

С. К. Всехсвятский

О возможном существовании кольца комет и метеоритов вокруг Юпитера

Резюме

1. Перечисляются аргументы теории извержения (невозможность объяснить малый возраст и особенности движения короткопериодических комет на основе захвата; существование астероидов и метеорных потоков в центральных областях Солнечной системы; существование кометных семейств Сатурна, Урана и Нептуна; соответствие кометных газов химизму планетных атмосфер; особенности системы параболических комет; присутствие льдов в кометах; данные изучения структуры и химизма метеоритов; явления вулканизма на планетных телах) на основе которой утверждается существование кометно-метеоритных масс, двигающихся вокруг планет.

2. Отмечены наблюдавшиеся значительные изменения в кольце Сатурна на основе данных Отто струве (XIX столетие) и более поздних наблюдений, найдена скорость расширения колец и их приближения к поверхности планеты. Вычислено уменьшение общей энергии части кольца, составившее за 300 лет минимально $3 \cdot 10^{28}$ эргов. Устанавливается, что быстрая сравнительно с прежними оценками эволюция кольца, должна происходить в результате пополнения вещества кольца и вследствие соударений составляющих колец.

3. Обращено внимание на выдающиеся особенности экваториальной полосы Юпитера и дается обзор наблюдений этой полосы.

4. Показано, что сопоставление периодов наилучшей видимости экваториальной полосы Юпитера с зенографическим положением Солнца и Земли и рассмотрение положения полосы на диске—может служить доказательством того, что она является тенью кометно-метеоритного кольца, окружающего Юпитер и находящегося в плоскости его экватора.

5. Обсуждаются особенности гипотетического кольца Юпитера, оптическая толща которого в несколько десятков раз меньше, чем у кольца Сатурна и возможности наблюдения ушек кольца.

1. *Исходные положения.* Изучение системы комет и особенностей короткопериодических комет, не оставляет никакого сомнения в том, что их появление в Солнечной системе обязано мощным вулканическим катаклизмам на планетных телах [1,2].

При извержениях наряду с образованием периодических и долгопериодических комет, характерных наличием льдов, происходит образование метеоритов (обломков коры) и метеорного вещества (вулканический пепел), заполняющих пространство Солнечной системы. Не имея возможности возвращаться к неоднократно уже изложенным

доказательствам, я кратко перечислю основные аргументы теории извержения:

а) Быстрая дезинтеграция короткопериодических комет и особенности их движения, исключают объяснение этих комет на основе „захвата“ Юпитером (т. е. в предположении больших одиночных или ряда последовательных возмущений). Существование многочисленной группы юпитеровых комет [68] доказывает их выброс с поверхности спутников Юпитера и на протяжении не более 300—400 последних лет.

б) Существование астероидов, двигающихся в центральных областях Солнечной системы (Икар, Аполлон и др.) и недавно открытых короткопериодических метеорных потоков планетарного типа (О Цетиды, Ариетиды и др.), указывает на сравнительно недавнее их образование. Помимо представления о выбросе с поверхности планет земной группы, иные объяснения появления вблизи Солнца тел с короткопериодическими, но эксцентричными орбитами, встречает большие трудности.

в) Группы периодических комет Сатурна, Урана и Нептуна, говорят об эруптивной активности в системах других планет-гигантов.

г) Особенности газов светящихся в кометах находятся в хорошем соответствии с химизмом планетных атмосфер.

д) Особенности распределения орбит долгопериодических и параболических комет говорят об их образовании в области планет миллионы и десятки миллионов лет назад, при больших начальных скоростях, чем это имеет место в настоящее время.

е) Присутствие льдов в кометах прямо говорит об их отношении к планетам, поскольку льды нам известны лишь на поверхностях планетных тел.

ж) Все более выясняющееся единство природы и генетическая связь между различными группами малых тел (астероиды, метеориты, метеорное вещество, кометы как метеоритно-метеорные комплексы со включением льда), позволяет использовать данные всех групп для космогонических заключений. Изучение метеоритов, по структуре отвечающих туфовым породам вулканических районов Земли приводит к заключению об их вулканическом или взрывном происхождении (В. Н. Лодочников, А. Н. Заварицкий, В. Г. Фесенков) [3].

з) Фотографические и радиолокационные наблюдения метеороидов доказывают связь метеорного вещества с комплексом короткопериодических комет. Поскольку существование метеорных частиц в центральных областях Солнечной системы, при значительных эффектах радиативного торможения, корпускулярной бомбардировки, магнитных и электрических полей, — не может быть длительно, их наличие можно объяснить лишь на основе космического вулканизма и предположения о „загрязненных льдах“.

и) Непосредственные наблюдения поверхности планет, особенности их атмосфер и в последнее время — радионаблюдения, дают во многих случаях доказательства мощных вулканических процессов (Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, спутники Юпитера (?)). Несомненна в прошлом грандиозная эруптивная активность на Луне и продолжающееся на ее поверхности извержение газов.

й) Имена Лагранжа, Проктора, Кроммелина, В. Н. Лодочникова связаны с различными сторонами теории извержения; в пользу ее выступали Тиссеран, Шульгоф, Фламмарин и другие ученые.

2. *Кольца Сатурна.* Одним из выводов теории извержения было заключение о существовании вокруг некоторых планет метеорно-пылевого или кометного облака, которое должно пополняться за счет выбросов при скоростях, лежащих между круговым и параболическим пределом (1-я и 2-я космические скорости).

