заводов, фабрик и других производств. Таким образом, аэрокосмический мониторинг в период сумерек является важнейшим методом экологического контроля состояния окружающей среды жизнедеятельности человека и жизни биосферы планеты Земля. А при наличии в составе МБО АКМ легкого (даже беспилотного) летательного аппарата быстрого реагирования мы сможем для служб МЧС оперативно и точно определять предприятия, которые загрязняют воздушную среду над городами и другими населенными пунктами. В нашей Базе данных уже есть немало снимков выбросов предприятиями Киева. Пока это эпизодические ряды наблюдений, но

при финансировании работ от МЧС наши службы МБО АКМ смогут обеспечить постоянный контроль этих проблем.

Выводы.

Таким образом, мы считаем, что астрономические исследования в каждой малой базовой обсерватории аэрокосмического мониторинга должны опираться на детальные исследования взаимодействия нашей планеты с космическим окружением. А это и есть аэрокосмический мониторинг, особенно, для опасных болидных явлений. За достаточно короткий период наших наблюдений (с конца марта 2013 г.) было зафиксировано падение не менее десятка фрагментов ядер комет, не менее пяти достаточно крупных и десятки меньших фрагментов метеороидов. Поэтому становится понятным, что по примеру большинства стран Европы и Америки необходимо продолжить широкую кампанию по созданию в Украине малых базовых обсерваторий аэрокосмического мониторинга, оснащенных простой широкоугольной оптикой с малогабаритной камерой для регистрации этих явлений на персональный компьютер. По предварительным оценкам стоимость такой аппаратуры будет составлять от 10000 грн.

Для проведения комплексных наблюдений по патрулированию ярких сумеречных болидов такими простыми аппаратными комплексами могут быть оснащены как профессиональные обсерватории, так и базовые университетские, школьные и любительские наблюдательные пункты. Актуальность такой службы болидов становится жизненно важной после падения так называемого Челябинского болида 15.02.2013, поскольку тогда было повреждено более 1000 домов и более 450 человек были травмированы и доставлены в больницу.

Список использованной литературы

1. Бронштэн В.А. Физика метеорных явлений. - М.: Наука, 1981. - 416 с.
2. Видьмаченко А.П., Стеклов А.Ф. Изучение кометного вещества на земной поверхности // Вісник астрономічної школи (Astronomical School's Report). - 2013. – Т. 9, № 2. С. 146-148.
3. Кручиненко В.Г. Математико-физический анализ метеорного явления. - Киев: Наукова думка, 2012. - 294 с.
4. Федынский В.В. Метеоры. Популярные лекции по астрономии. Выпуск 4 // Гос. изд-во технико-теорет. лит-ры. Москва. - 1956. - 109 с.
5. Чурюмов К.І., Стеклов О.Ф., Відьмаченко А.П., Стеклов Є.А. Активність авіації при падінні болідів у 2014 р. // Міжнародна наукова конференція Астрономічна школа молодих вчених. Україна, Кіровоград, 29–31 травня 2014 р. Програма і тези доповідей. Київ — Кіровоград. 2014. С. 77.
6. Чурюмов К.І., Стеклов О.Ф., Відьмаченко А.П., Стеклов Є.А. Сліди на небі: класифікація та неочікувані результати регулярних спостережень // Міжнародна

наукова конференція Астрономічна школа молодих вчених. Україна, Кіровоград, 29–31 травня 2014 р. Програма і тези доповідей. Київ — Кіровоград. 2014. – С. 75-76.

7. Beech M., Brown P., Hawkes R. L., Cepolecha Z., Mossman K., Wetherill G. The fall of the Peekskill meteorite: Video observations, atmospheric path, fragmentation record and orbit // *Earth, Moon, and Planets*. 1995. - V. 68, Issue 1-3. - P. 189-197.

8. Churjumov K.I., Vidmachenko A.P., Steklov A.F., Steklov E.A. Three bright bolides in Kiev sky on 29 March 2013 // *Conference «Meteoroids 2013». Program and abstracts*. 26-30 Aug. 2013, Poznań, Poland P. 77.

9. Halliday I., Griffin A. A. A study of the relative rates of meteorite falls on the earth's surface // *Meteoritics*. - 1982. - V. 17, Mar. 31. - P. 31-46.

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ ПРОТОННЫЕ СОБЫТИЯ: ВЗГЛЯД В ПРОШЛОЕ, ПРОГНОЗ НА БУДУЩЕЕ

Л.И. Мирошниченко

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения
радиоволн им. Н.В. Пушкова (ИЗМИРАН), Москва, Троицк

Радикационные условия на орбите Земли, возмущения в ионосфере, состояние озонного слоя, ионизация верхней атмосферы и другие геофизические явления в значительной мере определяются вариациями потоков энергичных частиц (1), ускоренных на Солнце или вблизи него (солнечных космических лучей – СКЛ). На орбите Земли эти частицы регистрируются в виде солнечных протонных событий (СПС). Масштабы и значимость указанных процессов (их геоэффективность) меняются в зависимости от уровня солнечной активности (СА). Предполагается рассмотреть эту проблему для различных стадий 11-летнего цикла солнечной активности (СА), при различных уровнях СА (2) и различной частоте экстремальных солнечных вспышек (3, 4), в различные эпохи эволюции Солнца (в частности, в эпоху «молодого» Солнца). косвенные данные о потоках СКЛ в прошлом могут быть получены из природных архивов (нитраты в антарктическом и арктическом льдах, радиоуглерод в кольцах деревьев, другие космогенные изотопы). К настоящему времени имеются сведения об экстремальных СПС за период более 1200 лет (начиная с 775 года н.э.). Среди таких событий наиболее известна вспышка 1 сентября 1859 г. («событие Кэррингтона»). По нитратным данным (начиная с 1561 г.), в комбинации с результатами прямых измерений СКЛ в современную эпоху, нами построена функция распределения СПС по флюенсам протонов для орбиты Земли (4). Флюенсы СКЛ можно характеризовать определённой вероятностью их появления, с резким «завалом» функции распределения в области больших значений флюенсов (или малых вероятностей).

Рассмотрены некоторые методические и физические аспекты использования косвенных данных о СКЛ. Нами проведен критический анализ других работ по оценке флюенсов в области малых вероятностей. Показано, что прежние оценки флюенсов были явно завышены. В целом, имеющиеся данные наблюдений пока не позволяют точно решить проблему «завала спектра» и оценить максимальные возможности солнечного ускорителя. Это существенно ограничивает экстраполяцию полученных результатов в прошлое и будущее, на периоды с уровнем солнечной активности, отличным от современного (4). Тем не менее, данные о солнечных космических лучах и их геофизических эффектах позволяют лучше понять механизмы солнечно-земных связей, что, в свою очередь, важно для моделирования эволюции биосферы Земли в прошлом и будущем (2), для поиска возможных очагов жизни на Марсе и других телах Солнечной системы (3).

Список літератури

1. Л.И. Мирошниченко. Физика Солнца и солнечно-земных связей. - Москва, НИИЯФ МГУ: Университетская книга, 2011, 174 с., lib.qserty.ru/static/tutorials/133_Miroshnichenko_2011.pdf
2. В.Н. Обридко, Л.И. Мирошниченко, М.В. Рагульская, О.В. Хабарова, Е.Г. Храмова, М.М. Кацова, М.А. Лившиц. Космические факторы эволюции биосферы: Новые направления исследований. - Проблемы эволюции биосферы. - Серия «Гео-биологические системы в прошлом». Москва, Палеонтологический Институт РАН, 2013, с.66–94, <http://www.paleo.ru/institute/files/biosphere.pdf>.
3. L.I. Miroshnichenko. Cosmic Rays and Evolution of the Biosphere: Search for New Approaches. – Proc. Int. Conference “Space Weather Effects on Humans in Space and on Earth”. 2013, v.1, p.110-136. <http://www.iki.rssi.ru/print.htm>
4. L.I. Miroshnichenko, R.A. Nymmik. Extreme fluxes in solar energetic particle events: Methodological and physical limitations. - Radiation Measurements, 2014, v.61, p.6-15.

SEARCH FOR PERSEID SHOWER METEOROID IMPACTS ON THE MOON ON AUGUST 13, 2009

A. A. Berezhnoy¹, Yu. V. Pakhomov², K. I. Churyumov³, R. Lena⁴, V. Mangano⁵, M. Iten⁶, S. Velichko^{7, 8}, S. Sposetti⁹, Yu.I. Velikodsky⁸

¹ Sternberg Astronomical Institute, Moscow State University, Universitetskij pr., 13, Moscow, 19991 Russia; ² Institute of Astronomy, Russian Academy of Sciences, Pyatnitskaya Street 48, Moscow, 119017 Russia; ³ Astronomical Observatory, Shevchenko National University, Observatorna Street 3, Kiev, 04053 Ukraine; ⁴ Geologic Lunar Research (GLR) Group, Via Cartesio 144, sc. D, 00137 Rome, Italy; ⁵ INAF-IAPS, Institute of Astrophysics and Planetology from Space, via del Fosso del Cavaliere 100, 00133 Rome, Italy; ⁶ Garden Observatory via Terriciole 15, CH-6596 Gordola, Switzerland; ⁷ Terskol branch, Russian Academy of Sciences, Pyatnitskaya

Street 48, Moscow, 119017 Russia; ⁸Institute of Astronomy, Kharkiv National University, 35 Sumskaya Street, Kharkiv, Ukraine; ⁹In Fun I Vign 7, CH-6525 Gnosca, Switzerland.
Contact: ber@sai.msu.ru

Introduction:

Quick increase of brightness of Na D1 and D2 lines during maximum of Perseid 2009 meteor shower on August 13, 2009, 0-1 UT was detected and explained by impacts of Perseid meteoroids [1]. Theoretical studies show that alkali metals are released to the lunar exosphere mainly in the form of atoms during collisions between meteoroids and the Moon [2]. For further study of the properties of the lunar exosphere, additional observations were performed in February and March 2014 during the quiet period, when the activity of meteor showers was minimal.

Spectral Observations and Data Analysis:

The spectroscopic observations of NaI D1 (5896 Å), NaI D2 (5890 Å), and KI (7699 Å) resonance lines in the lunar exosphere were performed on February 3, 5, and 6, and March 9, 2014 with echelle spectrographs MMCS (Multi Mode Cassegrain Spectrometer) and MAESTRO (MATRIX Echelle SpectROgraph) at the 2-m Zeiss telescope (Terskol branch of Institute of Astronomy of Russian Academy of Sciences, Kabardino-Balkaria, Russia). At MMCS the slit of the spectrograph has height of 10" and width of 2", and at MAESTRO 4" and 2", respectively. One, five, and six echelle spectra were obtained at the distance of 100" (180 km) from the lunar limb above the north pole on February 3 (16:39-16:59 UT), 5 (16:10-18:23 UT), and 6 (16:43-19:21 UT), respectively. Nine coude spectra were obtained at the distance of 100" (180 km) from the lunar limb above the north pole on March 9, 2014 in the time range 17:24-21:22 UT. The exposure time of each spectrum was equal to 1 200 s.

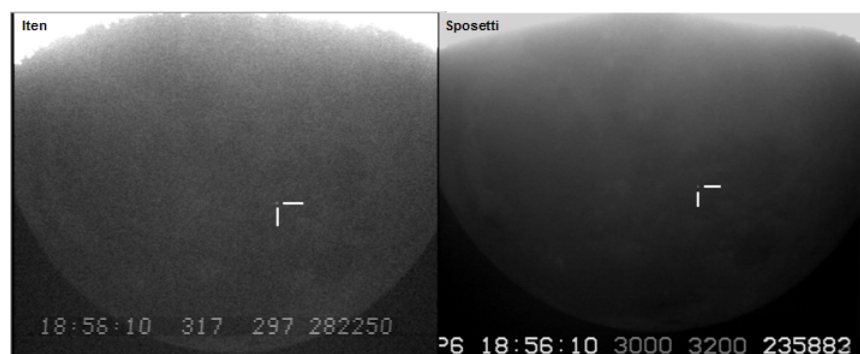
We used the CCD with size of 1245x1152, at MMCS 32 spectral orders in the range from 3738 to 7738 Å were registered. The resolution was $R = 13\,500$; the signal to noise ratio in the spectra was about 100 at the position of NaI D1 line. At MAESTRO these values are 45 000 and 100, respectively, and the wavelength range is from 3559 to 10283 Å. The intensity of Na D2 line on February 3, 5, and 6, 2014 was estimated about 10 R, this value is significantly lower than that during the Perseid 2009 meteor shower, about 150 R [1]. Significant short-term variability of the intensity of Na D2 line was not detected during beginning of February 2014.

Search for impact-produced optical flashes at the Moon:

During the survey carried out in 2014 year two probable meteoroid impacts on the lunar surface, during post-new Moon periods, were detected. These flashes were independently and simultaneously recorded by two telescopes (125 mm refractor and

280 mm reflector) equipped with videocams (Watec 902H2Ult) placed in Switzerland at a distance of 10.0 km. The first event was detected on January 7, 2014 at 18:19:31 UT (at selenographic coordinates of 15.5°W and 19.5°N) lasting 2 video fields (0.04 s) but due to lacking comparison stars the peak brightness of the flash was not measured. The second event, recorded by two Swiss observatories, occurred on March 6, 2014 at 18:56:10 UT (see Fig. 1), during attempt of the simultaneous spectral observations of the lunar exosphere. The third observatory in Rome (equipped with a 130 mm refractor) was not operated due to clouds. The coordinates of the flash was determined to 20.0°W and 8.5°S. The faint flash reached a peak brightness of 9.0 ± 0.3 V mag (airmass 1.46). The whole duration of the flash corresponds to about 0.04 s lasting 2 video fields (1 field = 20 ms). According to the International Meteor Organization [3] at the beginning of March 2014 the Gamma Normids (GNO) meteor shower ($V_{\infty} = 56 \text{ km s}^{-1}$) was active. However, the impact could also be attributable to a sporadic meteoroid ($V_{\infty} = 16.9 \text{ km s}^{-1}$). Based on a nominal model with conversion efficiency from kinetic to optical energy of 2×10^{-3} , the mass of the impactor is estimated to be about 0.08 kg or 0.9 kg assuming a GNO shower or a sporadic origin, respectively. It should be noted, however, that these values are “nominal”, since the results includes uncertainties in the projectile density, meteoroid mass, and luminous efficiency. Based on a modelling analysis (Gault’s scaling law assuming the density of both meteoroid and lunar material to be 3000 kg m^{-3}), the meteoroid likely produced a crater of about 3-6 m in diameter [4].

Figure 1. Detected impact of meteoroid on the Moon on March 6, 2014, 18:56:10 UT.



Due to bad weather spectral observations of the lunar exosphere were not performed on March 6, 2014. However, sensitivity of used technique is not high enough for detection of increase in Na and K line intensities after faint flashes similar to that occurred on March 6, 2014. We can easily detect significant changes in the properties of the sodium lunar exosphere only after 20 kg high-speed impact [1].

