

по изучению атмосферы, где роль спутника играет Луна. До начала «космической эры» только лунные затмения предоставляли такую возможность.

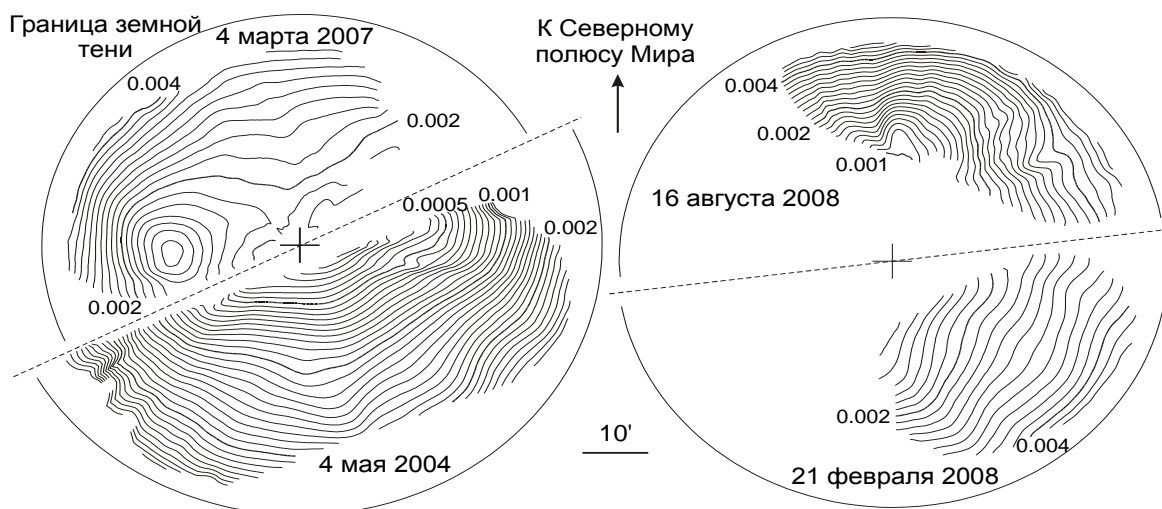


рис. 1. Оптические карты земной тени для четырех лунных затмений 2004-2008 годов.

Оптические карты (распределение величины потемнения поверхности Луны, рис. 1) для четырех лунных затмений в 2004-2008 годах в ближней инфракрасной области спектра (двойная полоса 675+855 нм для затмения 2004 года и узкая полоса 867 нм для остальных затмений) показывают существенную неоднородность земной тени. Экваториальные зоны земной тени для затмений 2004 и 2007 годов отличаются минимумами яркости. Проведенный анализ показывает, что данные минимумы вызваны увеличением содержания аэрозоля в верхней тропосфере (высота около 10 км) над экваториальными материковыми зонами Земли. В то же время, морские экваториальные зоны характеризуются меньшим содержанием аэрозоля, что приводит к высоким значениям яркости Луны в экваториальных зонах тени во время обоих затмений 2008 года. Темные области в полярной тени в 2004 и 2008 годах соответствуют циклонам и скоплениям облаков в соответствующих районах лимба Земли.

Лунные затмения могут также использоваться для изучения малых газовых примесей в атмосфере Земли. Измерения яркости Луны во время затмения 3 марта 2007 года в полосе поглощения водяного пара (938 нм) позволили построить распределение H_2O в верхней тропосфере, которое оказалось в хорошем согласии со значениями общего содержания водяного пара по данным космического мониторинга. Сопоставление этих величин позволяет определить характерную шкалу вертикального распределения водяного пара в атмосфере (1.3 км) и ее небольшие широтные вариации.

Темные пятна в южной части тени во время затмений 4 мая 2004 года и 21 февраля 2008 года также совпадают с локальными минимумами общего содержания озона. Возможно, это связано с активностью стратосферного вихря и образования полярных стратосферных облаков в южной атмосфере. В северном полушарии, по данным затмений 3 марта 2007 года и 16 августа 2008 года, данная корреляция не наблюдается.

В заключении лекции делается краткий обзор предстоящих лунных затмений, видимых на территории России.