Еще в 1952 году высказано соображение, что кольца Сатурна и должны представлять собой подобные облака, поскольку у планет с заметным сжатием, движение частиц облака, искоре после образования, должно прийти в плоскость экватора планеты. За эруптивное происхождение кольца Сатурна говорило и существование активности на поверхности планеты (белые пятна в 1876, 1891, 1895, 1933, 1946 годах) и голубой в сравнении с планетой цвет кольца (присутствие газа и льда) и значительные изменения в кольцах, отмечавшиеся на протяжении истории астрономии. На такие изменения указывал еще Трувело в 1891 г. В 1907 г. Фурнье и независимо в 1908 г. Шэр в Женеве обнаружили появление внешнего слабого кольца, которое еще в начале 1909 года наблюдалось гринвичскими астрономами, но позднее исчезло. Нечто подобное вновь наблюдалось в 1952—1953 гг. [4]. В моменты прохождения Солнца через плоскость кольца, при его исчезновении отмечались в 1907—1908 гг. (Барнард) и в 1921 г. сгущения, при других исчезновениях не отмечавшиеся. Многие другие случаи изменений приведены в книге Чэмберса (т. I) — например исчезновение делений Энке и др. Нельзя проходить мимо таких фактов как наблюдение Барнардом в 1908—1909 гг. необычной яркости кольцевого кольца. Естественно, объяснять эти изменения в кольце Сатурна новыми поступлениями продуктов вулканических извержений, происходящих как на спутниках Сатурна, так и на самой планете и за счет быстрой эволюции вещества колец в результате столкновений и сопротивления движению составляющих колец. При этом должна изменяться установившаяся структура кольца.

Не менее важным для понимания природы кольца и его происхождения являются возможные систематические изменения ширины и расстояния от лимба кольца Сатурна, на что впервые обратил внимание Отто Струве в 1852 году [5]. На основании анализа первых описаний и измерений, О. Струве составил следующую таблицу расстояний кольца от лимба планеты (c) и ширины кольца (b) (c и b в секундах дуги отнесенные к средней оппозиции):

	Эпоха	<i>c</i>	<i>b</i>
<i>Huyghens</i>	1657	6".5	4".6
<i>Huyghens, Cassini</i>	1695	6.0	5.1
<i>Bradley</i>	1719	5.4	5.7
<i>Herschel</i>	1799	5.12	5.98
<i>W. Struve</i>	1826	4.36	6.74
<i>Encke, Galle</i>	1838	4.04	7.06
<i>O. Struve</i>	1851	3.67	7.43

Кажется несомненным расширение кольца и приближение его внутреннего края к планете. Были высказаны возражения против этого вывода, хотя такие выдающиеся наблюдатели как Секки и Хинд высказывались в пользу идеи изменения. Можно было дополнить данные таблицы О. Струве, измеряя рисунки, сделанные с мощными средствами, опытными наблюдателями. Измерялись расстояния от внутреннего края крепового кольца (*C*), которое иногда отмечалось почти такой же яркости, как и внешнее кольцо (*A*).

		<i>c</i>	<i>b</i>
<i>Ranyard</i>	1883	2".9	8".6
<i>Henry</i>	1884	2.2	8.7
<i>Terby</i>	1887	2.7	10.8
(по Чемберсу, Хандбук ---- 1,224)			
<i>Rudaux, Vaucouleurs</i>	1943	1.66	10.8
(Астрономия, 1948)			

На последнем рисунке расстояние границы яркого кольца от планеты $c' = 4".54$ и ширина колец *A* и *B* без крепового $= 8".2$; в то же время измерение репродукций ликских фотографий этого же 1943 года дает для расстояния яркого кольца от планеты $5".4$ и для ширины $— 6".9$. Различие оказывается не столь большим и может быть отнесено за счет того, что на фотографиях не вышли более слабые внешние части внешнего кольца (*A*), а также за счет видимого уменьшения диска планеты на фотографии из-за потемнения к краю.

Повидимому, следует признать реальным расширение кольца во внутрь и приближение его внутренних частей к планете, в то время, как расстояние внешних колец остается приблизительно неизменным. Такой процесс и должен иметь место в результате происходящих соударений частиц кольца, когда полная энергия уменьшается, так как расходуется на распыление и нагрев. Должно иметь значение и сопротивление испытываемое метеоритными массами в газовой и пылевой среде колец, вращение которой должно отражать влияние магнитного поля планеты и ее «короны».

Используя данные О. Струве можно получить положение средней линии колец 300 лет назад на расстоянии приблизительно $9"$ ($c +$

+1/2b), т. е. около радиуса над поверхностью планеты. В сороковых годах нашего столетия (рис. Рюдо и Вокулер) значение $(c + 1/2b)$ составляет лишь около $7''.5$ или $0.83 R$.

Полная механическая энергия $E = T + u$ кольца, считая массу сосредоточений на средней линии и движение частиц круговым, может быть оценена следующим образом.

