

СОДЕРЖАНИЕ

От автора	5
I. Странники Солнечной системы	7
II. Как изучают кометы	41
III. Природа комет	83
IV. Кометы, дарящие жизнь и смерть	107
V. Лед и пламень	129
VI. Автостопом по Галактике	159
VII. Как открыть комету?	181
VIII. Охотники за кометами	203
IX. Самые яркие кометы столетия	241
X. История одной кометы, или куда приводят мечты	277

ОТ АВТОРА

Книга, которую вы держите в руках, не претендует на полноту энциклопедии или системность учебника. Вовсе нет. Это рассказ о долгом пути человечества в понимании одних из красивейших объектов космоса — комет. Перед вами развернется история Древнего Египта, античной Греции, эпохи Возрождения, Нового времени и современных головокружительных космических миссий. В этой книге не будет ни одной математической формулы, но вы узнаете много деталей и подробностей из более чем семи десятков самых современных научных статей, собранных в легкую и увлекательную историю, которая, я надеюсь, будет интересна всем читателям. Даже тем, кто знакомится с кометами впервые.

На протяжении десяти глав я расскажу вам о том, откуда берутся кометы, что они собой представляют и из чего состоят. Являются ли они злом или добром и как они повлияли на судьбу Солнечной системы. Вы познакомитесь с захватывающими историями ярчайших комет прошедшего столетия и самых знаменитых охотников за кометами. И конечно же, я расскажу о том, как попытаться открыть свою собственную комету и как это однажды удалось мне. Поверьте — нужно лишь по-настоящему захотеть!

Мой путь в астрономию тоже начался с книги, и я хочу надеяться, что и моя книга, в свою очередь, послужит для кого-то той путеводной звездой, что приведет его к новым знаниям и открытиям. Я по-доброму завидую вам, ведь у вас впереди интереснейшее путешествие в мир древних и загадочных странников Солнечной системы. Переверните страницу, и я начну свой рассказ...



I. СТРАННИКИ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Осенней ночью взгляните на небо. Уже прохладно и зябко, земля быстро остывает, а над головой, из-за восходящих теплых воздушных потоков, мерцают и переливаются звезды. Представьте, что там, невидимые вашему глазу, в темноте космоса, крадучись, летят по своим орбитам главные странники Солнечной системы — кометы. Наш общий дом, наша планетная система во главе с Солнцем — очень неспокойное место, хотя мы, люди, этого не замечаем. Вокруг нас крутятся миллионы и миллионы комет и астероидов, преодолевая за один миг десятки километров, и кажется, что их путешествие будет продолжаться вечно. Так почему же именно кометы являются главными странниками Солнечной системы?

Чтобы ответить на этот вопрос, нужно рассказать, откуда вообще берутся кометы, ведь многие из них, те, что мы можем наблюдать в телескопы сейчас, давным-давно отправились в свое великое странствие в глубь Солнечной системы — навстречу планетам-гигантам, Земле и пламенеющему Солнцу. Сейчас мы знаем, что место жительства комет — это окраины Солнечной системы. Эту область мы называем облаком Оорта, в честь нидерландского астронома Яна Хендрика Оорта¹, предсказавшего ее существование, и лишь немногие называют ее облаком Эпика—Оорта, отдавая дань эстонскому астроному Эрнсту Юлиусу Эпику², который впервые высказал

1. Ян Хендрик Оорт (*нид.* Jan Hendrik Oort; 1900–1992) – нидерландский астроном, основные научные работы которого посвящены исследованию строения и динамики Галактики, а также вопросам космогонии. Автор теории протяженного кометного облака, которое является источником наблюдаемых комет. В его честь назван кратер Оорт на Плутоне и астероид (1691) Oort.

2. Эрнст Юлиус Эпик (*эст.* Ernst Julius Öpik; 1893–1985) – эстонский астроном, одним из первых предсказавший существование облака планетезималей на периферии Солнечной системы и первым определивший расстояние до галактики Андромеды. Внес заметный вклад в исследование малых тел Солнечной системы. В честь его назван астероид (2099) Öpik.

гипотезу о гигантской сферической структуре, окружающей нашу планетную систему.

Эрнст Эпик родился 23 октября 1893 года на севере Эстонии, в городе Кунда. В 1912—1916 годах он учился в государственном Московском университете, позже заведовал обсерваторией в Ташкенте, после чего, в 1921 году, устроился в обсерваторию Тартуского университета, где и проработал долгие годы. В 1932 году Эрнст Эпик, в то время активно занимавшийся метеорной астрономией и проходивший стажировку в Гарварде, выдвинул предположение, что вдали от Солнца, на расстоянии от 50 до 100 тысяч астрономических единиц³, может находиться некое облако — источник метеороидов⁴ и комет. К сожалению, эта работа осталась практически незамеченной, а сам ученый не стал ее в дальнейшем развивать. Она осталась ждать другого автора — такого, который сделает ее общепризнанной и именем которого и назовут внешние области Солнечной системы.