Conclusions:

Used technique for search for optical flashes on the Moon is suitable for detection of even faint flashes caused by 0.1 kg sporadic meteoroids. The intensity of Na D2 line during quiet period on February 3-6, 2014 was significantly lower than that during maximum of the Perseid 2009 meteor shower. This observed fact can be interpreted that during activity of main meteor showers meteoroid bombardment is the main source of exospheric Na atoms at the poles of the Moon. Performing of additional simultaneous spectral observations of the lunar exosphere and search for optical flashes is required during activity of main meteor showers such as Geminids, Quadrantids, and Perseids.

Acknowledgements:

Authors would like to thank the staff of Terskol Observatory for performing of the observations.

References:

1. Berezhnoy, A.A., Churyumov, K.I., Kleshchenok, V.V. et al. Properties of the lunar exosphere during the Perseid 2009 meteor shower, Planetary and Space Science, Vol. 96, pp. 90-98, 2014
2. Berezhnoy, A.A. Meteoroid bombardment as a source of the lunar exosphere, Advances in Space Research, Vol. 45, pp. 70-76, 2010.
3. IMO site, 2014 <http://www.imo.net/node/1540>
4. Melosh, H. J., 1989. Impact Cratering: A Geologic Process. Oxford Univ. Press, New York

KOMÉTY V ROKU 2015

Eduard Pittich

Slovak Academy of Sciences, **Astronomical** Institute, Slovakia

V roku 2015 očakavame navrat 67 známych periodických komet. Tri z nich – komety D/1886 K1 Brooks 1, D/1884 O1 Barnard 1 a D/1766 G1 Helfenzrieder však asi nenajdeme. Dnes ich pokladame za stratene. Astronomovia každú z nich pozorovali iba raz, pri objave. Prvu z nich v roku 1886, druhu v roku 1884 a tretiu ešte skor, v roku 1766. Do zoznamu sme zaradili aj päť komet objavených pred prechodom periheliom. V prehľadnej tabuľke majú v stĺpci pre počet pozorovaných návratov uvedenú nulu. Prve dve z nich – C/2013 G9 Tenagra a C/2012 F3 PANSTARRS – sa pohybujú po drahe hyperbolickej, ďalšie tri komety – P/2012 F5 Gibbs, P/2012 LPQ Palomar a P/2013 C2 Tenagra – majú drahy eliptické. Prvá z nich má drahu takmer kruhovú, druhá blízku parabole a tretia je typickou periodickou kometou s periodou 64,38 roka. Všetky tri tieto komety prejdú periheliom v tomto roku.

Pre kometu 51P Harrington uvádzame v tabuľke tri skupiny elementov – A, D, C, pre kometu 141P Machholz 2 dve skupiny elementov – A, D. Do perihelia by sa v tomto

roku mali vrátiť aj tri komety zo skupiny komet SOHO, P/1999 R1 SOHO, P/1999 J6 SOHO a P/1999 U2 SOHO. V tomto roku z krátkoperiodických komet najjasnejšou bude podľa predpovede stratena kometa D/1766 G1 Helfenzrieder, s odhadovanou maximálnou jasnosťou $+7,1^m$. Za ňou by mala nasledovať kometa 141P Machholz 2 (A), so zdanlivou maximálnou jasnosťou $+8,4^m$, kometa P/1999 R1 SOHO, so zdanlivou maximálnou jasnosťou $+9,0^m$, kometa 88P Howell, so zdanlivou jasnosťou $+10,3^m$, kometa 141P Machholz 2 (D), so zdanlivou maximálnou jasnosťou $+11,2^m$ a kometa P/1999 U2 SOHO, so zdanlivou maximálnou jasnosťou $+11,9^m$.

Najjasnejšou kometou na oblohe z neperiodických komet by mala byť kometa C/2012 F3 PANSTARRS, so zdanlivou maximálnou jasnosťou $+14,2^m$. Rok 2015 teda nebude z hľadiska jasnosti krátkoperiodických komet celkom priaznivý na ich pozorovanie malými ďalekohľadmi.

V počte pozorovaných návratov patrí v tomto roku prvenstvo komete 7P Pons Winnecke. Od objavu v roku 1819 Jean Louis Ponsom v Marseille a do blízkosti Slnka vrátila už 33-krát, z ktorých 23-krát sme ju pozorovali. Najdlhšie sa nam stratila na 6 obbehov po objave. Znovu ju objavil Friedrich August Theoder Winnecke v roku 1858 z Bonnskej hvezdarne. Za ňou nasleduje kometa 10P Tempel 2 s 22-mi pozorovanými návratmi a kometa 6P d'Arrest s 19-imi pozorovanými návratmi do perihelia. Kometu 22P Kopff sme pozorovali pri návrate periheliom 16-krát, kometu 19P Borrelly štrnásťkrát, kometu 44P Reinmuth 2 desaťkrát, 88P Holmes, 57P du Toit Neujmin-Delporte, 51P Harrington, 67P Churyumov-Gerasimenko a 61P Shajn-Schaldach sedemkrát, 86P Wild 3, 42P Neujmin 3 a 113P Spitaler päťkrát, 148P Anderson-LINEAR a 162P Sideng-Spring štyri razy, komety 92P Sanguin, 141P Machholz 2, P/1999 R1 SOHO, P/1999 J6 SOHO, 230P LINEAR, a 180D NEAT tri razy, a patnať komet – 201P LOENOS, 218P LINEAR, 268P Bernardi, 205P Giacobini, 220P McNaught, 196P Tichy, 233P La Sagra, 221P LINEAR, 140P Bowell-Skiff, 34P Gale, 151P Helin, 214P LINEAR, 249P LINEAR, P/1999 U2 SOHO a 204P LINEAR-NEAT dva razy. Ostatných 27 komet astronómia pozorovali iba pri jednom prechode periheliom v čase ich objavu.

Zoznam očakávaných komet spolu s elementmi ich dráh, ako aj ďalšími údajmi uvádzame v pripojenej tabuľke. Vyznam jednotlivých stĺpcov je nasledujúci: poradové číslo komety podľa času prechodu periheliom, názov komety, počet pozorovaných návratov do perihelia od objavu, označenie prvého a posledného pozorovaného návratu do perihelia, datum prechodu periheliom v roku 2015, argument perihelia i , dĺžka vystupného uzla, sklon drahy i , periheliova vzdialenosť q , excentricita drahy e , obežná doba P , minimálna vzdialenosť od Zeme pri tohoročnom návrate d_{min} a predpokladaná maximálna jasnosť pri tohoročnom návrate m_{max} .

67P Churyumov-Gerasimenko poodhalila o trochu viac tajomstvo komet už v predchádzajúcom roku, keď na obežnej drahe okolo komety zakotvila 6. augusta 2014 kozmická loď Európskej vesmírnej agentúry Rosetta. Že sa objektom Rosetty stala prave

tato kometa, je viac-menej nahoda, alebo ak chceme, suhrn pre kometu šťastných okolností, sprevádzajúcej ju od objavu. V polovici roka 1969 Svetlana Gerasimenko a Klim Čurjumov, mladí ukrajinskí astronómovia, prišli z Kyjeva do Almaatskeho observatória v Kazachstane pozorovať komety. 9. septembra 1969 Gerasimenko nafotografovala 50-cm, f/2,4 Maksutovovým ďalekohľadom kometu 35P Comas Sola. V strede, pre nedostatok vyvojky zle vyvolanej platne, uvidela malú svetlú škvrnu. V prvej chvíli chcela platňu zničiť ako nepodarok. Našťastie tak neurobila. Rovnako oblasť oblohy pozorovali Svetlana a Klim.



Klim Ivanovič Čurjumov, Jean-Jacques Dordain (riaditeľ ESA) a Svetlana Ivanova Gerasimenko v roku 2004 (Ch. Sotty)

67P Churyumov-Gerasimenko ešte dvakrát pred touto nie príliš dobre vyvolanou platňou a Klim znova dvakrát, o týždeň neskôr. Nebyť nepodarenej platne, tak na týchto štyroch expozíciách, ako spomína Čurjumov, by si asi nevšimli malý jasnejší fliačik na okraji ich poli. Kometa sa pohybuje okolo Slnka po krátkoperiodickej drahe s obežnou dobou 6,5 roka. Od objavu prešla perihéliom už sedem krát. Vždy sme ju mali možnosť pozorovať.

Jadro kométy 67P Churyumov-Gerasimenko. Zo vzdialenosti 28.6 km ho 19. Septembra 2014 nasnímal kamera OSIRIS kozmickej lode Rosetta (ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team MPS/UPD/LAM/IAA/SSO Sotty)

Kozmická loď Rosetta mala povodne letieť ku krátkoperiodickej komete 45P Wirtanen, s priemerom jadra okolo 1,2 km. V čase, kedy malo prísť k vypustení Rosetty k tejto komete, nastali problémy s nosnou raketou Ariane 5. Štartovacie okno pre Rosettu bolo iba 2 týždne. Nestihlo sa. Preto planované vypustenie Rosetty ku komete Wirtanen, 12. januára 2003, sa nekonalo. Narychlo sa hľadala iná vhodná krátkoperiodická kometa pre Rosettu. Po ťažkých diskusiách vyber padol na kometu Churyumov-Gerasimenko. Je to kometa s väčším jadrom ako Wirtanen, asi 3×5 km, ale má malý sklon drahy k ekliptike, 7° . Preto sa k nej Rosetta môže priblížiť celkom ľahko. Aj takýto osud pripravili ľudia komete 67P Churyumov-Gerasimenko. A zda sa, že nas

kometa nesklamala. V tomto roku bude kometa od aprila nad obzorom rano, pre vychodom Slnka. S pribudajucimi dňami bude stale vyššie a dlhsie na oblohe. Jej zdanliva jasnosť bude podľa predpovede začiatkom aprila +15, 7m, najjasnejšia bude v auguste, +12, 7m. Potom sa jasnosť komety začne znižovať, a koncom roka dosiahne iba +14, 6m.

ОБ ОДНОМ УРАВНЕНИИ ДВИЖЕНИЯ МЕТЕОРОИДНОЙ ЧАСТИЦЫ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ФОТОНОВ И ПРОТОНОВ

¹Е.Н. Тихомирова, ²Н.И. Перов

^{1,2}ГАУК ЯО «Центр имени В.В.Терешковой», Ярославль, Россия

Для учета влияния элементарных частиц (фотонов и протонов) на орбитальную эволюцию метеороидов, уравнение (1) представим в виде (2) и (3)

$$\ddot{\mathbf{r}} = -GM'\mathbf{r}/r^3 - 2\pi R^2 q r_{s-E}^2 / (Mc^2) v \cos \mathbf{u} \mathbf{r} / r^3 -$$

$$(1 + \gamma) \pi R^2 q r_{s-E}^2 / (Mc^2 r^2) v \sin \mathbf{e}_t \quad (1)$$

Здесь G – гравитационная постоянная, r – расстояние между Солнцем и частицей, R – радиус частицы, M – масса частицы, c – скорость света, q – солнечная постоянная, для среднего расстояния от Земли до Солнца r_{s-E} , $\mathbf{e}_r$ и $\mathbf{e}_t$ – единичные векторы радиального и трансверсального направлений, M' – редуцированная масса Солнца. Параметр γ , $0 < \gamma < 0.6$, введен для учета влияния протонов на орбитальную эволюцию метеороидов.

Уравнение (1) для сферических частиц с плотностью ρ , движущихся в гравитационном поле Солнца, масса которого M_s , запишем в полярных координатах (2), (3).

$$\ddot{r} = r\dot{\phi}^2 - \frac{GM_s}{r^2} \left(1 - \frac{3qr_{s-E}^2}{4GM_s c \rho R} \right) - GM_s (1 + \gamma) \cdot \frac{3qr_{s-E}^2}{2GM_s c \rho R} \cdot \frac{\ddot{\phi}}{c r^2};$$

(2)

$$\ddot{\phi} = -\frac{2\dot{r}\dot{\phi}}{r} - GM_s (1 + \gamma) \cdot \frac{3qr_{s-E}^2}{4GM_s c \rho R} \cdot \frac{\dot{\phi}}{c r^2}. \quad (3)$$

В качестве единицы длины примем расстояние от Земли до Солнца, за единицу массы примем массу Солнца, положим $G=1$. В принятых единицах измерений соответствующих величин, орбитальный период движения Земли $T=2\pi$. Используя прикладные программы системы “MAPLE-15”, включая метод численного интегрирования Рунге–Кутты 4 порядка, большую полуось ось a и эксцентриситет e оскулирующей орбиты метеороида, будем вычислять из соотношений (4) и (5).

$$a = 1 / \left(\frac{2}{r} - \frac{R^2 + r^2 \Phi^2}{1 - \beta} \right), \quad (4)$$

$$e = \sqrt{1 + \frac{r^4 \Phi^2 (R^2 + r^2 \Phi^2 - 2GM_S(1 - \beta)/r)}{G^2 M_S^2 (1 - \beta)^2}}. \quad (5)$$

Здесь $\beta = (\pi R^2 q r_{S-E}^2) / (GM_S M c)$.

Сравним значения большой полуоси a и эксцентриситета e оскулирующей орбиты метеороида, полученные из уравнения (1), с их значениями, полученными с помощью инварианта (6), – после решения осредненного уравнения (1).

$$a/a_0 - (1 - e_0^2) e^{\frac{4+2k}{5+2k}} / (1 - e^2) e_0^{\frac{4+2k}{5+2k}} = 0 \quad (6)$$

Для примеров в начальный момент времени примем следующие значения параметров: $a_0 = 5$ а.е., $e_0 = 0.99$, $\rho = 1000$ кг/м³, $k = 1.5$. Для значений величин, вычисленных из соотношений (1) – (5) используем индекс « γ », а для величин, удовлетворяющих инварианту (6) используем индекс « k ».

Пример 1. Радиус метеороида $R = 100 \cdot 10^{-6}$ м., рассматриваемый интервал времени 17800 единиц: $e_k \approx e_\gamma = 0.945$; $a_\gamma = 0.901$ а.е., $a_k = 0.896$ а.е.. **Пример 2.** Радиус метеороида $R = 10 \cdot 10^{-6}$ м., рассматриваемый интервал времени 2700 единиц: $e_k \approx e_\gamma = 0.520$; $a_\gamma = 0.080$ а.е., $a_k = 0.078$ а.е. Из приведенных выше примеров видно, что относительная погрешность вычисления величин a и e с использованием инварианта (6), полученного авторами не превышает 3% (в рассматриваемой модели гелиоцентрического движения метеороидов с учетом влияния на них фотонов и протонов). Инвариант (6) предполагается использовать наряду с известными инвариантами Тиссерана, Драммонда и Козай–Лидова.

PHOTOMETRY OF COMETS 9P/TEMPEL 1 AND C/2004 Q2 (MACHHOLZ) THROUGH BVRI FILTERS

¹K.I. Churyumov, ²L.S. Chubko, ¹V.O. Ponomarenko, ¹O.R. Baransky

¹Kyiv Shevchenko National University

²Kyiv National Aviation University

The main target of the two space missions (Deep Impact and Sturdust-NEXT comet 9P/Tempel 1 and comet C/2004 Q2 (Machholz) were observed with the SCORPIO spectrograph installed in the Prime Focus of the 6-m telescope of the Special Astrophysical Observatory of the RAS on March 14-16, 2005 (Mount Pastukhov, Nizhny Arkhyz, Northern Caucase, Russia) by V.L. Afanasiev, K.I. Churyumov and L.S. Chubko. The observations were obtained 2.5 months before collision of the copper impactor of the Deep Impact spacecraft and the comet 9P/Tempel nucleus with the help

of the SCORPIO (Spectra Camera with Optical Reducer for Photometrical and Interferometrical Observations) through wideband BVRI filters. The following results were obtained. 1. Comet **9P** had on March 15, 2005 the following magnitudes: $B = 16.5$, $V = 15.8$, $R = 15.5$, $I = 15.3$. 2. Comet **C/2004 Q2** had on March 14, 2005 the following magnitudes: $B = 12.1$, $V = 12.0$, $R = 11.9$.