Кинетическая энергия $T = \frac{GmM}{2(R+h)}$; G — гравитационная постоянная, m — масса кольца; M — масса планеты; R — радиус планеты; h — расстояние кольца от поверхности планеты.

$$\text{Потенциальная энергия } u = \frac{GmM}{2} \left(\frac{2}{R} - \frac{2}{R+h} \right) = \frac{GmMh}{R(R+h)}$$

В этом случае $E = GmM \left[\frac{R+2h}{2R(R+h)} \right]$. С данными для Сатурна ($M = 5.7 \cdot 10^{29}$ г.; $m = 4 \cdot 10^{-5}$; $M = 2.3 \cdot 10^{23}$ г.) получаем для эпохи Гюйгенса.

$$E = 4.75 \cdot 10^{12} \cdot 2.3 \cdot 10^{23} \text{ эрг. и для настоящего времени}$$

$$E = 4.60 \cdot 10^{12} \cdot 2.3 \cdot 10^{23} \text{ эрг.}$$

Изменение $\Delta E = 3 \cdot 10^{36}$ эргов, должно было за 300 лет быть израсходовано на соударения и сопротивление движению, причем это минимальное значение, так как не учитываются возможные пополнения вещества кольца, которые могли иметь место на протяжении 300 лет. За это время частицы прошли в среднем путь $2.4 \cdot 10^{16}$ см. Расход энергии на частицу в 1 г. составил на см пути $6.3 \cdot 10^{-6}$ эрг./см. Так как сила сопротивления $P = 6\pi\mu av$, где μ коэффициент вязкости $= \frac{1}{3} \frac{\pi \eta \bar{a}^2}{\lambda}$, $\bar{a}$ — радиус сферического метеора, v скорость тел в круговой орбите ($1.8 \cdot 10^6$ см) для h — радиусу планеты, то можно оценить концентрацию газовых частиц обуславливающих расширение кольца. Принимая $a = 1$ см; молекулярный вес $3 \cdot 10^{-23}$ г.; $\bar{a}$ соответствующее равновесной температуре ($127^\circ K$) на расстоянии Сатурна равно $3.2 \cdot 10^4$ см/сек; λ — можно взять порядка 10^3 см и тогда концентрация молекул оказывается порядка $10^2 - 10^3$ см $^{-3}$. Для всего объема кольца это составляет дополнительную массу газа порядка $10^7 - 10^8$ г. Считая эту оценку в высокой степени приблизительной, я хочу лишь отметить, что процесс выпадения метеоритных масс кольца на поверхность планеты происходит, повидимому, значительно быстрее, чем это предполагалось ранее. Действительно в различных теоретических расчетах не принималось во внимание действие корпускулярных потоков на легкоплавкие (льды) и тугоплавкие составляющие кольца, действие соударений, тормозящего влияния магнитного поля планеты и действие ее «короны», подобной земной.

Наши результаты и само существование плоского кольца независимо говорят о происходящем и в настоящую эпоху пополнении материи кольца, и, следовательно о мощных выбросах с поверхности планеты и ее спутников, в период значительно более поздний, нежели момент рождения планет. Является совершенно необходимым установить точную систему величин, характеризующих яркость и размеры всех составляющих кольца Сатурна и организовать службу наблюдений кольца в стандартных условиях.

3. *Экваториальная полоска Юпитера.* Существование активных процессов выбросов в системе Юпитера, доказываемое данными кометной астрономии, дает все основания предполагать, что вокруг Юпитера также движутся кометно-метеоритные массы в виде кольца, аналогичного кольцу Сатурна. То обстоятельство, что кольцо Юпитера не было открыто на протяжении более трехсот лет телескопических наблюдений, могло быть связано с малым раскрытием кольца, когда в подобных же условиях кольцо Сатурна также почти пропадает, и, конечно, с меньшей массой или плотностью материала в кольце. Угол наклона оси вращения Юпитера к плоскости орбиты равен $3^{\circ}7'$, долгота восходящего узла экватора на орбите $313^{\circ}45'$ (1801); наклон плоскости орбиты к эклиптике $1^{\circ}18'21''$, и долгота восходящего узла орбиты на эклиптике $99^{\circ}56'36''$ (1950).

В таком случае зенографические координаты Солнца:

$$\sin D_c = \sin i \sin (L_{\text{ю}} - 313^{\circ}.75)$$

$$\cos (A_c + 180^{\circ}) = \cos D_c \cos (L_{\text{ю}} - 313^{\circ}.75).$$

Положение Земли на зенографической сфере может быть задано значениями D_z (зенографическая широта) и A_z (зенографическое прямое восхождение) Земли, которые находятся в некоторых ежегодниках и особенности расчета которых проводятся, например, в *Nautical Almanac* или в книге В. В. Шаронова [6].

Наибольший угол, под которым с Земли может наблюдаться плоскость гипотетического кольца Юпитера варьирует в пределах $-3^{\circ}.31$ до $+3^{\circ}.38$. Однако, только в течение 3 лет из 11,9 лет периода обращения Юпитера этот угол сохраняется в пределах 3° и большую часть времени бывает меньше 2° , причем около 4 лет — в пределах 1° . При этом ширина кольца (предполагаемого тонким) вблизи ушек не превышает $2''$, и большую часть времени должна быть порядка $1''$.

Сравнивая эти обстоятельства с условиями для Сатурна, устанавливаем следующее: при аналогичном наклоне ($D_s < 3^{\circ}$, и вообще $= 1-2^{\circ}$) кольца Сатурна не было видно в телескопы средней силы и только при использовании $36''$ и $40''$ и аналогичных по силе телескопов (Барнард, Слайфер, Данжон) можно было отметить слабую и часто прерывистую полоску. Ненаблюдаемость ушек у Юпитера указывает, что поверхностная яркость их должна быть по крайней

мере в несколько раз меньше, чем яркость сатурновых колец при аналогичных условиях.

Естественно было искать других признаков существования кометно-метеоритного кольца вокруг Юпитера. Необходимо было искать присутствия тени кольца на диске планеты, поскольку тень кольца Сатурна, вблизи моментов его исчезновения, всегда была очень хорошо заметна.

Многу было просмотрено большое количество рисунков Юпитера, составленных в разное время наиболее опытными наблюдателями. Было установлено, что тонкая экваториальная полоса, пересекающая экваториальную зону планеты наблюдается еще с пятидесятих годов прошлого столетия, когда обсерватории стали вооружаться телескопами с отверстиями более 8—10", с хорошей разрешающей способностью.