В 1950 году уже известный астроном Ян Оорт, занимавшийся на тот момент в основном галактической астрономией, опубликовал двадцатистраничную статью «Структура кометного облака, окружающего Солнечную систему, и гипотеза о его происхождении», где и высказал предположение, основанное на систематизации и анализе известных на тот момент данных об орбитах комет. По сути, как

3. Астрономическая единица (а. е.) — единица измерения расстояний в астрономии, равная среднему расстоянию от Земли до Солнца и составляющая около 150 млн км.

4. Метеороид — неофициальное название астероидов размером менее 10 м.

часто бывает, великое открытие лежало у всех перед глазами, но лишь Оорт смог собрать все данные воедино, правильно их интерпретировать и, что немаловажно, довести свою задумку до логического завершения — научной публикации. Отчасти это открытие схоже с открытием атмосферы Венеры Михаилом Васильевичем Ломоносовым⁵ в 1761 году. Многие ученые видели то же, что и Ломоносов, но лишь его острый ум правильно интерпретировал наблюдательные данные.

Итак, что же такого странного заметил нидерландский астроном? На самом деле парадокс, связанный с кометами, был известен и до гипотезы Оорта. Ученые, занимающиеся небесной механикой, давно пришли к выводу, что конечный итог всех орбитальных эволюций астероидов и комет таков: объект или упадет на Солнце (менее вероятный вариант — столкнется с планетой), или будет выброшен из Солнечной системы. Зная возраст нашей планетной системы и то, что кометы сформировались вместе с ней, можно предположить, что за это время все кометы должны были либо погибнуть, либо быть выброшенными в межзвездное пространство. А это утверждение идет вразрез с тем, что мы наблюдаем своими глазами.

Оорт взялся разгадать эту загадку и, стоит отдать ему должное, зная о работе Эпика, сослался в своей ста-

Г
5. Михаил Васильевич Ломоносов (1711-1765) – первый крупный русский ученый-естествоиспытатель, физик, химик, основоположник научного мореплавания и физической химии; заложил основы науки о стекле. Астроном – первооткрыватель атмосферы Венеры, приборостроитель, географ, металлург, геолог. Сыграл основополагающую роль в формировании русского литературного языка. Художник, генеалог, историограф; поборник развития отечественных наук, экономики, образования (разработал проект Московского университета, впоследствии названного в его честь). Его имя носят кратеры на Луне и Марсе, астероид (1379) Lomonosowa.

тье на исследования эстонского ученого. Итак, взяв выборку из тридцати долгопериодических комет с хорошо определенными орбитами, Оорт рассчитал элементы их орбит до сближения с планетами-гигантами Солнечной системы, которые своим гравитационным воздействием искажают изначальную орбиту кометы. А сделать это в те годы было намного тяжелее, чем сейчас, ведь современных компьютеров и программ еще не существовало. Получив данные, Оорт обратил внимание на то, что в большинстве своем рассмотренные кометы пришли в центральную область Солнечной системы с расстояния в десятки тысяч астрономических единиц от Солнца. Между тем эти кометы абсолютно точно принадлежали Солнечной системе, так как они были гравитационно связаны с нашей звездой. На тот же вывод указывала и научная работа норвежского астронома Эрика Синдинга «Определение первоначального облика околопараболических орбит комет», которую он написал в 1937 году, а также работы датских астрономов Бенгта Стрёмгрена (1947) и Адриана ван Веркома (1948). Как видим, эта тема уже тогда всерьез занимала умы ученых.

Основываясь на собранных данных, а также на другом свойстве комет — изотропности, то есть случайном распределении наклонов их орбит, а проще говоря, направлений, откуда они прилетают, Оорт сделал главный вывод — большинство «новых» долгопериодических комет приходят из областей, лежащих на расстояниях от 25 до 250 тысяч астрономических единиц от Солнца, из гигантского сферического облака, окружающего нашу Солнечную систему и принадлежащего ей. По его расчетам, в этом облаке должно было находиться, по крайней мере, два триллиона комет, общая масса которых составляет от одной сотой до одной десятой масс Земли. В настоящее время модель популяции тел, наполняющих облако Оорта, уточнена, и общая масса оценивается в три массы Земли, или 3×10^{22} тонн, а общее количество населяющих его объектов — более десяти триллионов! Немного, скажете вы? Область, объем которой равен сотням триллионов кубических астрономических единиц, вмещающая в себя триллионы комет, по массе равна всего нескольким планетам, подобным Земле? Это так, ведь и сами кометы иногда называют «видимым ничем» из-за их сверхмалой плотности, при-

чем это утверждение равно справедливо как для кометных ядер, так и для их газово-пылевых оболочек. Но об этом мы более подробно поговорим в следующих главах.