As are seen from these observations $B-V=0.7$ for comet 9P and $B-V=0.1$ for comet Machholz. BVRI photometry of comet Tempel 1 and Machholz had shown that comet 9P has color as the Sun (a little redder than the Sun), but comet Machholz was bluer very much than the Sun.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ КУРСУ «СУПУТНИКОВА ГЕОДЕЗІЯ ТА СФЕРИЧНА АСТРОНОМІЯ» У ВУЗАХ

Л.Чубко

Національний авіаційний університет

Курс «Супутникова геодезія та сферична астрономія» є одним із фундаментальних курсів при підготовці фахівців напряму «Геодезія, картографія та землеустрій». Нами висвітлено питання введення небесних систем координат і систем відліку часу, переходів між ними, врахування прецесії, нутації та інших факторів, що впливають на визначення видимих координат штучних та природних супутників Землі, а також способи вивчення фігури та гравітаційного поля Землі та інших небесних тіл з використанням супутникових вимірювань.

ДОСЛІДНИЦЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ СТУДЕНТІВ ПРИ ВИВЧЕННІ АСТРОНОМІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

О.В. Мозговий, В.П. Думенко

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського,
Україна

Сучасна освіта має на меті розвивати творчі та інтелектуальні здібності студентів, тому особливого значення набувають інноваційні методи навчання. Серед основних сучасних інноваційних ідей при викладанні астрономії можуть бути застосовані три концепції: концепція співпраці, концепція розвиваючого навчання, концепція проблемного навчання.

Зміст навчальної програми з астрономії дає можливість організовувати навчальну діяльність студентів в рамках дослідницької орієнтації. Такий підхід до

викладання астрономії сприяє не тільки засвоєнню інформації, але й розвитку творчих здібностей та формуванню якостей майбутнього вчителя сучасної школи.

При використанні пошуково-дослідницького методу можуть використовуватися як індивідуальні творчі завдання, так і наукові проекти, що будуть розроблятися групою студентів. Метод проектів, як спосіб організації процесу пізнання і є певною послідовністю дій дозволяє досягти реального результату. Останній підхід дає можливість застосовувати інтерактивні методи навчання, що базуються на концепції співпраці.

Застосування запропонованого пошуково-дослідницького методу може поєднувати астрономічні спостереження і комп'ютерне моделювання, а також інтегрувати знання з інших наук і сфер діяльності. Крім того необхідним є застосування сучасних мультимедійних засобів навчання, зокрема використання сучасної наукової інформації, яка є доступною в мережі Internet, віртуальних планетаріїв, комп'ютерних програм для обробки астрономічної інформації, програм для створення презентацій.

Розглянемо використання методу творчих наукових проектів при викладанні деяких тем з астрономії. Метод проектів передбачає: формування мети і завдань, складання плану, збір наукової інформації, оформлення і захист результатів.

Може бути запропонована така тематика проектів:

1. Путівник по зоряному небу.
2. Сучасні дослідження сонячної системи та їх перспективи.
3. Сонячно-земні зв'язки: особливості нинішнього циклу сонячної активності, аналіз впливу сонячної активності на клімат Землі.
4. Календар найцікавіших астрономічних явищ.

Для отримання астрономічної інформації можна скористатися астрономічними форумами: <http://www.starlab.ru/index.php>, <http://www.astronomy.ru/forum/index.php>, онлайновими астрономічними бібліотеками (<http://www.astrolib.ru/library>, <http://heritage.sai.msu.ru/>), сайтами професійних обсерваторій (<http://www.crao.crimea.ua/> Кримська Астрофізична Обсерваторія (КрАО), <http://www.salt.ac.za/> Южно-Африканский Большой Телескоп (SALT), <http://www.gemini.edu/> Телескоп Гемини (8м)), віртуальні планетарії (Stellarium (freeware) <http://www.stellarium.org/>, HNSky - (freeware) <http://www.hnsky.org/>)

Отже, проаналізований у статті метод пошуково-дослідницької діяльності дає можливість поєднувати сучасні технології навчання із традиційними методами і при цьому розвивати творчі та професійні здібності студентів.

МОТИВАЦІЙНО-ЦІЛЬОВА КОМПОНЕНТА У МЕТОДИЧНІЙ ПІДГОТОВЦІ ВЧИТЕЛЯ АСТРОНОМІЇ

І.А.Ткаченко
УДПУ імені Павла Тичини, Умань, Україна

Формування мотиваційно-цільової компоненти у методичній підготовці майбутнього вчителя астрономії здійснюється, передусім, через оволодіння ним предметними знаннями з астрономії. Астрономічні знання ж є невід'ємною складовою частиною наукової картини світу, підґрунтям для розвитку багатьох природничих наук та уявлень людини про навколишній світ в цілому і становлять основу наукового світогляду. Предметні знання з астрономії мають бути методично зорганізовані декількома способами: наукові факти та інші знання емпіричного характеру подаються як результат спостережень і експериментів (у тому числі й різних видів віртуального експерименту); узагальнення теоретичних понять і взаємозв'язків між ними здійснюється шляхом формалізації: на основі узагальнених планів вивчення окремих видів (груп) наукових понять, що мають єдину логічну структуру та узагальнень «модельного» типу, тобто шляхом створення ідеалізованих об'єктів. Складовими навчальних досягнень суб'єктів навчання з астрономії є не лише володіння навчальним матеріалом та його відтворення, а й уміння та навички знаходити потрібну інформацію, аналізувати та застосовувати її в межах програмних вимог до результатів навчання. Навчальний ілюстративно-інформаційний матеріал, як правило, різночинний: один націлює на репродуктивні форми мислительної діяльності, а інший – веде до розвитку продуктивного мислення.

Як емпіричні, так і теоретичні знання майбутні учителі астрономії можуть здобути й у процесі виконання спеціально підібраних завдань розвиваючого характеру. Тому й організація роботи із відповідним навчальним матеріалом повинна бути адекватною з проєктованим у ньому типам мислительної діяльності. У наш час на підставі астрономічних досліджень значною мірою формуються принципи пізнання матерії та Всесвіту, найважливіші наукові узагальнення.

Цільова компонента у процесі пізнання виступає стимулюючим регулятором у практичній навчальній діяльності. Спрямовуючи й організовуючи процес пізнання як спонукальну силу, ціль є складним інтегральним поєднанням знань, емоцій та цінностей. Без усвідомлення змісту цінностей, якими керується людина, неможливо визначити цілі її діяльності. Як наслідок, невпинно зростає практична значимість астрономічних досліджень, які суттєво сприяють розвитку фізики, хімії, інших природничих наук, техніки й енергетики. Наразі дістали новий імпульс ідеї про нескінченність, але обмеженість Всесвіту, його симетрію і додекаедральну форму, що допускає просторово-часову багатовимірність, а отже і можливості множинності Всесвітів (теорії «суперструн» і «бран»). Набувають реальності об'єктів дослідження «фізичний вакуум», «темна матерія», «темна енергія», які є атрибутами буття і саморозвитку природи. Зв'язок астрономії з

іншими науками, її вплив на розвиток культури й технологій є складним і багатогранним. Рівень розвитку астрономії визначає основи світогляду переважної більшості людей. Астрономія продовжує суттєво впливати на розвиток усіх філософських вчень, а її внесок у розвиток цивілізації важко переоцінити. Астрономія дає можливість людині сприймати світ не як набір роз'єднаних природних або суспільних компонентів, а як єдину взаємозалежну природну систему, що живе і розвивається за відповідними законами. Разом з тим, астрономія виконує подвійну соціальну функцію – прикладну (орієнтація людини в часі та просторі, що є необхідною умовою її виробничої діяльності, її соціального та повсякденного життя) і загальнокультурну.

Тому, ставлення студентів до процесу пізнання, до оцінних суджень відносно того чи іншого елемента астрономічних знань є значущими моментами в їх підготовці як фахівців. У результаті такого підходу ціннісно-орієнтаційна складова астрономічної освіти невід'ємна від предметно-пізнавальної, органічно вплетена в неї і становить мотиваційну, смислову основу навчання.

ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ З АСТРОНОМІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

О.В. Мозговий, В.П. Думенко, А.І. Білюк

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського,
Україна

Астрономія як навчальна дисципліна має ряд особливостей. Вона відрізняється, по-перше абстрактністю понять, недоступністю явищ і процесів сприйняття, відмінністю видимого і дійсного, по-друге необхідністю інтегрування знань з різних областей і застосуванню фізичних методів дослідження і законів до об'єктів космосу. Особливістю курсу астрономії є те, що вона немислима без спостережень та наочних посібників. Тому особливо важливим для формування астрономічних понять є лабораторний практикум. Він повинен поєднувати реальні спостереження з комп'ютерним моделюванням, а також використовувати дані професійних астрономічних обсерваторій, космічних телескопів. Дані отримані сучасними засобами спостережень сонячною обсерваторією «SOHO», космічним телескопом «Hubble», марсоходами «Spirit» і «Opportunity», апаратом «Cassini», космічною місією «Розетта» дають можливість підвищити якість лабораторного практикуму.

При виконанні лабораторної роботи «Дослідження сонячної активності» студенти можуть скористатися даними космічної обсерваторії «SOHO», яка постійно веде спостереження за станом Сонця в декількох діапазонах. Результати спостережень розміщені на сайті

<http://sohowww.estec.esa.nl/data/realtime-images.html>. Користуючись цими даними можна сформулювати різні завдання для лабораторної роботи.

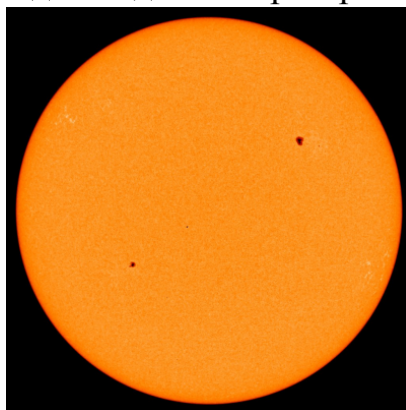


Рис. 1. Плями і активні області на Сонці

Ще одним прикладом лабораторної роботи може бути лабораторна робота: «Дослідження поверхні планет та їх супутників», для виконання якої використовуються дані <http://photojournal.jpl.nasa.gov/index.html> – Фото-архів знімків тіл Сонячної системи, які отримані всіма місіями NASA, <http://www.lowell.edu/users/ijw/> – новини по супутниках Юпітера, <http://pds.jpl.nasa.gov/planets/> – галерея знімків планет і супутників, <http://cass.jsc.nasa.gov/moon.html> – Місяць.



Рис. 2. Еруптивний протуберанець. . Зображення Н-альфа - NOAA Space Environment Center.

Під час виконання астрономічних спостережень: «Вивчення видимого зоряного неба» використовується віртуальний планетарій Stellarium.



Рис. 3. Вигляд видимого зоряного неба

Отже, комп'ютерні технології і використання даних сучасних космічних апаратів дають можливість підвищувати ефективність лабораторного практикуму і знайомлять студентів з останньою науковою інформацією.

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ МОДЕЛЕЙ МАТЕМАТИКА 8 ЯК ДИДАКТИЧНОГО ЗАСОБУ НА УРОКАХ АСТРОНОМІЇ

О.В. Кузьминський

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського,
Україна

У процесі розвитку особистості світорозуміння та світосприйняття займає одне з ключових місць. Формування знань про навколишній світ не можливе у повній мірі без астрономії. Під час оволодіння астрономічними знаннями в свідомості дитини формується картина світу. Світ відкривається як безкрайній Космос. Через закладений природою в людині інтерес до зоряного неба, до Всесвіту, астрономії у дітей формується прагнення до природничо-наукових знань на наступному ступені освіти. Актуальність проблеми формування в учнів основ світорозуміння в процесі ознайомлення з явищами навколишнього світу на соціально-педагогічному рівні продиктована тим, що соціальне замовлення держави в освіті спрямоване на розвиток соціально-активної особистості дитини, здатної до пізнання навколишнього світу, що відображено в «Концепції астрономічної освіти».

Вивчення та аналіз літератури з проблем формування наукової картини

світу у школярів вказує на ряд протиріч:

- між соціальною потребою суспільства в дослідженні проблеми формування основ наукового світорозуміння у дітей в процесі ознайомлення з навколишнім світом (на матеріалі астрономії) і недостатньою кількістю дидактичних матеріалів, що забезпечують успіх формування знань;
- між визнанням значущості астрономічного виховання як джерела формування наукового світогляду і відсутністю сучасних досліджень, що визначають теоретичні основи ознайомлення дітей з навколишнім світом;
- між великим розвивальним потенціалом, закладеним в астрономічних знаннях і недостатнім науково-методичним забезпеченням процесу формування основ наукового світогляду учнів.

Для ефективного навчання астрономії учнів, поширення астрономічної інформації (новин, цікавих фактів, результатів досліджень тощо), необхідно використовувати сучасні дидактичні засоби наочності.

До уроків астрономії у школі нами розроблено комплекс інтерактивних моделей, що ілюструють ключові або «проблемні» теми курсу. Під «проблемними» темами розуміємо складні для розуміння питання, що в основному визначають просторову орієнтацію (системи координат, взаємне розміщення астрономічних об'єктів, тощо).

Моделі виконані у середовищі Mathematica 8. Mathematica — система комп'ютерної алгебри компанії WolframResearch. Містить багато функцій як для аналітичних перетворень, так і для чисельних розрахунків. Крім того, програма підтримує роботу з графікою і звуком, включаючи побудову дво- і тривимірних графіків функцій, малювання довільних геометричних фігур, імпорт та експорт зображень і звуку.

Частина моделей (рис.1,2) мають керований математичний апарат для ілюстрації астрономічних формул та обчислення конкретних параметрів.

Форма та розташування орбіти зірки поблизу центру галактики

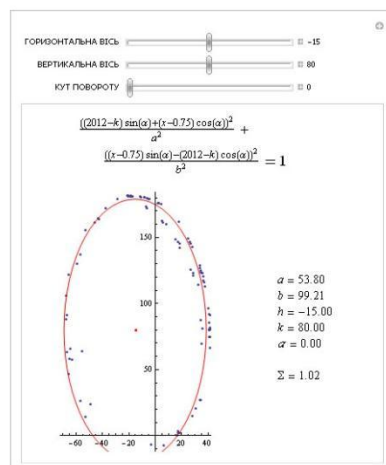


Рис. 1. Розрахунок та моделювання орбіт зірок

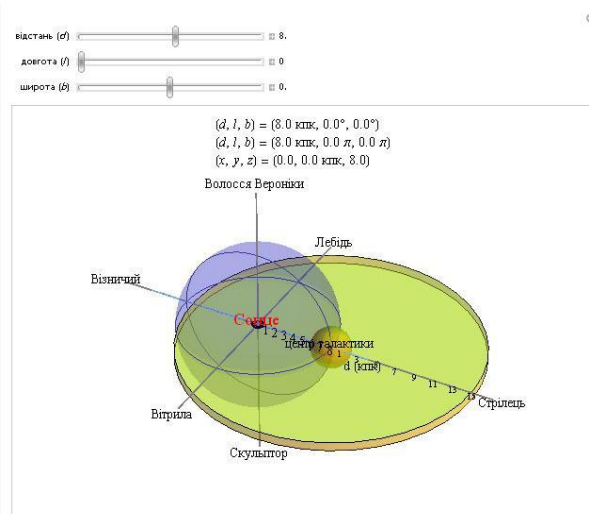


Рис. 2. Розташування небесних тіл

Модель телескопа рефлектора створена для демонстрації принципу його роботи, визначення основних його параметрів та можливостей застосування (рис. 3).