Динамическая эволюция частиц, выброшенных из кометы Холмса

Усанин Владимир Сергеевич

Казанский государственный университет

Кондратьева Екатерина Дмитриевна, к.ф.-м.н.; Ишмухаметова Марина Геннадьевна, к.ф.-м.н.

Vladimir.Usanin@ksu.ru

Главным астрономическим явлением 2007 г. стала мощнейшая вспышка кометы Холмса (17P) 23,7 окт. UT [1]. Эта комета испытала вспышку и 4,6 нояб. UT 1892 г. [2], перед её открытием. Наличие в космосе вещества, выброшенного из кометы Холмса, следует учитывать при планировании миссий к астероидам Главного пояса и во внешнюю часть Солнечной системы. Для моделирования динамической эволюции роёв применён созданный автором комплекс программ. Основная программа интегрирует уравнения гравитационной задачи N тел в инерциальной системе координат методом Эверхарта [3] 35 порядка и выводит результаты в файл. Вспомогательные программы: генерируют начальные данные для частиц, выброшенных

почти изотропно со случайными скоростями вплоть до заданной; отображают результаты вычислений в виде анимации; выбирают из массива требуемые для анализа данные. Исследовано движение 1000 частиц на 20000 сут. от вспышки 2007 и на 45000 – от 1892 г. с шагом 4 сут. Как верхний предел скорости задано 222 м/с [4] для вспышки 2007 г. и 270 м/с [5] – для 1892. Учитывалось гравитационное влияние Солнца, больших планет, Луны, трёх астероидов, системы Плутона. Начальные данные в барицентрической системе J2000.0 взяты из сервиса «Horizons» (<http://ssd.jpl.nasa.gov/horizons.cgi>). Неточность в движении кометы не превысила 4 ч. за 115 лет (по элементам 1892 г., в сравнении с орбитой из наблюдений 2007 г.). При просмотре полученных анимаций выявлены структурные особенности, возникающие в ходе динамической эволюции роёв. На рисунках показаны проекции на плоскость эклиптики (ось X направлена к точке равноденствия J2000.0) положений модельных частиц 2007 г. и возмущающих тел в избранные даты, показывающие эти особенности.

Вначале частицы движутся по инерции, и рой имеет вид шара (на *рис.1* слева – выброс к 8 нояб. 2007 г.). Далее Солнце с разной силой притягивает части роя, и он растягивается, превращаясь в эллипсоид (на *рис.1* в центре – частицы на 12 окт. 2009 г.). Затем эллипсоид искривляется (на *рис.1* справа – рой к 26 сент. 2012 г.).

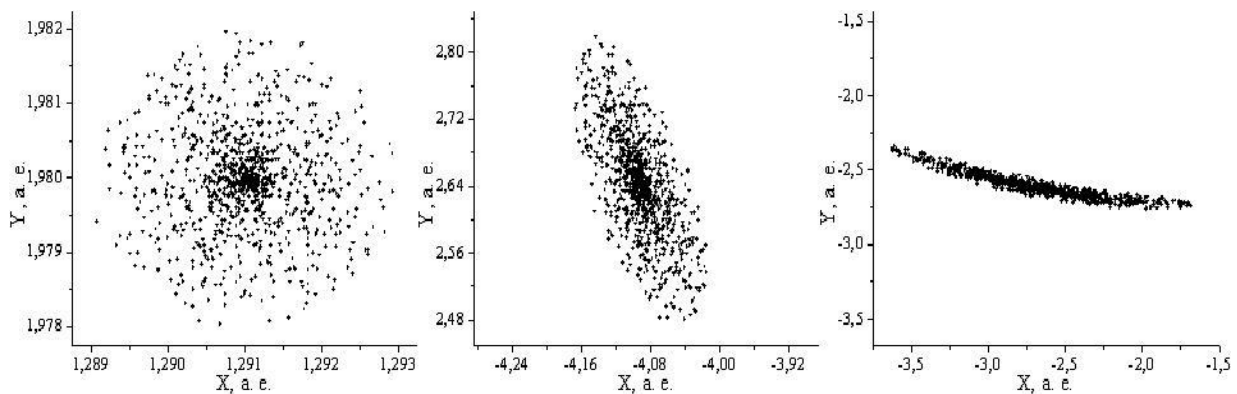


рис.1. $t=16$ сут.; $t=720$ сут.; $t=1800$ сут.