Составленная к концу прошлого столетия постоянная схема деталей поверхности Юпитера содержит указание на экваториальную полосу. Однако, в настоящее время экваториальная полоса отмечается на рисунках не столь постоянно, как это было в прошлом. Особенности экваториальной полосы привлекают к ней пристальное внимание. Обычно она отмечается как тонкая полоска, шириной около $1/100$ части диаметра планеты (т. е. $\sim 1/2''$) или точно на экваторе, или вблизи экватора; сравнение рисунков наблюдателей секции Юпитера Британской Астрономической Ассоциации показывает, что она отмечается лишь наиболее опытными наблюдателями и только в том случае, если отверстие телескопа превышает 15—20 см. Однако, отмечаются определенные периоды лучшей видимости экваториальной полосы.

Из длительных рядов наблюдений Лозе (11" рефрактор, $\times 250$) вытекает, что экваториальная тонкая полоса отмечалась в 1874—1875 гг. и в виде обрывков — в 1876 г. В 1878 году она не указывается наблюдателем на затененной экваториальной зоне. Но в 1880 г. отмечена вблизи экватора, в 1881 г. когда красное пятно было в максимуме интенсивности, экваториальная полоска располагается на 2° — 4° к югу от экватора планеты [7].

На рисунках Найланда (10 $1/2''$ рефрактор, $\times 248$, 260) экваториальная полоса в первый период часто изображается широкой и размытой, она видна в 1896 г., почти не видна в 1897 г. и отчетливо просматривается в затененной дистурбированной экваториальной зоне в 1898 г. и временами в 1899 г., располагаясь севернее экватора приблизительно на 5° . В 1900 — отчетливо видна, чуть севернее центра диска. В 1902 г. в июле Найланд опять отмечает следы экваториальной полосы немного южнее центра диска [8].

Экваториальная полоска указана на сводных рисунках Фламариона (см. Популярная астрономия), относящихся к каждому году с 1880 по 1909, хотя эти рисунки, повидимому, схематичны. Экваториальная полоса отмечена в 1881 г. и обрывками в 1882 г., хорошо по-

казана в 1890; видна в 1895 и 1896 гг., затем вновь указана на рисунках 1899 и 1900 гг.; в виде обрывков отмечается в 1907 г., видна в 1908 и особенно в 1909 г. На рисунках наблюдателей секции Юпитера Британской Астрономической Ассоциации, тонкая экваториальная полоска отмечается неоднократно. Она указывается, как *"equatorial band"* на схемах каждого отчета по Юпитеру. С мая 1904 г. по февраль 1905 г. Малленсворс видит слабую прерывающуюся и трудную для наблюдений полоску. Однако она видна чаще, чем в 1903 г. В январе и феврале 1908 г. Филлипс отмечает тонкую экваториальную полоску. В 1922 г.* в июле экваториальная полоса отмечается несколько севернее центра диска на рисунках Дю Мартерей (8 1/2" рефлексор), хотя Атткинс и Ривес ее не указывают.

В 1923 г. отдельными обрывками она представлена на рисунках Филлипса, Пика, Серджента, в мае также, располагаясь к северу от центра диска. Вместе с тем в апреле и июле 1923 г. эти наблюдатели не отмечают экваториальной полоски. В 1924 г. кусочки дужек, как обрывки полосы отмечаются Филлипсом в мае и июне (3—5° севернее центра диска). В 1925 г. в июле—августе отдельные обрывки полоски отмечаются на рисунках в 3—4° севернее центра диска.

В 1926 г. Филлипс в отчете указывает, что узкая экваториальная полоска видна в некоторых случаях, но не непрерывной во всех долготах. При этом она отмечается на рисунках в июле—августе чуть к северу и в сентябре через центр диска (Филлипс, Пик, Энсли). Полоска очень тонкая шириной не более—1 зенографического градуса. В 1928 году в сентябре—декабре на рисунках Филлипса, Харгривса и Пика представлена в виде вытянутых дужек или отдельных обрывков, проходящих заметно южнее центра диска. В 1929 году экваториальная зона сильно дистурбирована, наблюдатели не отмечают определенных деталей полосы. Интересно отметить, что в декабре 1928 г. английские наблюдатели видели экваториальную зону интенсивно голубой и даже блестяще голубой. У Рюдо на рисунке 1933 г. отмечается резкая граница экваториальной полоски, проходящая через центр диска, или чуть южнее... В 1936 г. в сентябре отмечается Роем (Тулуза) как слабая размытая полоска на дистурбированной зоне; проходит севернее центра диска на 2° 5'—3° 5'. Видна и на рисунках Рюдо. В 1938 году на рис. Рюдо видна сильной, проходящей точно через центр диска, с отдельными разрывами [9].

В 39 отчете секции Юпитера Александер отмечает видимость экваториальной полосы в 1952—1953 годах; в 1951 г. не была видна и на фотографиях не вышла.

По моим собственным наблюдениям Юпитера с 20 см менископым телескопом АЗТ-7 кафедры Астрономии КГУ отмечались обрывки слабой экваториальной полоски в мае 1958 г.; полоса была смещена к северу относительно центра диска. Опыт моих визуальных наблю-

* В библиотеке КАО имеются лишь отчеты за 1922—1929 гг.

дений поверхности Юпитера, проводившихся с 1949 года главным образом с 10⁷ гидом астрографа Киевской обсерватории, показывает, что правильное отображение деталей поверхности планеты зависит не только от качества изображений и спокойствия атмосферы, но и от наблюдателя, его опыта, от умения видеть картину при возникающих изредка на малые доли секунды условиях наилучшей видимости, от умения правильно передать изображение на рисунке, от деликатной способности глаза.