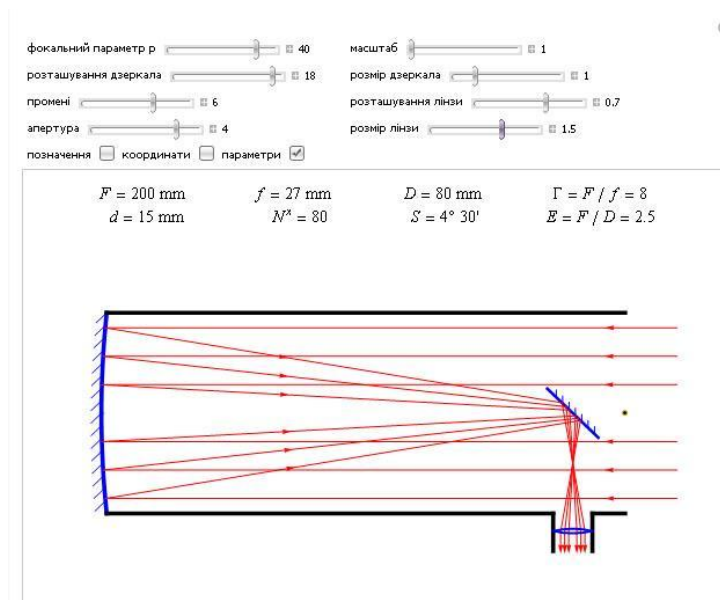


Рис. 3. Параметри телескопа рефлектора

Моделі на рисунку 3,4 спрямовані на розвиток просторової уяви, розуміння масштабів астрономічних об'єктів та їх взаємного розташування.

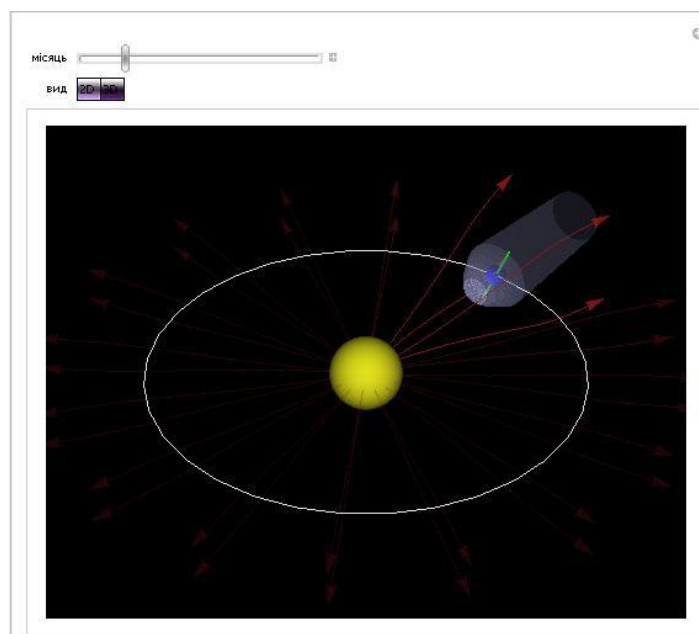


Рис. 4. Положення Землі на орбіті протягом року

У моделі «Положення Землі на орбіті протягом року» (рис. 4) вбудовано два режими перегляду: 2D – схематичне зображення об'єктів та їх руху; 3D – об'ємне (просторове) зображення моделі

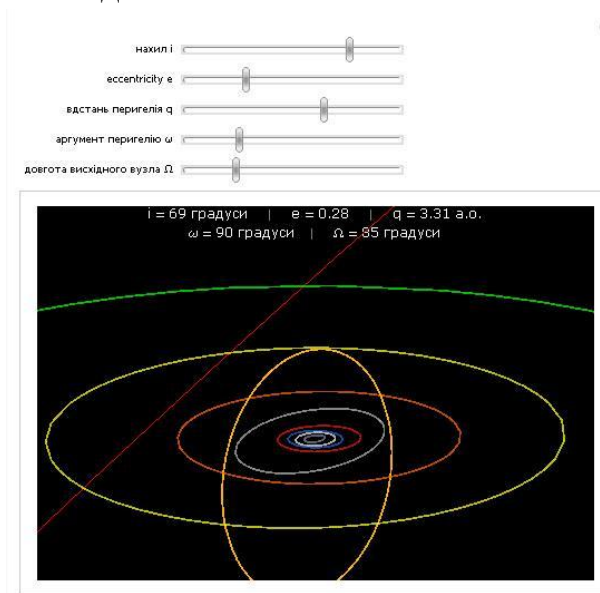


Рис. 5. Моделювання орбіт у Сонячній системі

Розроблені інтерактивні моделі адаптовані до вивчення астрономії за програмою для 11-ти річної школи і є відкритим програмно-педагогічним засобом. Для використання моделей на уроці потрібна комп'ютерна техніка із встановленим переглядачем для програмних продуктів системи Mathematica 8 під назвою

Wolfram CDF Player, що знаходиться у вільному доступі на офіційному сайті: <http://www.wolfram.com/cdf-player/>.

Список використаних джерел:

1. Жалдак М.І. Комп'ютер на уроках математики. – Посібник для вчителів – Київ: Техніка, 1997. – 303 с.
2. Полякова, О.Ю. Астрономическое образование детей старшего дошкольного возраста [Текст] / О.Ю. Полякова // Социализация. Образование. Развитие: материалы научно-практической конференции. – Ульяновск: УлГПУ, 2009. – С. 308–310.
3. Методы внедрения электронной системы Mathematica в процесс персонализированного математического образования // Актуальные проблемы современной науки: Труды 1-го Международного форума (6-й Международной конференции) молодых учёных и студентов. Гуманитарные науки. Ч.35: Педагогика/Научн.ред.проф. А.С. Трунин и др. – Самара: СГТУ, 2005. – С. 100-103.

КОСМОС И ОБРАЗОВАНИЕ

Е.Н. Тихомирова

ГАУК ЯО «Центр имени В.В.Терешковой», Ярославль, Россия

В настоящее время интерес представляет образовательные технологии, связанные в той или иной мере с космическими исследованиями.

Центр имени В.В.Терешковой разрабатывает проект о творческом сотрудничестве с Роскосмосом в направлении астрокосмического образования и просвещения молодого поколения России.

В Центре выделены следующие направления сотрудничества.

1. Организация работы «Трибуны космонавта» – «Диалоги о космосе». Предполагается провести цикл лекций о необходимости освоения космического пространства (сохранение окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов; повышение конкурентоспособности России на мировом рынке; стимулирование развития экономики путём создания и внедрения новых материалов, технических средств и методов, развития новых сфер деятельности; обеспечение национальной безопасности и развитие международного сотрудничества; повышение национального престижа и гордости, уровня образования, культуры и духовности). Возможные формы работы: чтение лекций космонавтами, ответы на вопросы слушателей (12+), «микроконференции», посвященные исследованию космического пространства, проведение астрокосмических конкурсов и олимпиад. Присутствие представителей

Роскосмоса, а также космонавтов ближнего и дальнего зарубежья на этих мероприятиях, несомненно, повысит их уровень.

2. Организация уроков физики из космоса для одаренных детей.

Предполагается разработать цикл современных уроков по физике, в кабине космического корабля, по следующим разделам: механика, термодинамика, электродинамика, оптика, атомная физика. Дети, прошедшие отборочный тур, участвуют в интерактивном уроке, где в роли учителя – космонавт на орбите.

3. Организация работы Отряда юных космонавтов. Предполагается создать отряд мальчиков - 10 человек, отряд девочек - 10 человек. Отряды будут заниматься поисково-исследовательской работой, освоением теоретических знаний в области авиации, космонавтики, астрономии (с использованием богатейшего материала Музея «Истории космонавтики» Центра имени В.В.Терешковой и других музеев), приобретением практических навыков работы с астрономическими приборами. Определенное внимание будет уделяться занятиям физкультурой и спортом.

В соответствии с новыми государственными образовательными стандартами предполагается строить образовательный процесс на основе поисково-исследовательских работ с использованием проблемно-аналитических методов, с процветанием культа собственного творчества; при отрицании компиляции; с формированием устойчивого творческого интереса. Индивидуальное обучение должно происходить в условиях нравственного и деятельного комфорта. Этому будут способствовать соответствующие «космические» компоненты в культурно-просветительской деятельности.

Сторінки на допомогу вчителям астрономії та школярам

ЯК ВИНИКЛО І ПОЧАЛО СВІТИТИ СОНЦЕ?

К.І.Чурюмов¹, О.К.Мельник², Т.К.Чурюмова²

¹Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

²Киевский лицей «Диалог»

Біля 15 мільярдів років тому Всесвіт було заповнено гігантськими гарячими хмарами, що склалися з реліктового газу – водню на 75% і гелію на 25%. А самі ці хмари утворились внаслідок невеликих змін густини всередині ще більш грандіозної, але спочатку однорідної газової хмари, що з'явилась “на світ” внаслідок неймовірної сили жахливого вибуху надзвичайно компактного, майже точкового об'єкта. Описаний “початок” Всесвіту отримав назву Великого Вибуху (“Біг Бенг”).

Прослідкуємо за можливою еволюцією окремої хмари, що утворилась в ті далекі часи. Спочатку декілька таких хмар злились в одну колосальну хмару, до якої тягнулись більш дрібні хмари, що його оточували. Але ось на якомусь критичному етапі об'єднання мілких хмар сила гравітації стала переважати над всіма іншими силами. Потрапивши під могутню владу самогравітації хмара почала стискатися. Внаслідок наростаючого стискання, потенційна енергія гравітаційного поля, перетворена в теплову енергію, поступово нагріла реліктовий газ (в основному водень) до кількох мільйонів, а в інших випадках і до декількох десятків мільйонів, градусів. Ось тоді-то і запрацював ультракосмічний ядерний реактор! В процесі термоядерних реакцій водень почав перетворюватись в гелій. Почався термоядерний синтез. І у Всесвіті загорілись перші зірки і галактики.

В умовах термоядерного синтезу хмара, стиснена до компактних розмірів, почала відлік часу у новій якості, вона стала функціонувати як типова зоря. “Горіння водню здатне на протязі тривалого часу підтримувати в надрах зірок виділення колосальної енергії. Внаслідок цього тиск утворених світлових квантів зупинить подальше стискання зірки. Більш того, подолавши силу стискання, сили газового та променевого тиску будуть намагатися “роздути” зірку зсередини, подібно до того, як дитина надуває гумову кульку. Процес розширення зірки, що почався, призводить до зниження температури і тиску в її надрах, натиск внутрішніх сил газового та променевого тиску знижується і зірка знову починає стискатися. Це, в свою чергу, приводить до нового вибухового виділення енергії в надрах зірки, так як підвищується температура і тиск, і починається нова спроба “роздування” зірки і т.д. Таким чином встановлюється процес автоматичного регулювання внутрішніх процесів енерговиділення в зірці. Але в кінці кінців встановлюється рівновага між силами гравітації з одного боку і силами внутрішнього тиску з іншого боку, яка може тривати в залежності від маси зірки мільярди або сотні мільярдів років.

Але всьому на світі приходить кінець. Вогнище, в якому згоріли дрова, –згасає. Так само і у зірки настає момент, коли водень в її надрах практично весь вигорить, перетворившись у більш важкий елемент таблиці Менделєєва – в гелій... Термоядерне горіння припиняється. Зменшується потік енергії із центра зірки, а отже, автоматично зменшується протидія стисканню. Гравітаційні сили знову дають про себе знати, стискаючи зірку і підвищуючи температуру в центральних областях до 100 мільйонів градусів, при якій починає “горіти” гелій, перетворюючись у вуглець. Але гелію значно менше, ніж водню і горить він набагато швидше, ніж водень. І знову тепловий і променевий тиск зсередини перевищить силу гравітації – зірка почне роздуватися, поступово перетворюючись на червоного гіганта.

На цій стадії зірка має таку будову: в її центрі знаходиться гаряче, великої густини ядро, в якому відбуваються реакції горіння гелію, а зовнішня оболонка

гігантських розмірів складається із розрідженого водню, який не встиг вигоріти на першому етапі еволюції зорі.

В результаті еволюційної перебудови зірки і термоядерних реакцій в ядрі відбувається утворення все більш важких елементів, аж до утворення атомів заліза, коли енергія вже не виділяється, а поглинається. Поступово, коли запаси ядерного палива вичерпуються, деякі зорі, в залежності від їх мас, ставали дуже нестійкими. І у світі зірок відбувались несподівані надпотужні вибухи, які спостерігаються і зараз, як вибухи Наднових зірок. Наприклад, у лютому 1987 року у Великій Магелановій Хмарі спостерігалась така Наднова, видима неозброєним оком, так як її блиск в максимумі досягав 2-ї зоряної величини. Саме під час вибухів наднових народжувались важкі елементи, які, потрапляючи у міжзоряний космос, перемішувались з іншими елементами – воднем, гелієм і т.п. Із такої суміші вже формувались вторинні хмари, які послужили вихідним матеріалом для народження зірок другого покоління. Наднові зірки другого покоління, вибухаючи, приводили до утворення космічних хмар ще більш складного хімічного складу, з яких вже народжувались зірки третього покоління і т.д.

Одна із таких ланок зоряної еволюції в нашій галактиці – Молочному Шляху, привело до утворення в одному із її спіральних рукавів на відстані 8,5 тисяч парсек від центра гігантської хмари, що складалася із водню і важких елементів. З цієї хмари шляхом гравітаційної конденсації 5 мільярдів років тому утворилась Сонячна система – наша денна зоря Сонце і його планетна сім'я... Планети утворились із залишків навколосонячної туманності. В процесі еволюції залишки туманності розділились на окремі згущення, так звані планетезималі. Ці залишки внаслідок налипання на них окремих частинок, молекул і більш крупних фрагментів з часом збільшувались у своїх розмірах. Таким чином утворились всі планети Сонячної системи, їх супутники. А малі тіла – астероїди, комети і метеорна речовина – це і є реліктові залишки первинної протосонячної туманності. Заключний період формування планет завершився випадінням на їх поверхню дрібних планетезималів. Сліди цього бомбардування ми і зараз спостерігаємо на поверхні планет, супутників, а також на поверхнях астероїдів і ядер комет.