Вблизи перигелия рой растягивается в дугу орбиты (на *рис.2* слева – поток 8 сент. 2014 г.). На пути к афелию происходит временное сжатие, что видно на *рис.2* в центре (15 февр. 2018 г., в том же масштабе). Воздействие на поток даже самой массивной планеты, Юпитера, заметно только после довольно тесных сближений. Первое из них показано на *рис.2* справа (6 июля 2052 г.).

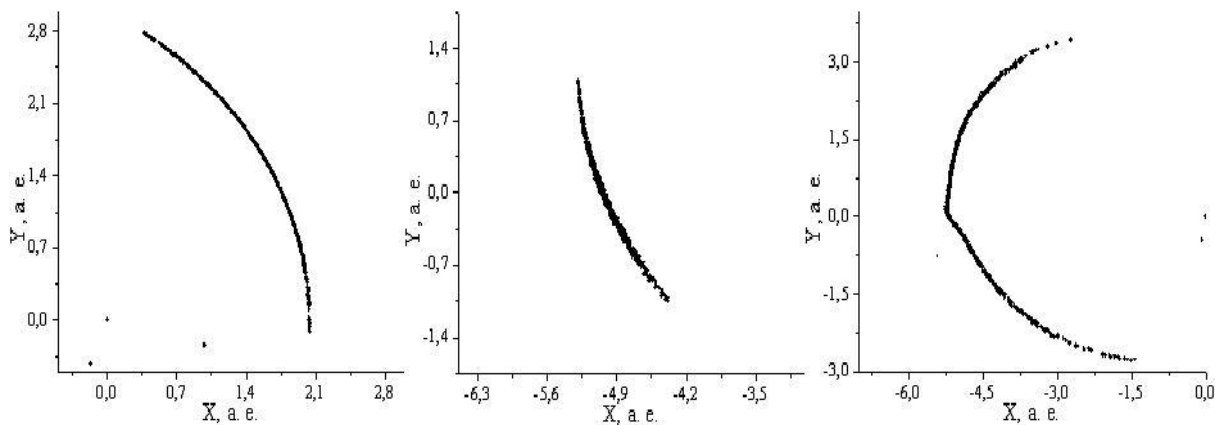


рис.2. $t=2512$ сут.; $t=3768$ сут.; $t=16328$ сут.

Сочетание изменений больших полуосей, эксцентриситетов и долгот перигелиев приводит к сглаживанию выступа вблизи перигелия, видимому на *рис.3* слева (14 дек. 2055 г.). На новом витке, без сближения с Юпитером, возмущённая часть роя проявляется в виде зигзага. *Рис.3* в центре показывает поток к последнему моменту модели (26 июля 2062 г.). Справа возмущённый участок показан в большем масштабе.