Экваториальная полоска видна и на фотографиях, но повидимому, еще реже, чем при визуальных наблюдениях. Например, она видна на снимках со 100⁷ рефлектором 12.II и 15.III 1921 г. и 29.V 1922 г. (*Skilling, Richardson, Astronomy* стр. 248) смещенной на 2°.5—5°.5 к северу от центра диска. Экваториальная полоска кажется видимой и на некоторых киевских фотографиях 1951—1952 гг. Эти фотографии с 1948 г. получались с увеличенной камерой на фотографической трубе Киевского астрографа. Однако, экваториальная полоска не выделяется на репродукциях снимков Юпитера, полученных на Пик дю Миди и на Поломарском телескопе. Повидимому, экваториальная полоска может выйти на снимках лишь при оптимальных условиях в отношении экспозиции, подчеркивающей соответствующий контраст и моментов наилучшей видимости и спокойствия.

4. *Экваториальная полоска как тень кольца вокруг Юпитера.* Экваториальная полоска на рисунках этого столетия и на большинстве рисунков прошлого века изображается тонкой почти однородной линией. Лозе и Найланд в первый период наблюдений изображают ее широкой, но это может быть объяснено отсутствием в первый период необходимого опыта при наблюдениях и передаче изображений на бумагу. Просмотр рисунков Найланда, особенно 1896—1898 гг. показывает, что экваториальная полоска особым образом ведет себя на поверхности планеты, имея иной вид, чем другие детали и меняя положение относительно других полос. В то время как северная и южная экваториальные полосы Юпитера претерпевают значительные изменения в ширине и положении, экваториальная полоска остается неизменно слабой и тонкой, ее положение меняется совсем иначе, чем у других деталей планеты. Было произведено сопоставление периодов наилучшей видимости экваториальной полосы, описанных в разделе 4, с зенографическим положением Солнца и Земли. В табл. I приводятся моменты прохождения Солнца через плоскость экватора Юпитера.

Расхождение между моментами прохождения Солнца и Земли через плоскость экватора не превосходит 3 месяцев; расхождение в зенографической широте не более 0.°7.

Нельзя не отметить, что время наилучшей видимости экваториальной полосы соответствует у Лозе и Найланда моментам максимума зенографической широты Солнца и Земли; это же отмечается при анализе наблюдений Фламмарiona, английских наблюдателей.

Таблица 1

Прохождение Солнца через экватор Юпитера	Положение Солнца относ. экватора планеты	Прохождение Солнца через экватор Юпитера	Положение Солнца относ. экватора планеты
1837 февраль 23	южное	1902 сентябрь 12	северное
1843 май 20	северное	1908 апрель 27	южное
1849 январь 3	южное	1914 июль 23	северное
1855 март 30	северное	1920 март 6	южное
1860 ноябрь 14	южное	1926 июнь 3	северное
1867 февраль 8	северное	1932 январь 18	южное
1872 сентябрь 25	южное	1938 апрель 13	северное
1878 декабрь 19	северное	1943 ноябрь 29	южное
1884 август 5	южное	1950 февраль 22	северное
1890 ноябрь 9	северное	1955 октябрь 9	южное
1896 июнь 17	южное	1962 январь 3	

Годы устойчивой видимости полосы следующим образом распределяются в зависимости от разности между годом максимума D_c , на основании указанных наблюдений.

Таблица 2

Разность между годами видимости полос и максимума D_c	0	1	2	3
Число лет с наблюдениями полосы	13	11	4	8

Вблизи моментов прохождения Солнца через плоскость экватора планеты, по английским наблюдениям полоса или ее обрывки оказывается особенно тонкой шириной не более $0''.5$. При этом она отмечается только с инструментами значительных размеров.

Указанные особенности и отвечают предположению, что экваториальная полоса является не деталью поверхности планеты, а тенью кольца. При максимальных значениях D_c , тень должна иметь максимальную ширину; в это время не происходит экранирования тени самим кольцом и она может быть доступна инструментам средней силы.

Однако, еще более неоспоримые доводы можно получить из рассмотрения положения полосы, на диске планеты. Мною была проведена оценка положения экваториальной полосы по рисункам относительно центра диска планеты и оценка ширины полосы; измерения производились в долях полярного диаметра планеты и выражались в географических градусах; $\alpha^\circ = 115 \cdot K$, где K —расстояние полосы от центра диска, положительное к северу. Были использованы наблюдения Лозе, Найланда, английских наблюдателей и некоторые другие. Данные находятся в таблице 3.

Учитывая возможные ошибки нанесения на рисунки деталей, не вызывавших особого внимания наблюдателей, необходимо признать поразительным согласие наблюдений, говорящих о систематических отклонениях полосы от экватора точно в том направлении, как это