Із первинної протопланетної хмари утворилось також безліч тіл, що складались із криги та пилових домішок. Це крижані ядра комет. Багато з них випали на поверхню планет і прийняли участь у формуванні рельєфу. Проте значну їх частину було викинуто планетами-гігантами, що вирости до величезних розмірів, на периферію Сонячної системи, де вони утворили так звану хмару Епіка-Оорта – колосальний резервуар-холодильник – місце зберігання кометних ядер. Ще більша частина кометних ядер залишилася там, де вони утворилися – у занептуновій хмарі комет, або, так званому поясі Койпера. З цих двох хмар іноді, але періодично наближається до нас та чи інша комета, і тоді на небесній сфері

можна побачити досить рідкісне і красиве небесне явище – комету з довжелезним хвостом.

Сучасна наука дає все більше фактів, що підтверджують утворення Сонячної системи із первинної протопланетної хмари газопилового складу шляхом гравітаційної конденсації речовини. Первинна речовина була холодною і складалась в основному із водню і гелію. І зараз ця первинна речовина входить до складу різних тіл Сонячної системи в різних фазових станах: в твердому – в надрах планет-гігантів, рідкому та газоподібному – в атмосферах планет. Проте основна частина первинної речовини знаходиться зараз в четвертому фазовому стані – в стані іонів або плазми. Із цієї плазми в основному складається наша денна зірка – Сонце.

Є свідчення, що багато первісних народів поклонялись Сонцю як богу світла та життя. Наприклад, в Перу давні інки з висоти величезних терас, на яких було споруджено розкошні храми, разом з своїм верховним жерцем урочисто вітали схід Сонця в дні рівнодення.

Первісні народи вважали Сонце живою істотою, що регулярно з'являється на денному небі. Деякі люди і тоді передбачали, що це може бути вогняна куля, але яку якась надістота носить по небу. Існують легенди, в яких розповідається, що Сонце спочатку блукало, як йому захочеться: то поспішало, то сповільнювало свій рух, а іноді лінувалось і не рухалось зовсім. Іноді воно незвично близько підходило до Землі, а іноді віддалялось на велику відстань. А іноді воно навіть зникало. Його шукали з величезними труднощами, упіймавши в пастку або сітку, знову змушували сумлінно працювати.

Ряд старих міфів розповідає про несподіване зникнення Сонця з небосхилу, що наводило страх і незвичайний жах на весь світ. Деякі народи вважали, що таке зникнення відбувалось спеціально, щоб наказати людей за зло, що вони творять на Землі. І лише після посиленних молитв, покань і жертвоприношень Сонцю, воно поверталось назад на небо. Давніх людей цікавило, яким чином Сонце, зникнувши на заході, ранком знову з'являється на сході. Вони вважали, що існує багато способів руху Сонця. Наприклад, давні єгиптяни вважали, що вночі Сонце пропливає через печери всередині Землі, де воно щоразу змагається з дикими монстрами і демонами, що прагнуть заволодіти Сонцем назавжди. Проте Сонце завжди виходить переможцем злих духів і повертається на Землю, що давати своє тепло людям. А ескімоси вважали, що Сонце плаває поблизу північного горизонту і весь час дає про себе знати, що воно знаходиться поблизу, променями полярних сьайв.

Поклоніння Сонцю і вогню – подоби Сонця на Землі, являлось відображенням вдячності благодотвірній дії тепла і світла на людину. Створювались різні релігійні системи, основані на бажанні людини поклонятися такій могутній силі і просити її про допомогу та милість.

Проте культ Сонця незабаром стає на серйозній заваді для багатьох монотеїстичних релігій, що виникли у ранні біблійські часи. Тоді культ Сонця стає забороненим. Так, наприклад, Мойсей вчив народ Ізраїлю, – “... щоб ти, глянувши на Сонце, Місяць і все воїнство небесне, не спокусився і не поклонився їм і не служив їм...”.

Слід сказати, що в кінцевому підсумку хрест, який прийнятий християнською релігією, це не що інше як старовинне зображення нашого денного світила, яке часто зображалось у вигляді хрестика в колі.

Поети у всі часи оспівували Сонце, називаючи його “могутнім, животворним, божественним світилом світу”.

А що ж насправді являє собою наше Сонце з точки зору науки – астрофізики?

Сонце – це одна із двох трильйонів зірок нашої Галактики, що відноситься до поширеного класу жовтих карликів спектрального класу G2V. Як і всі інші зірки, що лежать на головній послідовності діаграми спектр-світимість або діаграми Рессела-Герцшпрунга, Сонце – це розжарена плазмова куля, що знаходиться в стані гравітаційно-променистої рівноваги, внаслідок чого Сонце практично не змінює свій вигляд на протязі вже майже 5 мільярдів років, і ще буде залишатися таким же ще 5-6 мільярдів років.

На даний час твердо встановлено, що Сонце на 91% складається із атомів водню і на 9 % із атомів гелію. Інших атомів на Сонці дуже мало. За масою водень складає 73%, а гелій – 27%. Маса Сонця рівна $1.99 \cdot 10^{30}$ кг – для зоряного населення Всесвіту – це одинична зоряна маса, своєрідний еталон маси у Всесвіті. Прискорення вільного падіння на поверхні Сонця рівне 274 м/с^2 , тобто майже в 28 раз більше земного – дитина, що важить на Землі 10 кг, на Сонці важитиме майже три центнери.

В центрі Сонця температура і тиск досягають максимальних для даного типу жовтого карлика значень: 15 мільйонів градусів Кельвіна – це температура, і тиск – 250 мільярдів атмосфер. Саме тут виробляється та колосальна енергія, яка є невичерпним джерелом світіння Сонця.

Від центра Сонця новонароджений квант пробивається до його поверхні і до більш прозорих шарів сонячної атмосфери, а далі він вже несе енергію у міжпланетний і міжзоряний простір. Проте весь період від народження кванта до його відчуження складає десятки мільйонів років. Це відбувається з тієї причини, що в процесі свого складного руху назовні квант багатократно взаємодіє з частинками речовини, поглинається і перевипромінюється у різних напрямках. У середньому на 1 сантиметрі свого шляху квант світла один раз взаємодіє з сонячною речовиною. В кінці кінців дійшовши до верхніх шарів Сонця, подолавши товщу 700 тисяч км (діаметр Сонця рівний 1,4 мільйонів км), цей квант вже мало чим нагадує своїх гамма- чи рентгенівських “предків”, котрі народились

10 млн років тому в надрах світила. Тому перші ранкові промені, що пробуджують нас, в дійсності беруть початок від квантів – ровесників первісної людини.

Потужність же потоку сонячного випромінювання на висоті 82 км земної атмосфери рівна $952 \text{ кал/см}^2\text{хв}$ або $0,14 \text{ Вт/см}^2$, якщо усереднити цей потік по всім довжинам хвиль сонячного спектра. Це і є так звана сонячна стала, яка вказує на те, що щохвилини наша планета разом зі світлом отримує від Сонця $2,5 \cdot 10^{18}$ калорій тепла. Але це лише одна двохмільярдна частина тієї енергії, яку Сонце випромінює у всі сторони. Виникає природне питання. Звідки ж береться ця фантастично величезна енергія, яку Сонце дарує нашій планеті на протязі 5 млрд років.

Слід підкреслити, що природу джерел сонячної енергії вчені збагнули не одразу.

Одне з перших припущень про джерело світіння Сонця полягало в тому, що можливо сонячна енергія генерується в результаті хімічної реакції окислення (горіння) речовини типу вуглецю. Дійсно, вуглець, з'єднуючись з киснем, утворює двоокис вуглецю, а така реакція завжди супроводжується виділенням тепла. Отже, якщо припустити, що Сонце є величезним резервуаром вуглецю і кисню, то на ньому повинно відбуватися неперервне згорання вуглецю в кисневій атмосфері. Але чи можливо це? Простий розрахунок показує, що при масі Сонця $2 \cdot 10^{33} \text{ г}$ і калорійності палива 10 тис кал/г , при згоранні всієї сонячної маси виділиться лише 10^{37} калорій тепла. Цього вистачить, щоб підтримувати світіння Сонця лише на протязі 1-2 тис років. Але ми добре знаємо, що і за часів будівництва пірамід і перших олімпіад в Давній Греції Сонце світило так само щедро, як і в наш час. А отже гіпотеза хімічного джерела енергії Сонця не витримує найпростішої перевірки.

А, можливо, Сонце випромінює внаслідок переходу кінетичної енергії метеорних частинок, що безперервно падають на зірку із міжпланетного середовища, в теплову енергію? Розрахунки показують, що для забезпечення існуючого виходу енергії Сонця необхідно, щоб на нього щохвилини випадало $1,2 \cdot 10^{20} \text{ г}$ такої речовини. Проте в Сонячній системі немає такого гігантського резервуара метеорної матерії, щоб підтримувати світіння Сонця на протязі мільярдів років. Якщо роздробити всі планети і астероїди на метеорну і метеоритну речовину, то її хватило б всього на 10 тисяч років. При цьому маса Сонця повинна була б зрости на 1%. А це досить помітний приріст сонячної маси, що призвів би до поступового наближення Землі до Сонця (внаслідок гравітаційного притягання) і зменшенню тривалості року на 2 секунди щорічно. Така величина у зміні тривалості року була б швидко помічена астрономами, які уважно стежать за рухом Землі і можуть зафіксувати зміну тривалості року на величину, в тисячу раз меншу за вказану вище. Проте таку зміну в тривалості року не виявлено.

В 1853 році Герман Гельмгольц висунув гіпотезу про те, що Сонце під дією власного гравітаційного поля повільно стискається. При цьому потенціальна енергія, що вивільняється, гравітаційного поля переходить у теплову енергію і таким чином підтримує сучасний рівень світіння Сонця. При цьому маса Сонця залишалась би практично незмінною, а зміна його діаметра була б малопомітною – за 6 тисяч років існування людської цивілізації діаметр Сонця зменшився б всього на 900 км. А це трохи більше однієї кутової секунди. Але навіть якби початковий діаметр Сонця можна було б порівнювати з діаметром орбіти Землі, то за рахунок гравітаційного стискання воно могло б випромінювати на протязі лише 20 мільйонів років. А вік Сонця, як відомо, складає декілька мільярдів років. Так що і цей механізм генерації сонячної енергії виявляється нереальним.

В кінці XIX століття було відкрито радіоактивність і людство зазирнуло в глибини атомних ядер. І незабаром стало зрозуміло, саме на цьому шляху і слід шукати розв'язок проблеми джерел сонячної енергії. Першим до такого висновку прийшов видатний естонський астроном Е.Епik. Дещо пізніше, в 1939 році американський фізик Ханс Бете розробив кількісну теорію ядерних реакцій на Сонці. Згідно його розрахунків в надрах Сонця повинні відбуватися реакції перетворення водню в гелій, причому це може бути або протонно-протонний або вуглецево-азотний цикли.

Протонно-протонний цикл починається із зіткнення двох протонів, в результаті чого утворюється ядро важкого водню – дейтерію. Проте цей процес в умовах сонячних надр відбувається вкрай рідко. Для реакції необхідно, щоб, по-перше, кінетична енергія одного із протонів, що зіштовхуються, була в 20 раз більша за середню енергію теплового руху, і по-друге, щоб під час зіткнення один протон перетворився на нейтрон з випромінюванням позитрону і нейтрино – для утворення ядра дейтерію необхідно об'єднати протон з нейтроном. Але так як зіткнення триває лише 10^{-21} секунди (воно рівне класичному радіусу протона, поділеному на його швидкість), то це означає, що один протон може перетворитись в ядро дейтерію за час рівний кільком мільярдам років. Але так як протонів на Сонці 91% від кількості усіх атомів, то такі реакції все ж таки відбуваються.

Дейтерій дуже швидко, протягом кількох секунд, поглинає протон і перетворюється на ізотоп гелію, так званий гелій-3 (He^3), потім взаємодіє з подібним до себе ядром і дає звичайне ядро гелію-4 (He^4) і два протони. Описане зіткнення ядер гелію-3 може відбутись лише один раз за декілька мільйонів років у зв'язку з їх низькою концентрацією.

При утворенні одного ядра гелію із чотирьох протонів виділяється енергія 26,2 Мев або $4,2 \cdot 10^5$ ерг.

Після утворення ізотопу гелію реакція може піти і іншим шляхом: гелій-3 з'єднається з гелієм-4 (а його на Сонці 9%) і утворює ядро берилію Be^7 ; останнє захоплює протон і перетворюється в ядро бора B^8 , або захоплює електрон,

перетворюючись в ядро літію Li^7 . В першому випадку радіоактивний ізотоп B^8 при бета-розпаді ділиться на Be^8 , позитрон і нейтрино:



Радіоактивний Be^8 вкрай нестійкий і швидко розпадається на дві альфа-частинки (ядра гелію). Існує і третя можливість: берилій-7 після захоплення електрона перетворюється на літій-7 (Li^7), що захоплює протон і перетворюється на нестійкий ізотоп Be^8 , що розпадається на дві альфа-частинки.

Таким чином, якщо в надрах Сонця відбуваються вказані термоядерні реакції, то вони могли б підтримувати світіння Сонця на протязі десятків мільярдів років. Проте, щоб перевірити гіпотезу про синтез гелію із водню, необхідно “зловити” сонячне нейтрино. А це зробити не так просто, бо навіть гігантський шар сонячної речовини для нейтрино прозорий, як скло для видимого світла. Для нейтрино була б прозорою і сталева “пластинка”, товщиною сотні світлових років.

Який же потік сонячних нейтрино досягає Землі? При злитті чотирьох протонів в одну альфа-частинку випромінюється два нейтрино. А всього щосекунди в центрі Сонця народжується $1,8 \cdot 10^{38}$ нейтрино. На кожний квадратний сантиметр Землі щосекунди потрапляє $4 \cdot 10^{10}$ нейтрино від Сонця. І якби наше око було чутливим до нейтрино, то центр Сонця здавався б нам у вигляді дуже яскравої точки. Але навіть з допомогою спеціальних нейтринних телескопів зареєструвати ці невловимі частинки дуже складно.

Справжнє полювання за частинкою-привидом почалось одразу після того, як фізик Бруно Понтекорво запропонував “ловити” нейтрино з допомогою великої кількості перхлоретиленової рідини, що знаходиться в спеціальному резервуарі, захищеному від стороннього опромінення радіоактивності шахтних порід і матеріалу установки. Справа у тому, що нейтрино виявляє себе при взаємодії зі стійким ізотопом хлора-37 (Cl^{37}), перетворюючи його в ізотоп аргона-37 (Ar^{37}) і один електрон. Це так званий обернений бета-розпад. Ймовірність поглинання нейтрино ізотопом хлору надзвичайно мала. Проте – це поки що єдина технічно здійсненна схема реєстрації невловимих частинок.