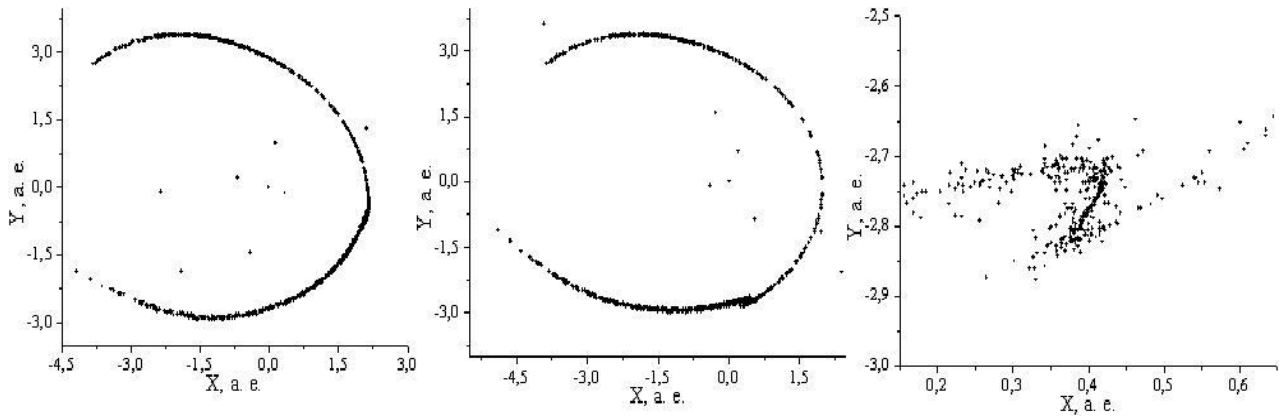


рис.3. $t=17584$ сут.; $t=20000$ сут.

В модели выброса 1892 г., вследствие бóльших начальной скорости и моделируемого промежутка, проявились ещё некоторые особенности. Когда «хвостовая» часть отстала от «головной» на период, рой не замкнулся, так как орбиты быстрых частиц меньше. На многократно возмущённых участках возникли дуги.

Список публикаций:

- [1] Miles R. A novel mechanism for outbursts of Comet 17P/Holmes and other short-period comets// eprint arXiv:0712.3314, 2007, revised version submitted to MNRAS.
- [2] Whipple F. L. Comet P/Holmes, 1892 III - a case of duplicity?// Bulletin of the American Astronomical Society, 1983, v.15, p.805.
- [3] Everhart E. Implicit single-sequence methods for integrating orbits// Celestial Mechanics, 1974, v.10, pp.35-55.
- [4] Montalto M., Riffeser A., Hopp U., Wilke S., Carraro G. The comet 17P/Holmes 2007 outburst: the early motion of the outburst material// Astronomy and Astrophysics, v.479, March I 2008, pp.L45-L49.
- [5] Bobrovnikoff N. T. The periodic comet Holmes (1892 III)// Popular Astronomy, 1943, v.51, pp.542-550.

Микропульсации типов Pc3 и Pc4 в г. Томске

Якимук Михаил Анатольевич

Томский государственный университет

Колесник Сергей Анатольевич

shmyak84@mail.ru

Магнитосфера Земли представляет собой область околоземного пространства, физические свойства которой определяются магнитным полем Земли и его взаимодействием с потоками заряженных частиц космического происхождения. Исследования последних лет неопровержимо свидетельствуют о заметном влиянии солнечной активности и процессов в магнитосфере на жизнедеятельность человека и окружающую его среду. Все это определяет практическую значимость исследования физики магнитосферы.

Геомагнитные пульсации представляют собой короткопериодные колебания геомагнитного поля и характеризуются квазипериодической структурой, занимая диапазон частот от тысячных долей герца до нескольких герц. Результаты исследования пульсаций и ОНЧ-излучения свидетельствуют о том, что изменение параметров радиационных поясов, особенности взаимодействия магнитосферы с солнечным ветром, изменение конфигурации плазмоспаузы и другие процессы в той или иной мере сказываются на характере колебательного режима электромагнитного поля Земли. Таким образом, геомагнитные пульсации служат одним из важных индикаторов особенностей протекания физических явлений в околоземном пространстве и перестройки его структуры.

На основании многочисленных литературных данных [1], на средних широтах пульсации типов Pc3 и Pc4 наблюдаются преимущественно днем и при низкой магнитной активности. Поэтому для анализа сезонно-суточных вариаций спектральных характеристик микропульсаций мы использовали данные непрерывного мониторинга компонент геомагнитного поля (D, H, Z), полученные на магнитовариационной станции «Кварц-3» Томского госуниверситета [2] в период низкой магнитной активности (с 1 октября 2006 года по 30 ноября 2007 года). Исходный ряд данных был записан с частотой дискретизации 20Гц. В результате спектральной обработки [3] для последующего анализа были оставлены колебания, которые соответствовали устойчивым микропульсациям типов Pc3 и Pc4 с периодами 10-50 и 50-150 с соответственно, и амплитудами 0,1-10 нТл.

За рассматриваемый период времени экспериментальные данные четко показывают, что пульсации данных типов происходят преимущественно в дневное время суток, которое зависит от сезона года (см. рис. 1).