Таблица 3

Наблюдатель	Момент	α°	D_c	d
Лозе	1881 II	-3, -4°	+2,5	—
Найланд	1895 IV	-5	+2.0	2.9
	V	-3.5	+1.9	2.5
	1896 I	-1.2	+1	4.3
	II	-1.5	+1.0	—
	III	-0.5	+0.7	3.8
	IV—V	+1.2	+0.3	2.5
	1897 II—III	+2.4	-0.5	7.1
	1898 III	+3+6	-2.5	2—1
	1898 IV—V	+3.6+4.8	-2.7	—
	1899 II, IV	+3.4	-3.0	2.6
	1900 IV	+1.2	-2.9	—
	1902 VII	-1.2	+0.2	3.6
Фотографии со 100"	1921 II	+2.4	-1.0	—
	1922 V 29	+5.5	-2.5	—
Дю Маргерей	1922 VI	+3.9+5.2	-2.9	2.6
Филлипс	1923 IV—V	+3+5	-3.0	1.3
	1925 VI—VIII	+3.9	-1.7	—
Пик, Филлипс	1926 VII	-0.5	+0.2	0.8
Хегривс	1926 VIII	+2	+0.3	—
Пик	1926 IX	0	+0.4	—
Филлипс	1926 IX	+1	+0.4	0.6—0.8
Пик	1928 VIII	-5.2	+2.5	—
Филлипс	1928 IX	-3.4	+2.7	—

В конце 1928 г. с января 1929 отдельные обрывки на дискурбированной зоне кажутся чуть южнее от центра диска

Рюдо	1933	-1.1	-1.5	—
Рой	1936 VIII	+3.0	-2.1	—
Рюдо	1938	0	+0.7	—

должно быть в случае если она является тенню кольца Юпитера (фиг.

1). Для всех 27 наблюдений, решая систему уравнений

$$\alpha^\circ = \Pi \cdot D_c$$

можно найти, принимая все уравнения с равным весом:

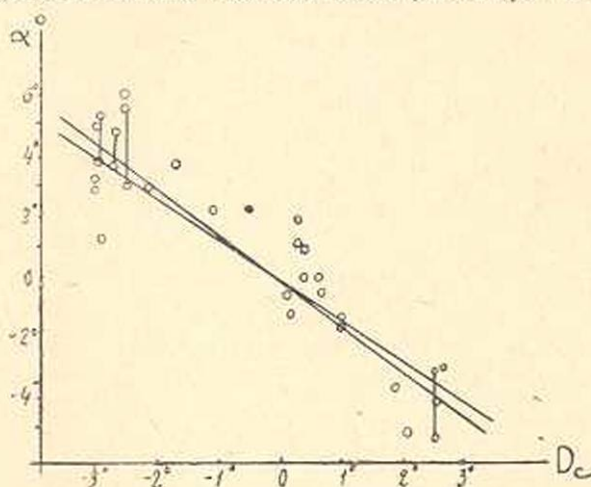
$\Pi = -1.38 \pm 0.27$, с другой стороны составляя средние для группы наблюдений.

Таблица 4

D_c	n	$\bar{D}_c$	$\bar{\alpha}^\circ$	$\bar{\Pi}'$
3.0—27	6	2.83	3.47	1.23
2.6—2.0	6	2.35	4.45	1.89
1.9—1.0	6	1.37	1.90	1.38
0.9—0.0	9	0.41	0.04	—

получаем: $= -1.50 \pm 0.3$.

Учитывая сугубо приближенные значения α^0 при этом мы считаем зенографическую широту центра диска приблизительно равной D_c . Необходимо таким образом признать, что данные рисунков наиболее опытных наблюдателей (несмотря на то, что здесь использо-



Фиг. 1. Соотношение между положением экваториальной полосы на диске Юпитера и зенографической широтой центра диска (D_c). α^0 — расстояние полосы от центра диска по наблюдениям Лозе, Найланда, английских наблюдателей и др.

ваны лишь доступные в

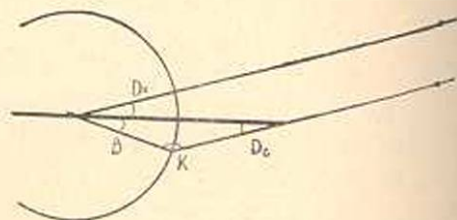
Киеве наблюдения) с большой убедительностью устанавливают отклонения середины экваториальной полосы до $2^{\circ}0' - 1^{\circ}6'$ от экватора в направлении противоположном зенографическому возвышению Солнца и Земли над экватором Юпитера.

Этот факт может, по-видимому, считаться одним из прямых доказательств того, что экваториальная полоса является тенью Юпитерова кольца. Среднее значение

ширины тени оказывается (для D_c в пределах $2.0 - 3^{\circ}0'$) $\bar{d} = 2^{\circ}3'$. Для малых D_c , пренебрегая сжатием Юпитера и, считая радиус планеты малым в сравнении с расстоянием до Солнца, из фиг. 2 можно видеть:

$$\frac{\sin D_c}{R} = \frac{\sin K}{R+h} = \frac{\sin (D_c+B)}{R+h}$$

Здесь R — радиус планеты, h — высота внешних частей кольца, которое считается расположенным в плоскости экватора; B — зенографическая широта внешнего края тени кольца. Задавая h — определенные значения, при известном D_c можно было найти B ; результаты находятся в таблице 4.



Фиг. 2. Определение зенографической широты края тени (B) в зависимости от высоты кольца.

Таблица 4

h	$D_c = 3^{\circ}0'$	B	$D_c = 2^{\circ}0'$	B
0.1		14'		12'
0.4		1°12'		48'
0.8		2 25		1°36'
1.2		3 37		2 24
1.6		4 49		3 12
2.0		5 5		4 6

Как показывает табл. 3 и значение $\bar{d}$, край тени располагается в среднем (при $D_c = 2^\circ - 3^\circ$) на расстоянии $3^\circ.1 - 2^\circ.7$ от экватора; отсюда можно найти высоту наиболее плотных частей гипотетического кольца, дающих тень. Значения h — оказываются в пределах 1.0—0.3 (для периодов наблюдений когда D_c близко к 3°) и 1.4—0.6 (для наблюдений вблизи $D_c = 2^\circ$).