Першу спробу виявити нейтрино сонячного походження було зроблено американським вченим Р.Девісом з допомогою хлор-аргонної установки ємністю 3900 літрів. Проте чутливість цієї установки виявилась недостатньою. Тоді в 1967 році в одній із шахт Південної Дакоти (США) на глибині 1490 м Девіс змонтував більш потужну установку з циліндричним баком діаметром 14.6 м і довжиною 14.4 м, котрий вже вмщував 380 000 літрів перхлоретилену. Після кожних 100 годин роботи через бак пропускали 20 000 літрів гелію, який захоплював атоми ізотопу Ar^{37} , що утворюються при взаємодії перхлоретилену з нейтрино. В 1975-1976 роках телескоп Девіса зареєстрував перші сонячні нейтрино. Результати експерименту Девіса виявились несподіваними: “зловлених” нейтрино виявилось в декілька раз менше, ніж їх повинно було б бути згідно теорії. Це розходження між теорією і

експериментом викликало сильне хвилювання як у фізиків, так і у астрономів. Ще б пак! Адже це одразу поставило під сумнів існуючі уявлення про внутрішню будову Сонця і джерела його енергії. Стали пропонуватися нові гіпотези про причини світіння нашого світила. Висувалось припущення, що можливим джерелом сонячної енергії є чорна дірка, що знаходиться в центрі Сонця і яка, поглинаючи сонячну речовину, генерує необхідну енергію. Або припускалось, що частина енергії переноситься від центра хвилями густини, подібно звуковим, що призводить до охолодження сонячних надр і зменшення швидкості утворення нейтрино. Також обговорювались гіпотези про те, що хімічний склад Сонця істотно відрізняється від складу його верхніх шарів; що, можливо, Сонце складається з двох шарів, які виникли в епохи, розділені в часі двома мільярдами років і інші гіпотези, метою яких було пояснити малу чисельність зареєстрованих на Землі сонячних нейтрино.

Цікаве відкриття було зроблено кримськими астрофізиками А.Б.Северним, Т.Т.Цапом і В.Н.Котовим, які в 1974 році встановили, що Сонце пульсує, змінюючи свій радіус на 10 км з періодом 2 години 40 хвилин. В наступні роки вони продовжуючи вивчати цей феномен, виявили також коливання яскравості Сонця з тим же періодом і, можливо, зміни напруженості магнітного поля. Цей факт повинен помітно вплинути на наші уявлення про внутрішню будову Сонця і процесах перемішування речовини в надрах Сонця. А від цього, в свою чергу, залежить уточнення потоку сонячних нейтрино, що надходять на Землю, яке і дозволить пояснити несподіваний результат Девіса.

Аналіз зразків місячного ґрунту, доставленого на Землю командою космонавтів космічного корабля “Аполлон-15”, а також радянськими станціями “Луна-15” і “Луна-16”, показав, що швидкість утворення радіоактивних ізотопів магнію-53 і алюмінію-26, що утворюються в місячних мінералах при їх бомбардуванні галактичними космічними променями, була значно вище 2-6 млн років тому, ніж в більш пізній час. На даний час сонячний вітер майже повністю вимітає заряджені галактичні частинки, не пропускаючи їх у внутрішні області Сонячної системи. Отже, 2-6 млн років тому Сонце не було таким активним як зараз і потік сонячного вітру був незначний і не міг протистояти проникненню галактичних космічних променів до місячної поверхні. Приблизно в ту ж епоху 2-10 млн років тому, за геологічними даними почався останній льодовиковий період на Землі. Очевидно, зменшення світимості Сонця, що мало місце кілька мільйонів років тому, було обумовлене швидким стрибкоподібним перемішуванням сонячної речовини в його надрах. Зрозуміло, що з тієї ж причини повинен помітно знизитись і вихід сонячних нейтрино. Можливо щось подібне відбувається в надрах Сонця і в даний час, що дозволяє зрозуміти результат експерименту Девіса.

Проте, очевидно справа все ж таки не у перемішуванні сонячної речовини. Причина, можливо, полягає у невідомих науці властивостях дивовижної частинки нейтрино. В березні 1980 року група фізиків на чолі з В.А.Любимовим прийшла до висновку, що нейтрино має масу спокою, котра в 20 тисяч разів менша за масу електрона. В той же час також стало відомо про відкриття американськими фізиками явища осциляції нейтрино. Це помітно змінює наші попередні уявлення про невловиму частинку. Адже тривалий час існувала впевненість, що нейтрино не має маси спокою і рухається подібно до фотонів зі швидкістю світла. Якщо це так, то нейтрино повинно завжди залишатися стабільною частинкою, тобто ніколи не розпадатися і не перетворюватися в інші елементарні частинки. Адже якщо нейтрино рухається зі швидкістю світла, то згідно теорії відносності, часи, встановлені на нейтрино, будуть показувати один і той же момент часу і при народженні частинки в центрі Сонця і при попаданні її в нейтринний телескоп на Землі, а значить нейтрино “немає коли” розпадатися на інші частинки. Якщо ж у нейтрино є маса спокою, у відповідності з експериментом групи Любимова, то швидкість його вже буде менша за світлову і шлях від центра Сонця до перхлоретиленової установки нейтрино подолає хоча й за малий, але скінченний проміжок часу. А, отже, у нейтрино буде час для розпаду, а вірніше для перетворення нейтрино одного сорту в нейтрино іншого сорту згідно гіпотези Б.Понтекорво. Так як на даний час ми знаємо про існування трьох сортів нейтрино (електронне, мюонне і нейтрино, пов’язане з τ -частинкою), то можливі взаємні перетворення або осциляції цих сортів нейтрино. В центрі Сонця народжуються лише електронні нейтрино, а при польоті до Землі вони можуть перетворитися або в мюонне, або в τ -нейтрино, а два останні сорти нейтрино перхлоретиленовим телескопом не реєструються. Тому, можливо, в експерименті Девіса і було зареєстровано понижений потік сонячних нейтрино.

Проте для перевірки достовірності подібного пояснення “дефіциту” сонячного нейтрино, необхідні подальші експерименти з перевірки фізичних властивостей нейтрино, необхідні нові спостереження нейтринного випромінювання Сонця з більш потужними, ніж у Девіса, телескопами. З цією метою в бувшому СРСР в Басканській ущелині побудовано крупний нейтринний телескоп. Також розробляються нові принципи реєстрації нейтрино, наприклад, з використанням хімічного елементу галію, а також товщини води світового океану (проект “Дюманд” – глибоководне детектування мюонів і нейтрино).

Реалізація цих проектів дозволить реєструвати не лише сонячні нейтрино, але і Галактичні і позагалактичні антинейтрино, що утворюються при колапсі зірок, тобто при вибухах Наднових.

Слід відмітити, що серія останніх спостережень сонячних нейтрино групою Девіса показує, що на відміну від перших експериментів на даний час реєструється практично така ж або навіть більша кількість сонячних нейтрино, ніж

передбачається теорією. Тобто зараз ніякого розходження між експериментом і теорією сонячних нейтрино не існує. Отже, джерело сонячної енергії – це безсумнівно термоядерна реакція водню, що перетворюється на гелій.

Вироблена у ядрі Сонця енергія у вигляді квантів проходить через проміжну зону і конвективну зону і потрапляють в тонкий 100-кілометровий шар – фотосферу (сферу світла), де їх поглинання і розсіяння знижується до мінімуму. Найбільша доля спостережуваної сонячної радіації виходить із фотосфери незважаючи на те, що вона складає всього 0,014% радіуса Сонця. Ефективна температура фотосфери Сонця, розрахована згідно закону Стефана-Больцмана, рівна 5780°K. Це відповідає максимуму випромінювання в жовтих променях спектру. Тому сонячний диск, на який зазвичай мало хто звертає увагу, має жовтий колір. Ось чому ця рядова для Галактики зірка і називається жовтим карликом. Фотосфера практично випромінює всю енергію Сонця з максимумом, що припадає на видиму частину спектра. Саме на цю частину спектра в результаті тривалої еволюції й налаштувалось людське око.

Основною структурою фотосфери є світлі гранули, які на хороших фотографіях схожі на зерна рису. Розміри гранул варіюють від 300 до 1000 км. Так як температура гранул вища за температуру газу, що їх оточує, то вони впливають наверх. Більш крупномасштабні конвективні елементи – супергранули мають розміри 20-50 тисяч км. В супергранулах газ розтікається від центра до країв, де генеруються сильні магнітні поля, що пронизують по висоті майже всю атмосферу Сонця. Ці поля є причиною утворення атмосферної сітки. Гранули і супергранули утворюються в результаті руху газу в потоці плазми конвективної зони. Внаслідок турбуленції від конвекції генеруються гравітаційні, звукові і магнітогідродинамічні хвилі, що переносять енергію в хромосферу і сонячну корону, розігріваячи їх до високих температур.

“Погода” в фотосфері Сонця залежить в основному від кількості і сумарної площі плям на ній. Німецький любитель астрономії Г.Швабе із Дессау, спостерігаючи сонячні плями на протязі тривалого періоду першим встановив, що кількість плям на Сонячному диску періодично змінюється і досягає максимуму через 11 років. Р.Вольф зібрав в середині XIX ст. всю статистику про плями і встановив середній період циклу плямоутворюючої діяльності Сонця як 11,1 року. На початку циклу сонячної активності число плям швидко зростає, досягаючи максимуму за декілька років. Спочатку плями з’являються на високих широтах, а до кінця циклу зона плям наближається до екватора. Проте 11-річний цикл сонячної активності не вичерпує всі періодичності у поведінці сонячної активності: існує також 22-річний, 80-, 90-річний і більш тривалі цикли сонячної активності. Існують і більш короткі цикли, такі як 27-денний, пов’язаний з періодом обертання Сонця навколо осі, і 13,5-денний, обумовлений секторною структурою слабого магнітного поля Сонця.

Питання про природу сонячної активності і, в першу чергу 11-річного циклу, складний і остаточно не розв'язаний. Можливо, що тут вирішальними є процеси, пов'язані з розвитком магнітних полів сонячної плазми. Так чи інакше астрономи у своїй більшості єдині у тому, що природу циклічності слід шукати у особливостях внутрішньої будови Сонця і механізмі його енерговиділення.

Зв'язок між сонячною активністю і процесами, що відбуваються на Землі, передбачався чи не з моменту встановлення 11-річної циклічності плям. Роздуми на цю тему наразі перестали бути прерогативою астрономів. Ось, наприклад, як розмірковував з цього приводу бравий солдат Швейк із відомого роману Ярослава Гашека про вплив плям на Сонці на деякі події на Землі: "...Пятна на Солнце действительно имеют большое значение.. Однажды появилось на Солнце Пятно, и в тот же самый день меня избили в трактире «У Банзетов» в Нуслях. С той поры, перед тем как куда-нибудь пойти, я смотрю газету – не появилось ли опять какое-нибудь пятно. Но стоит появиться пятну – «прощаюсь ангел мой с тобою», никуда не хожу и пережидая. Когда вулкан Монпеле уничтожил целый остров Мартинику, один профессор написал в «Национальной политике», что давно уже предупреждал читателей о большом пятне на Солнце. А «Национальная политика» вовремя не была доставлена на этот остров. Вот они и загремели там”.

Відомий вчений А.Л.Чижевський проаналізував велику кількість даних про зв'язок з сонячною активністю різноманітних епідемій, нервових і серцево-судинних захворювань у людей, кількість смертей від різноманітних захворювань і ін., і в багатьох випадках отримав вагомі підтвердження про існування таких зв'язків. З цією метою Л.А.Чижевський розробив новий статистичний метод, названий ним методом “накладання епох”, суть якого полягала в тому, що дані по якомусь явищу, що мали місце в різні “епохи”, “накладались” один на одного і усереднювались в тому випадку, якщо вони потрапляли на однакові фази циклу сонячної активності. Це дозволило усунути причини, пов'язані з конкретними земними умовами, надійно встановити наявність статистичних закономірностей у сонячно-земних зв'язках.

Ритм сонячних процесів відображається в першу чергу у поведінці магнітного поля Землі. Особливо помітним це стає після проходження потужної групи плям через меридіан, що лежить в площині полюс Сонця – центр Землі (центральный меридіан) або через день-два після хромосферного спалаху, що відбувся над складною групою плям значної площі, що характеризується складною конфігурацією магнітних полів групи плям. Досить важливе значення має той факт, наскільки близько від меридіану відбувся спалах на Сонці, а також на якій геліографічній широті. В такі моменти геомагнітне поле починає лихоманити, в ньому відбуваються справжні бурі, які так і називають – магнітні бурі. Так як центри активності зберігаються на Сонці протягом кількох обертів, і кожні 27 діб знову і знову проходять через центральный меридіан, магнітні бурі мають

тенденцію повторюватись кожні 27 діб. Природно, що такі бурі частіше відбуваються в періоди максимуму сонячної активності.

Земля, так як і всі інші планети, рухається по своїй орбіті весь час перебуваючи у верхніх шарах сонячної атмосфери – сонячної корони, а вірніше у її продовженні, в так званому сонячному вітрі. Явище сонячного вітру було передбачено у роботі київського астронома Є.А.Пономарьова і американського фізика Є.Паркера. Саме останньому і приписується заслуга відкриття сонячного вітру “на вістрі пера”, хоча Пономарьов схожі результати опублікував на 2-3 роки раніше за Паркера. Але завдяки вдало знайденому терміну “сонячний вітер” ім’я Паркера частіше пов’язують з відкриттям цього явища. Густина сонячного вітру в околицях орбіти Землі складає біля десятка частинок в кубічному сантиметрі, а швидкість ~ 400 км/с. До складу сонячного вітру входять протони і електрони сонячної корони, а також близько 5% іонів гелію. Потік цієї швидкої плазми, що несеться від Сонця, пронизано магнітними силовими лініями, що міцно “вморожені” в неї. Зрозуміло, що розріджена атмосфера міжпланетного середовища, заповнена сонячним вітром, є динамічним утворенням. Речовина цієї атмосфери безперервно проноситься мимо Землі і інших планет. На місце частинок, які вже поринули в нескінченний простір, приходять все нові й нові порції сонячної плазми, щоб негайно помчати туди ж. Там, де густина енергії вітру падає до такого ступеню, що стає порівняною з густиною енергії потоків міжзоряної плазми, проходить невидима межа цієї своєрідної атмосфери, утвореної тепловим розширенням сонячної корони, потоками високошвидкісної плазми, викинутої із активних областей Сонця і іншим випромінюванням Сонця. Ця границя знаходиться на відстані сотень тисяч астрономічних одиниць від Сонця, тобто за орбітою самої далекої планети – Плутона. Ця границя, піддаючись впливу міжзоряного середовища, в якому рухається Сонце зі своєю свитою, виявляється несиметричною і витягнутою приблизно в бік, протилежний руху Сонячної системи. Магнітне поле Землі безперервно обдувається сонячним вітром і витягується в протилежний від Сонця бік, подібно до кометного хвоста, утворюючи своєрідну конфігурацію, що називається магнітосферою. Конфігурація магнітосфери Землі досить чутлива до зміни параметрів сонячного вітру, які можуть змінюватися в залежності від рівня сонячної активності. У земної магнітосфери є щілини, що називаються полярними каспами, через які плазма сонячного вітру може проникати всередину магнітосфери, досягаючи нижніх шарів земної атмосфери, викликаючи ряд явищ, які впливають безпосередньо або опосередковано на процеси, що відбуваються в магнітосфері, атмосфері, літосфері, гідросфері і біосфері нашої планети.

Всім, хто тривалий час пробув на Півночі або в Антарктиці і уважно стежив за полярними сяйвами, добре знайома картина, що часто відбувається у другій половині ночі. В цей час на небі спостерігаються дифузні форми полярних сяйв,

такі як пульсуючі плями або світні поверхні. Майже непомітні на фоні зірок і Чумацького шляху вони періодично то згасають, то з'являються знову, вражаючи своїм постійним і тривалим ритмом. Але іноді ці форми саяв починають швидко рухатись по небу, переміщуючись з одного краю горизонту в інший, створюючи враження, що Земля разом з атмосферою стрімко прямує крізь неоднорідний потік сонячного вітру, що і відображається на поведінці зазвичай спокійних за формою полярних саяв. Здається, що в такі моменти ми є безпосередніми свідками чергового натиску потоків сонячного вітру на Землю, який протискується крізь хащі його магнітних полів і вихорів ударних хвиль. В дійсності це не зовсім так, бо основні процеси взаємодії сонячного вітру відбуваються на значних висотах, а відлунням цих процесів і є описана картина незвичайної гри дифузних форм полярних саяв.

Параметри сонячного вітру (швидкість, густина, напруженість і напрям магнітного поля та ін.) тісно пов'язані з рівнем сонячної активності. Крім того, з цим рівнем активності пов'язана доза опромінення верхніх шарів атмосфери жорстким короткохвильовим випромінюванням. Якщо у видимому діапазоні довжин хвиль випромінювання Сонця досить стабільне (сонячна стала), то у короткохвильовому діапазоні інтенсивність сонячного випромінювання сильно варіює в залежності від сонячної активності. А вплив короткохвильового випромінювання на земну атмосферу досить істотний. Під його дією атоми верхніх шарів атмосфери іонізуються і утворюється іоносфера, завдяки якій можна здійснювати радіозв'язок на коротких хвилях. В магнітосфері формуються потужні електричні струми, магнітне поле яких, взаємодіючи з геомагнітним полем, може підсилювати чи ослаблювати останнє, призводячи до різних явищ на Землі. Наприклад, в кабелях ліній зв'язку можуть наводитись великі електричні струми, створюючи тим самим потужні перешкоди, а іноді й повне припинення зв'язку. Безсумнівно такі зміни магнітного поля, стану іонізації атмосфери можуть істотно впливати на стан живих організмів, рослин.

Не підлягає сумніву, що сонячна активність проявляється і в погодних умовах, проте механізм цього впливу ще недостатньо вивчений. Так як енергія, яка передається тропосфері від сонячного вітру, на декілька порядків менша за енергію характерних процесів, що обумовлюють протікання погодних явищ на Землі, більшість вчених припускає, що вплив сонячної активності на погодні умови має "тригерний" характер. Це означає, що корпускулярний потік, що надходить від Сонця грає роль "спускового" гачка для "запуску" якого-небудь процесу в атмосфері: наприклад, зародження циклону чи антициклону. При цьому енергія, необхідна для включення атмосферного процесу вже накопичена і досить "легкого" поштовху сонячного вітру. Наприклад, найбільш сприятливі умови для цього виникають на межі холодного континенту і теплого моря зимою. Астроном Е.Р.Мустель із співробітниками в ряді робіт відмітили вплив високошвидкісних

сонячних корпускулярних потоків на підсилення процесу зародження циклонів у двох важливих для формування погоди у північній півкулі районах, в так званих ісландській і алеутській депресіях (областях з систематичним пониженням тиску повітря у порівнянні із сусідніми областями).

Наразі накопичено цілий ряд достовірних даних про вплив сонячної активності на життя на Землі. Джерелом корпускул і випромінювання, що впливають на Землю, є області, пов'язані зі спалахами на Сонці. Спалахи супроводжуються підсиленням яскравості майже у всіх діапазонах довжин хвиль, а енергія спалаху еквівалентна енергії вибуху кількох мільйонів водневих бомб. Проте частіше всього спалахи виникають на Сонці, коли на ньому з'являється багато плям, тобто в періоди максимумів сонячної активності. Наприклад, в квітні 1978 року на вітті підйому сонячної активності потужний спалах на Сонці призвів до тимчасового порушення зв'язку з американським космічним апаратом. А в грудні 1980 року, коли через центральний меридіан проходила велика група плям, що супроводжувалась спалахами високих балів, прилади на геомагнітних станціях зафіксували магнітну бурю незвичайної сили.

Потужний рівень активності відмічався в березні 1989 року, коли на Сонці з'явилася рекордна за площею пляма (більше 6800 мільйонних часток напівсфери Сонця, тоді як раніше реєструвалися площі від великих груп плям до 4000), яка стала джерелом кількох потужних спалахів на Сонці. Можливо, що потужні корпускулярні потоки від цього спалаху вплинули на керування космічним апаратом "Фобос-2", що вже йшов на посадку на Фобос. В результаті зв'язок з апаратом несподівано зник і керувати його рухом поблизу супутника Марса стало неможливо. Внаслідок високої сонячної активності у 1989 р. виникли, деякі складності у керуванні й космічним апаратом «Гіппаркос».

Внаслідок незвично високого рівня сонячної активності Сонця в березні 1989 спостерігались полярні саява на низьких широтах, де вони за звичайної активності Сонця не спостерігаються. Так, наприклад, надзвичайно яскраве полярне саяво багато людей спостерігали в Криму 9 березня 1989 року.

5-6 листопада 2001 р. багато аматорів астрономії в Україні в Києві спостерігали яскраві полярні саява. 1-3 грудня 2002 р. Євген Вовк та Володимир Лінков у Києві бачили і сфотографували на кольорову плівку незвичайно яскраве полярне саяво на небі, причиною якого був потужний спалах на Сонці, що викликав і сильну магнітну бурю на Землі.

Зараз впевнено встановлено: в періоди магнітних бур в 2-4 рази збільшується кількість серцевих захворювань, підвищується кількість смертельних випадків від інфаркту міокарда, дуже погіршується стан хворих, схильних до гіпертонії, та інше. У багатьох, навіть здорових та тренованих людей, майже в чотири рази знижується реакція на зовнішні подразники, чим зокрема, пояснюється якоюсь мірою збільшення кількості аварій на виробництві і

транспорті в дні сильних збурень магнітного поля Землі. Це пов'язано з тією обставиною, що при сильних збуреннях геомагнітного поля відбувається уповільнення реакції на сигнал приблизно в 4 рази. Зрозуміло, що маючи таку уповільнену реакцію, водій авто, що швидко рухається, не в змозі запобігти при виникненні несподіваної аварійної ситуації на дорозі. Тому і кількість аварій у такі «несприятливі» дні як на транспорті, так і на виробництві збільшується в 2-3 рази.

Під час сильних сонячних спалахів і потужних магнітних бур на Землі підвищується рівень та інтенсивність інфразвуків в атмосфері які дратують нервові клітини людини, пригнічують стан її здоров'я і приводять до загострення різних хвороб, головним чином тих, що залежать в стану нервової системи. В деяких клініках лікарі вже давно уважно стежать за сонячною активністю та магнітними бурями і своєчасно вживають оперативних медичних заходів: застосовують заспокійливі препарати, клінічне лікування та ін.

Досліди по вивченню впливу магнітного поля на воду показали, що це призводить до зміни багатьох фізичних властивостей води, наприклад, в'язкості, електропровідності і інших властивостей, причому ці зміни можуть зберігатися на протязі кількох діб. А отже, оскільки людський організм в основному складається з води, то зміна її фізичних властивостей під час магнітних бур, може суттєво відобразитись на здоров'ї людини. Можливо також, що електромагнітне випромінювання, що генерується під час магнітних бур, здійснює безпосередній вплив на подвійну спіраль молекул ДНК, що є основою живих організмів. Поливання рослин намагніченою водою прискорював їх ріст. Всі ці приклади свідчать про великий вплив магнітного поля і його змін на стан і процеси розвитку живих організмів і рослин.

У всій цій складній проблемі встановлення детермінованих зв'язків між сонячною активністю і процесами на Землі слід розрізняти дві сторони: перша – це встановлення дослідним шляхом та статистичних співставлень самого факту впливу активних процесів на Сонці на те чи інше періодично повторюване явище в земних сферах: атмосфері, гідросфері, літосфері, біосфері і інше; друга полягає в пошуках наукового механізму і пояснення встановлених сонячно-земних зв'язків. Проте слід підкреслити, що, якщо перша сторона даної проблеми характеризується досить великим статистичним матеріалом (див., наприклад книгу А.Л.Чижевського «Земное эхо солнечных бурь», М., 1976), то інша сторона проблеми ще не має міцного наукового фундаменту і часом поряд з глибоким науковим трактуванням, зустрічаються спроби внести до цієї проблеми елементи хіромантії і астрології. Зрозуміло, що ця проблема не проста, так як справжньому досліднику доводиться мати справу з величезною кількістю фізичних параметрів, що описують активні процеси на Сонці і на Землі. З цього набору даних слід відібрати найбільш інформативні показники, так звані предиктори, а це не проста операція, так як самі

використовувані параметри не є незалежними, а кореляційно пов'язані між собою, що суттєво ускладнює і без того складний комплекс сонячно-земних зв'язків.

Вже неодноразово робились спроби робити прогнози суспільно-політичних подій на Землі по рівню сонячної активності. Частіше всього такі поверхневі прогнози далекі від науки, проте не слід забувати, що поблизу максимумів сонячної активності може відбуватися синхронізація соціальних процесів і їх інтенсифікація. Наприклад, в роки максимумів сонячної активності 1830, 1848, 1870, 1905, 1917, 1928, 1937, 1947, 1958, 1969, 1980 і 1989-1990, 2000-2002 рр., 2013-2014 співпали з роками масових революційних рухів, страшних терактів, жорстоких війн і перетворень в різних країнах земної кулі. Звичайно, сонячна активність, якою б високою вона не була, сама по собі не може бути причиною соціальних протиріч і відношень, але вони цілком може виявитись „спусковим гачком” для включення того чи іншого соціального процесу. Проте і в цьому випадку вплив Сонця на земні процеси не слід розглядати як щось неминуче, фатальне, неподолане. Знання всього комплексу сонячно-земних зв'язків і їх фізичних причин дозволить в майбутньому своєчасно приймати дієві міри в дійсно демократичному суспільстві для запобігання яких-небудь негативних соціальних процесів або їх наслідків.

Незвичайно великі плями на Сонці з'явилися у жовтні 2003 р. А 29 жовтня в Києві багато людей знову бачило яскраве полярне сяйво.

Після трирічного мінімуму 2008-2010 років, Сонце в 2014 році досягло максимуму своєї активності. Слід сказати, що період 2008-2010 року був аномальним мінімумом який нагадував Маундерівський мінімум, який насправді мав період більший довгочасного зменшення кількості сонячних плям приблизно з 1645 по 1715 роки. 1 серпня 2008 астрономи сфотографували дуже асиметричну сонячну корону під час повного сонячного затемнення. За спостереженнями О.Р.Баранського (Київ) сонячна корона 1 серпня 2008 р. була білямінімального типу (фаза 0.1) з великими двома полярними корональними дірами з характерними для цих областей полярними щітками.

По прогнозами і спостереженнями астрономів перший максимум 24 циклу активності з середнім числом Вольфа рівним 65 відбувся в 2012 р., а другий максимум цього ж циклу з середнім Вольфа рівним 75 відбувся в липні 2014 році, зараз середнє число Вольфа тримається на цьому або ж меншому рівні, після чого кількість плям на Сонці буде поступово зменшуватися і у 2020 році настане мінімум сонячної ативності і розпочнеться новий 25 цикл сонячної активності. Протягом перших 9 місяців відбулася серія магнітних бур на гземлі, яка викликала загальну слабкість, головний біль, напад мігрені і болей в суглобах у багатьох жителів землі. Магнітні бурі відчувають більше половини жителів Землі. Та відчувають люди це по різному: погіршується самопочуття, псується апетит, сон і настрій, підвищується тиск, посилюється серцебиття, з'являється тривога,

агресивність, внаслідок чого в Тунісі, Єгипті, Лівії, Бахреїні, Сирії та інших країнах вже тривалий час відбуваються масові заворушення та криваві військові сутички між урядом і бойовиками, Росія захопила Крим і веде неоголошену війну з Україною, а також здійснила військовий злочин, знищив пасажирський літак індонезійської компанії з 298 мирними пасажирами на його борту.

Ще в 2003 р. засоби масової інформації, посилаючись на думку невідомого дослідника Сонця голандського астронома, неодноразово розповсюджували (по радіо, ТВ, газетах) брехливу інформацію про те, що ні би то температура в надрах Сонця безупинно підвищується і воно через 6 років вибухне, коли температура в його центрі досягне 49 мільйонів градусів за Фаренгейтом (?) (зазвичай вчені користуються шкалою Кельвіна). Слід сказати, що такий висновок протирічить теорії зоряної еволюції. Ще протягом 5-6 мільярдів років наше Сонце – жовтий карлик Чумацького шляху буде освітлювати і зігрівати Землю. А от енергетичні ресурси нашої планети обмежені тануть з кожним днем. І для того, щоб людська цивілізація не припинила своє існування найближчі сотні років, а можливо, й того менше, вона повинна знайти ефективні шляхи використання невичерпної енергії нашої денної зорі, що за 1 секунду випромінює у космічний простір більше енергії, ніж вироблене людством за весь час його існування.