5. *Об особенностях кометно-метеорного кольца Юпитера.* Полученные данные позволяют высказать некоторые соображения об особенностях гипотетического кольца Юпитера. Плотность вещества в кольце можно было бы выяснить из сравнения ширины и плотности (черноты) тени колец Сатурна и Юпитера. Но, повидимому, нет сравнимых наблюдений, полученных в однородных условиях, так как изучение деталей поверхности Юпитера не проводилось наиболее выдающимися наблюдателями с самыми мощными телескопами. Но как вытекает из описаний и рассмотрения фотографий Сатурна, полученных в моменты исчезновения кольца, тень кольца постоянно значительно чернее основных полос на диске, и по крайней мере в 5 или более раз. Тень Юпитерова кольца даже в конце прошлого столетия была значительно меньшей плотности, по крайней мере в несколько раз, чем главные полосы в период наибольшего развития. Поглощающая способность или оптическая толщина кольца у Юпитера может быть поэтому в десятки раз меньше, чем у Сатурна*. При том же строении и объемной плотности как и у Сатурна (поскольку она определяется условиями постоянно происходящих соударений между частицами) кольца Юпитера должны быть соответственно тоньше.

Считая массу кольца Сатурна по Аллену равной $4 \cdot 10^{-5}$ массы планеты или по Боброву — $(4 \cdot 10^{-7})$ можно принять для кольца Юпитера значение $10^{21} - 10^{23}$ гр.; объем кольца — порядка $10^{24} - 10^{25}$ см³.

О меньшей толщине кольца Юпитера говорят и непосредственные наблюдения ширины экваториальной полоски в периоды вблизи $D_c = 0^\circ$ ($0''.5$).

Наблюдаемость тени (экваториальной полоски) по Найланду и др. наилучшая вблизи $D_c = 2^\circ.0 - 2^\circ.5$; повидимому это соответствует оптимальным условиям в отношении плотности тени и контраста с экваториальной зоной. При малых D_c ширина тени оказывается на грани разрешающей способности средних телескопов. Тень кроме того экранируется самим кольцом.

Именно в эти периоды отмечается неоднородность строения экваториальной полоски. Неравномерность тени и значительные неоднородности в кольце наблюдались неоднократно и у Сатурна, особенно вблизи времени исчезновения колец [11]. Измерение скорости перемещения деталей экваториальной полоски Юпитера может дать независимую проверку гипотезы кольца и оценку его размеров.

* Можно отметить, что до сих пор не использована возможность изучения природы колец Сатурна путем наблюдения плотности тени, при разных D_c .

Периоды обращения различных частей кольца, в предположении круговых орбит частиц, могут быть найдены (используя данные для V спутника Юпитера. $a = 2.535$ и $P = 11^h 57^m 28^s$) по выражению:

$$P = 10590 (1 + h)^{2/3} \text{ сек.}$$

h — в радиусах планеты. Угловая скорость ω частицы с $h = 1$ равна $2,1 \cdot 10^{-4} \text{ сек}^{-1}$, что в 1,2 раза превышает угловую скорость деталей на диске. При $h = 0,5$, $\omega = 3,2 \cdot 10^{-4}$ и при $h = 0$, $\omega = 5,9 \cdot 10^{-4} \text{ сек}^{-1}$. Детали тени кольца в центре диска должны двигаться по крайней мере в полтора раза быстрее деталей поверхности; на краях диска скорость видимого перемещения должна еще значительно возрасти из-за эффектов проекции.

Наблюдения Лозе, Найланда, Фламариона и других астрономов в прошлом столетии отмечают экваториальную полоску Юпитера значительно более часто, и указывают ее большей ширины, чем на рисунках двадцатых-сороковых годов нашего столетия. На современных фотографиях экваториальная полоска (тень кольца) выходит только в редких случаях. Это может говорить о быстрой эволюции кольца Юпитера; за последние 100—80 лет могло произойти падение на поверхность значительной доли материала кольца. Мы видели выше, что аналогичный процесс отмечается и в кольце Сатурна. Не исключена возможность, что пополнение кольца Юпитера, приведшее к появлению заметной тени, было связано с процессами в системе планеты определявшими и проявление красного пятна в 1873 г. Во всяком случае является необходимым, учитывая значение проблемы колец для вопросов планетной космогонии, создание систематической наблюдательной службы колец Юпитера и Сатурна.



Фиг. 3. Юпитер с экваториальной полосой (тенью кольца); рис. Найланда 23 января 1896 г.



Фиг. 4. Неоднородная структура экваториальной полосы; рис. Лю Мерсей, 12 июня 1922 г.

Яркость ушек кольца Юпитера, повидимому, в несколько десятков раз слабее, чем яркость кольца Сатурна при аналогичных условиях (малое D_3); в то же время ореол вокруг Юпитера больше. В результате снижения контраста все это должно затруднить обнаружение ушек.

Тем не менее, расчет проведенный М. С. Бобровым для Сатурна [10] показывает, что возможность такого обнаружения имеется при использовании самых больших современных телескопов. Должны быть использованы электронные устройства, повышающие контрастность или фотографические методы в инфракрасной области. При этом следует иметь ввиду возможную кометную природу материала кольца Юпитера. Службу тени (экваториальной полосы) наоборот следует, повидимому, вести в фиолетовых и ультрафиолетовых лучах. В периоды, когда D_3 близко к 0, в случае затенения экваториальной зоны возможно обнаружение яркого, освещенного ребра кольца на диске планеты.

В ы в о д ы

1. Отмечены особенности, наблюдавшиеся в кольцах Сатурна, говорящие о значительно более быстрой эволюции вещества кольца, чем это предполагалось различными исследователями.