ЧОТИРНАДЦЯТЬ ГОЛОВНИХ РУХІВ ЗЕМЛІ

¹К.И.ЧУРЮМОВ, ²О.К.МЕЛЬНИК, ¹Т.К.ЧУРЮМОВА

¹Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

²Киевский лицей «Диалог»

Іноді в засобах масової інформації з'являються анти-наукові статті, в яких викладаються «нові аргументи», які ні би то доводять відсутність орбітального руху Землі навколо Сонця. Варто відразу сказати, що ніяких нових аргументів у таких статтях не міститься, а ні би то «новий погляд» на істинний рух Землі є дуже невдалою спробою повторити давно віджилі уявлення про будову Сонячної системи з нерухомою Землею й Сонцем і іншими космічними тілами, що обертаються навколо неї. Як відомо ця модель древніх греків 2200-літньої давнини про геоцентричну систему світу непохитно протрималася більш 1700 років, тому що вона спиралася на “незаперечний” авторитет великого грецького філософа Аристотеля і мала могутню підтримку християнської релігії, відповідно до якої Земля вважалася центром створення світу. Хоча Аристотель сам прекрасно розумів двояку можливість пояснення удаваного руху зірок і інших небесних тіл або їхнім реальним рухом, або рухом Землі, але ідею Землі, що рухається, він не став розвивати у своїх працях. А даремно, тому що це затримало створення реальної моделі будови Сонячної системи і всієї сучасної науки майже на 2000 років. Слід

зазначити, що ще в 5 в. до н.е. прихильник навчання Піфагора грек Філолай першим розвинув ідею про рух Землі, вважаючи, що Сонце, Земля, Місяць і п'ять відомих тоді планет обертаються навколо центрального вогню, причому Земля також оберталася навколо своєї осі таким чином, що не дозволяло жителям, відомих у часи Філолая країнах бачити і спостерігати цей гіпотетичний центральний вогонь. У першій половині 3 в. до н.е. грецький астроном Аристарх Самоський розробив систему, відповідно до якої Сонце і зірки були нерухомими, причому Сонце знаходилося в центрі сфери, усередині якої також розташовувалися зірки, а Земля брала участь у двох рухах – навколо свій осі і навколо Сонця. Прихильником моделі Аристарха був грецький астроном Селевк, що жив у 2 в. до н.е. На жаль до наших днів не дійшла аргументація Аристарха і Селевка на користь своєї моделі будови світу, яка на жаль не одержала підтримки їхніх сучасників, а також наступних багатьох поколінь астрономів, які вважали, що ідеї про рух Землі противиться безпосереднє почуття. І дійсно з дитячих років кожна людина бачила, що Сонце сходить на світанку, протягом дня рухається небесною сферою і заходить увечері, потім сходять і рухаються по нічному небу зірки, заходять перед сходом Сонця, тобто усе рухалося, а от рух Землі ніяк не відчувався. Більш того могутню теоретичну базу під геоцентричну систему світу підвів один із самих знаменитих астрономів стародавності Клавдій Птолемей, який у середині 2 в. н.е. опублікував свою знамениту працю «Математичний збірник або синтаксис», що став на багато сторіч загальноновизнаною астрономічною енциклопедією. Науковий світ знав про цю енциклопедію, що складалась з 13 книг у перекладі на арабську мову і названу «Альмагестом» або «Загальним оглядом», під яким ця праця ввійшла в історію науки. Згідно птолемейської системи в центрі Всесвіту, з яким ототожнювалися Сонце, Земля, Місяць, 5 відомих у той час крім Землі планет і видимі з Землі неозброєним оком зірки, знаходилася кулеподібна Земля. Сонце і Місяць рухалися навколо Землі рівномірно по концентричних колових орбітах. Меркурій, Венера, Марс, Юпітер і Сатурн за Птолемеєм рухалися по малих колових орбітах – епіциклах, центри яких у свою чергу рівномірно рухалися по великих колових орбітах – деферентах, що концентрично оточували Землю, що знаходилася в їхньому центрі. Це дозволило пояснити петлеподібні і зворотні рухи планет. Щоб ліквідувати великі нев'язки між передобчисленими і спостереженими положеннями планет Птолемей вводив другі епіцикли, що рівномірно рухаються по перших епіциклах, потім треті епіцикли і т.д. Це дозволяло довести точність передбачених положень планет до точності вимірів за допомогою найкращих кутомірних інструментів того часу (квадрантів, секстантів і ін.), тобто до однієї чи декількох мінут дуги. Найбільші розбіжності з теорією Птолемея давав Марс, тому для нього європейські астрономи в 13 столітті вводили 200 епіциклів, причому 200-й епіцикл рухався по 199 епіциклу, той у свою чергу по 198 епіциклу і т.д. Незважаючи на всю її фізичну неспроможність, модель

Птолемея можна з успіхом використовувати і в теперішній час для точних обчислень положень планет або космічних апаратів з будь-яким ступенем точності, яку можуть забезпечити сучасні телескопи. Для цього в модельні розрахунки положень будь-якої планети необхідно ввести досить велике число епіциклів, щоб одержати необхідну точність. Фактично уже в 2-м столітті нашої ери Птолемеєм був винайдений гармонійний Фур'є-аналіз (за 17 століть до його відкриття Фур'є!), що дозволяє представити будь-який нерівномірний неколовий рух нескінченною сумою рівномірних колових рухів.

Наприкінці 15 в. і в першій половині 16 століття «геоцентрична система світу» була спростована великим польським астрономом Миколою Коперником (1473-1543), який привів незаперечні докази на користь «геліоцентричної системи будови Сонячної системи» із Сонцем (Геліосом) , а не Землею (Геєю) у центрі планетної системи. Ця система після праць Йогана Кеплера і Ісаака Ньютона була згодом прийнята всім розумним людством. Відповідно до цієї системи в центрі нашої планетної системи знаходиться найбільш масивне її тіло – Сонце, що своїм полем тяжіння змушує всі інші тіла – планети з їхніми супутниками, комети, астероїди і дрібні порошинки обертатися довкола нього по еліптичних орбітах. Правда, Коперник думав, що орбіти повинні бути коловими, але потім Кеплер його поправив, довівши, що орбіти повинні бути еліптичними і рух планет і інших тіл у Сонячній системі підкоряється трьом великим законам, що одержали назву законів Кеплера і закону всесвітнього тяжіння І.Ньютона. Слід зазначити, однак, що не зовсім вірно говорити, що Земля і планети обертаються навколо Сонця. Сумарна маса планет у 743 рази менше маси Сонця, тому і Сонце і планети обертаються навколо загального центра мас Сонячної системи, що знаходиться усередині сонячної кулі, але не в центрі Сонця. Тому Сонце також як і планети обертається еліптичною орбітою, правда незрівнянно меншою, ніж планетні орбіти. А Земля – одна з планет Сонячної системи, рух якої підкоряється закону всесвітнього тяжіння Ньютона, із усіма наслідками, що впливають з нього.

Завдяки закону всесвітнього тяжіння Земля бере участь у численних рухах у Сонячній системі, нашій Галактиці – Чумацькому шляху і Всесвіті. Перелічимо основні з цих рухів.

Першим рухом Землі є її обертання навколо власної осі, спрямованої на Північний полюс поблизу якого знаходиться Полярна зірка. Обертання Землі наочно і переконливо доводиться за допомогою маятника Фуко, що характеризується великою довжиною підвісу. Уперше був продемонстрований Ж.Б.Фуко в Паризькому пантеоні в 1851 р. Маятник мав довжину підвісу 67 м і масу мідної кулі 28 кг. Як відомо площина коливань маятника повинна зберігати своє незмінне положення. Спостерігач же, який обертається разом із Землею бачить, що площина маятника після кожного коливання повільно повертається на невеликий кут відносно попереднього положення і за добу маятник робить також як і Земля

повний оберт на 360 градусів. Період обертання Землі дорівнює одній добі або 23 годинам 56 хвилинам 4 секундам. Унаслідок дії припливних хвиль на Землю її обертання сповільнюється – за сторіччя на одну тисячну секунди, а за мільйон років – на 10 секунд.

Другий рух Землі - це її річне обертання еліпсом навколо Сонця за 365.25 доби, що відбивається в існуванні річного паралакса зірок. У перигелії Земля знаходиться на відстані близько 147 млн км від світила, а через півроку в афелії – на відстані 152 млн км. Швидкість руху Землі по орбіті на середній відстані від Сонця 149,6 млн. км дорівнює 29,765 км/с, що в 36 разів перевищує швидкість кулі.

Третій рух Землі - повільне конусоподібне переміщення її осі в просторі або прецесія, що виникає унаслідок впливу сил тяжіння Місяця і Сонця на екваторіальне «здуття» Землі, що є наслідком стиснення фігури Землі біля її полюсів. Ці сили безуспішно намагаються випрямити земну вісь і поставити її перпендикулярно до площин земної і місячної орбіт, але завдяки тому, що Земля обертається, то в результаті дії сил тяжіння Сонця і Місяця на неї і виникає прецесія. Аналогічним образом прецесує дитяча іграшка дзига, якщо її закрутити, а потім пальцем злегка відхилити кінець осі її обертання. Період прецесії земної осі дорівнює 26000 років. Це приводить до того, що положення небесного полюса поступово змінюється. В теперішній час поблизу північного небесного полюса знаходиться зірка Альфа Малої Ведмедиці або Полярна, яка буде грати цю важливу роль до 3500 року. У ювілейному 10000 році на місці Полярної буде сяяти яскравий Денеб – Альфа Лебеда, а в 13000 році – ще більш яскрава Вега – Альфа Ліри, що вже була поблизу полюса світу в 13000 році до н.е. У 2700 р. до н.е. роль Полярної грала зірка Альфа Дракона, про що можна прочитати в китайських літописах імператора Гоанг-Ті. У ті ж часи при будівлях єгипетських пірамід прокладалися похилі галереї під кутом 27 градусів до обрію, орієнтовані на північний полюс світу або на зорю Альфу Дракона, що була тоді видна на широті єгипетських пірамід саме під таким кутом.

Четвертий рух Землі - нутація виникає через гравітаційний вплив Місяця на різні точки земної фігури – геоїда. Це змушує земну вісь описувати конус з періодом у 18.6 року. Небесний полюс при цьому описує на небесній сфері маленький еліпс із півосями 18"x14" (секунд дуги). Унаслідок прецесії і нутації небесний полюс рухається серед зірок по складній звивистій траєкторії.

П'ятий рух Землі зв'язаний з повільною зміною нахилу осі обертання Землі до площини її орбіти. Протягом року ця зміна складає біля півсекунди дуги, а сумарна амплітуда коливань не перевищує 1 градуса 37 секунд дуги.

Шостий рух Землі характеризується змінами ексцентриситету еліптичної орбіти, тобто форми орбіти, яка періодично то злегка витягується, то стискується внаслідок дії гравітаційних збурювань Сонця, Місяця і планет на Землю. Унаслідок цього руху орбіта Землі безперервно ні би то «дихає і пульсує».

Сьомий рух Землі полягає в тому, що внаслідок гравітаційного впливу Сонця, Місяця і планет на Землю лінія, що з'єднує афелій і перигелій її орбіти, або лінія апсид, повільно повертається. Це приводить до поступового зсуву моменту проходження Землі через перигелій і афелій щодо пір року. Так якщо в теперішній час у 2014 р. Земля проходить перигелій орбіти узимку 3 січня, то в 17000 році ця подія буде відбуватися уже восени 21 вересня.

Восьмий рух – це спільний рух Землі і Місяці навколо загального центра мас. Завдяки тому, що Місяць легше Землі в 82 рази, центр мас системи Земля-Місяць знаходиться між обома цими тілами на відстані 4664 км від центра Землі, тобто ця точка знаходиться в тілі Землі і відстоїть на 1700 км від поверхні нашої планети.

Дев'ятий рух Землі пов'язаний з тим, що загальний центр мас Сонячної системи рухається дуже складною кривою внаслідок взаємного гравітаційного впливу Сонця і планет одне на одного.

Десятий рух Землі, пов'язаний із гравітаційним впливом на неї інших планет Сонячної системи, який викликає ті неправильності орбітального руху Землі, які в астрономії називаються збуреннями.

Одинадцятий свій рух Земля здійснює разом із всією Сонячною системою в напрямку до сузір'я Геркулеса, куди рухається Сонце із швидкістю біля 20 км/сек.

Дванадцятий рух Землі – це її рух разом із Сонцем навколо центра Чумацького шляху з періодом біля 200 млн років, що є тривалістю “галактичного року”.

Тринадцятий рух пов'язаний із рухом Землі разом з нашою Галактикою відносно сукупності сусідніх до Чумацького шляху відомих нам інших галактик.

Чотирнадцятий рух Земля здійснює разом із Чумацьким шляхом у розбіганні всіх галактик відносно точки сингулярності в якій 13.7 міліардів років тому відбувся «Великий Вибух», внаслідок якого і виник існуючий Всесвіт.

Звичайно, що Земля бере участь іще в багатьох рухах, тому що у нескінченному Всесвіті кожне тіло здійснює безліч різних відносних рухів.

Поетичні сторінки

ОДА УКРАЇНСЬКОМУ ЄВРОМАЙДАНУ

К.І. Чурюмов

Вставай, народе України!

Герої Крутів кличуть нас:

“За справжню волю у країні

Настав судити владу час!”

Європа кличе нас до себе –

Готує влада зашморг нам.

З колін піднятись, браття, треба,

Щоб дати відсіч ворогам!

Лунали постріли злочинні -

Вбивали мирних громадян.

На Президенті кров невинних -

І вирок йому дасть Майдан!

Регіоналам й комуністам –

Презирство наше і ганьба!

А наш народ їм знайде місце

Біля ганебного стовпа!

Європа нас прийняти має –

Цей шанс щасливий дав нам Бог!

Нехай Майдан нас надихає

Й веде шляхами перемог!

Над Україною знов засяє

Надії світ – спаде туман!

Так хай живе й перемагає

Всеєвропейський наш Майдан!

9 грудня 2013 р.

ПЕСНЬ О КОМЕТЕ 1970 n

I

Встала из мрака молодая с перстами пурпурными Эос.
Ложу покинул тут я, долгу ночному подвластный,
Шубу надел, светосильную трубку на шею повесил.
После в бахилы туристские ноги проворно облекши,
Вышел из комнаты я, к наблюдениям долгим готовый.
Кофе глотнув предварительно дозу изрядную разом,
Ту, что и мертвых легко пробуждает от спячки унылой,
И не спеша отправляюсь я в самую башню большую,
Что на горе Канобили среди прочих стоит, возвышаясь.
Там на площадке "Ассемби" я свой размещаю небрежно,
Словно бы нехотя в неба я область смотрю,
Что зовут Эверхартовой зоной.
Звезд начертаний знакомых на сфере небесной читаю,
И среди них куч шаровых и туманностей смутных места отмечаю.
Но незаметно светлеет и утро приходит –
День новый нам Эос дарует.

II

Вечером снова в "Ассемби" смотрю я упорно на запад
В зону близ Солнца, что зовут Эверхартовой зоной.
Вновь среди звезд я ищу терпеливо туманные сгустки,
Тех, что и в Атласе нет Паломарском, известном повсюду.
Вдруг на границе созвездий Serpente и Ophi соседних
Вижу туманный объект я с резким ядром посредине бесспорно.
Ярких галактик, скоплений, я знаю, нет в этом месте на карте,
Но для контроля смотрю я на Ликские карты поспешно.
И все сомнения прочь отлетают бесследно, тая во мраке .
Новая – это, пришедшая к нам из космических далей, комета!
В этом я вновь убеждаюсь, кратность "Ассемби" меняя.
Карту окрестностей звездных рисуя подробно в журнале,
Координаты палеткой снимаю , Бечвара пользуясь картой,
Альфу и дельту, момент наблюдений фиксирую, делаю запись в журнале.
За горизонтом объект исчезает тот вскоре, вращению следуя Геи.

III

С робкой мольбою к богам олимпийским взываю, надежду лелея,
Чтобы еще раз послали мне чистое с вечера небо, те боги,
Чтоб горизонт не туманился дымкой густою – светом рассеянным пылью.
Чтобы кометы движение стало известно в пространстве безмолвном.
С вечера ясного неба мне хватит минут на 15 с лихвою.
Но не очистилось небо, а стало гораздо мрачнее, чем было.
Целые сутки еще пребывал я неведеньем смутным томимый.
Лишь через день в облаках показались просветы – и в них те же звезды.
В трубку средь звезд отыскал я то место на небе,
Комету где ранее видел.
Звезды застыли безмолвно в позиции прежней, но уж без кометы
И отыскать не сумел я беглянку – комету в разрывах.
Туч бесконечная толща все неба закрыла внезапно –
Место второе кометы я не измерил в тот вечер ненастный.

IV

Но отвергаю любые сомнения снова и снова.
Всеми богами поклясться могу и каталогом шефа [1] к тому же.
Новая – это комета! Быстро бегущая в небе, а значит
В тесном сближеньи с Землею летящая к Солнцу.

1. Всехсвятский С.К. Физические характеристики комет. – М.: Просвещение, 1958.

1970, Киев

И.Л.Андронов

Небесный вальс кружит комета,
Обнялись крепко два ядра.
А к ним летит, летит "Розетта" -
Узнала больше что б Земля!

Чурюмов Клим, Герасименко
Светлана сделали прорыв,

Не упустив того момента,
Комету славную открыв

2014 г., Одесса

Зміст