2. Вытекающее из данных теории извержения предположение о существовании кометно-метеоритного кольца вокруг Юпитера проверяется путем рассмотрения моментов наилучшей видимости экваториальной полосы Юпитера и изменений ее положения на диске. Показано, что наилучшая видимость полосы совпадает с периодами наибольшей зенографической широты Земли и Солнца, а изменение положения говорит весьма определенно в пользу того, что экваториальная полоса является тенью кольца.

3. Высказано пожелание о проведении систематической наблюдательной службы кольца Сатурна в стандартных условиях, об изучении относительных особенностей тени колец Сатурна и Юпитера в близких условиях и делаются рекомендации в связи с возможностью наблюдений ушек гипотетического кольца Юпитера.

Киевский государственный университет
кафедра астрономии

Поступила 26 VII 1960

Ս. Կ. Վահագնյանի

ՅՈՒՊԻՏԵՐԻ ՇՈՒՐՁԸ ԳԻՍԱՍՏՂԵՐԻ ԵՎ ՄԵՏԵՈՐԻՏՆԵՐԻ ՕՂԱԿԻ
ՀՆԱՐԱՎՈՐ ԳՈՅՈՒՅՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա. Մ. Փ. Ո. Փ. Ո. Մ.

1. Թվարկվում են ժալիթքման տեսության փաստարկները (կարն-
պրերերական գիտությունների փոքր հասակը և շարժման անանձնահատկու-

թյունները բնագրաման հիման վրա բացատրելու անհնարինությունը. աստերոիդների և մետեորիային հոսքերի գոյությունը Արեգակնային համակարգի կենտրոնական տիրույթներում. Սատուրնի, Ուրանի և Նեպտունի գիսաստղային բնույթների գոյությունը. Գիսաստղային գազերի համապատասխանությունը մոլորակների մթնոլորտների քիմիզմին. պարաբոլական գիսաստղերի համակարգի առանձնահատկությունները. սառույցների առկայությունը գիսաստղերում. մետեորիտների կառուցվածքի ու քիմիզմի ուսումնասիրությունն սովյալները. հրաբխային երևույթները մոլորակային մարմինների վրա, որի հիման վրա հաստատվում է մոլորակների շուրջը շարժվող գիսաստղա-մետեորիտային զանգվածների գոյությունը:

2. Նշված են Սատուրնի օդակում գիտված զգալի փոփոխությունները և Օտտո Սարուվի (XIX դար) սովյալների ու ավելի ուշ կատարված դիտումների հիման վրա գտնված է օդակների լայնացման և նրանց՝ մոլորակի մակերևույթին մոտենալու արագությունը: Հաշվարկված է օդակի մի մասի ընդհանուր էներգիայի նվազումը, որը 300 տարվա ընթացքում կազմել է առնվազն $3 \cdot 10^{36}$ էրգ: Պարզվում է, որ օդակի՝ նախկին գնահատումների համեմատությամբ արագ էվոլյուցիան պետք է տեղի ունենա օդակի նյութի համարման և օդակների բաղադրիչների փոխարկումների հետևանքով:

3. Ուշադրություն է դարձված Յուպիտերի հասարակածային շերտի աչքի ընկնող առանձնահատկություններին և արվում է այդ շերտի դիտումների ակնարկը:

4. Յուպի է տրված, որ Յուպիտերի հասարակածային շերտի լուսագույն տեսանկյունային պարբերաշրջանների և Արեգակի ու Երկրի գնդաճաճիական դիրքի համադրումը և սկզբնական վրա շերտի դիրքի դիտարկումը կարող են ապացույց ծառայել այն բանի, որ այդ շերտը հանդիսանում է Յուպիտերը շրջապատող և նրա հասարակածի հարթության մեջ գտնվող գիսաստղա-մետեորիտային օդակի ստվերը:

5. Բնություն են առնվում Յուպիտերի հիպոթետիկ օդակի առանձնահատկությունները, որի հաստատվումը մի քանի տասնյակ անգամ փոքր է, քան Սատուրնի օդակինը, և օդակի ելուստները դիտելու հնարավորությունները:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Всехсвятский С. К. Новые работы о происхождении комет и теории извержений. Публ. Киев. Обсерват. 5, 3, 1953; Астр. журн. 29, 63, 1952.
2. Всехсвятский С. К. Физические характеристики комет. Физматгиздат, Москва, 1958, стр. 600.
3. Лобочников В. Н. Записки Вс. Минерал. О-ва, 68, 207 и 438, 1939. Заварицкий А. Н. Вестник АН СССР, № 8, 8, 1948; Фесенков В. Г. Вопросы космогонии, 1, 92, 1952.
4. Trouvelot E. Bull. Astr. I, 527, 1884; MN 69, 39, 1908; MN 69, 621, 1909; Baum R. M. JBAA, 64, 192, 1954.
5. Struve Otto. Mem. d l'Ac. des Sc. de St. Petersburg 6 ser. Math. et Phys. Vol. V, 1882; MN 13, 22, 1852.
6. Шороков В. А. Природа планет. Физматгиздат, 1958, 121.
7. Lohse O. Publ. Aph. Obs. zu Potsdam, 1 Band, № 2, 1878; III Band, №9, 1882.
8. Nijland A. A. Recherches astr. de l'obs d'Utrecht IV, 1911.
9. Memoirs of the B. A. A. Reports of the section for the Observations of Jupiter.
10. Бобров М. С. Астр. журнала, 33, № 2, 161, 1956.
11. Chambers G. A. Handbook of astronomy I. 212, 1889.