В 1951 году Ян Оорт и Мартен Шмидт в своей статье официально вводят научное понятие «динамически новой кометы» — небесной странницы, впервые посещающей внутренние области Солнечной системы. Поведение этих комет, в отличие от тех, которые уже многократно сближались с Солнцем, различно, и об этом мы тоже еще будем говорить в дальнейшем.

Спустя тридцать один год после опубликования статьи Оорта еще один американский астроном — Джек Хиллс — в своей работе «Кометные дожди и стационарное падение комет из облака Оорта» 1981 года предположил, что помимо изотропного облака Оорта существует меньшая по размеру область, простирающаяся от 200 до 20 000 астрономических единиц и имеющая форму тора. Иногда эту область называют внутренней частью облака Оорта, и это тоже верно, так как сам Хиллс не рассматривал свой тор в отрыве от классического облака Оорта, а писал, что данная область является его внутренней частью. Далее, говоря об облаке Оорта, для упрощения я буду подразумевать общую область, вмещающую в себя облака Хиллса и Оорта. У читателя может возникнуть вопрос, а почему же классическое облако Оорта является сферой, а внутренняя часть — тором, то есть более уплотненной структурой? Все дело в расстоянии от Солнца, а если говорить точнее — в более сильном гравитационном воздействии его притяжения на внутреннюю область. В пример можно привести внутреннюю, «планетную» часть Солнечной системы, где практически все объекты обращаются в одной плоскости — плоскости эклиптики — и имеют относительно малое наклонение орбит относительно нее. Для планет среднее наклонение составляет всего 2,3 градуса (самое большое наклонение имеет Меркурий — 7 градусов), для астероидов Главного пояса — 8 градусов, а для короткопериодических комет семейства Юпитера — 14,9 градуса.

Рассказав о внешних областях Солнечной системы, нельзя не упомянуть и еще один «кометный резервуар» — пояс Эдварта — Койпера. Об этом гипотетическом новом поясе в своей научной работе 1943 года «Эволюция нашей планетной системы»

высказался ирландский астроном, инженер и экономист Кеннет Эджворт. Он предположил, что на периферии Солнечной системы (напомню, что тогда облака Оорта еще «не существовало») находятся малые объекты, представляющие собой первичные элементы протопланетной туманности, которые из-за их малой плотности в пространстве не смогли «уплотниться» в планеты. В 1949 году выходит еще одна его фундаментальная статья «Происхождение и эволюция Солнечной системы», в которой он продолжает развивать свои научные идеи. Помимо вопросов строения и эволюции нашей планетной системы, Эджворт предполагает, что время от времени, по каким-то пока непонятным нам



Джерард Койнер

причинам, описанные им объекты теряют свое орбитальное равновесие и устремляются к Солнцу — а мы наблюдаем их как кометы. Блестящее предположение!

В начале пятидесятых годов прошлого века, во многом переломных для наших знаний о строении Солнечной системы и природе комет, американский астроном нидерландского происхождения Джерард Койпер публикует свою научную статью в специальном номере журнала *Astrophysics*, посвященном исследованиям, представленным на астрономическом симпозиуме. В своей работе он пишет о том, что такой диск существовал в прошлом, но, скорее всего, в результате эволюции и гравитационного воздействия таких его крупных представителей, как Плутон (а тогда считалось, что его масса сопоставима с массой Земли), подавляющее число населявших его объектов были выброшены либо в недавно открытое облако Оорта, либо и вовсе прочь из Солнечной системы. Интересен и тот факт, что Койпер не сослался на работы Эджворта, что, как мне кажется, неэтично с его стороны. Но история, как мы знаем, не имеет сослагательного наклонения и пояс за орбитой Нептуна, который сам ученый признал в своей статье «ныне не существующим», по иронии судьбы чаще всего называют именно его именем. Вот такой научный парадокс.

Впрочем, мне кажется, здесь все же не хватает третьего имени: американского астронома Фредерика Леонарда, который еще в 1930 году, сразу после открытия Клайдом Томбо Плутона, писал: «Возможно, что Плутон лишь первое из семейства тел за орбитой Нептуна, остальные члены которого все еще ожидают своего открытия, но которым в конечном итоге суждено быть обнаруженными». К сожалению, он, как и Эрнст Эпик, не стал развивать свою верную догадку в научных работах и в итоге его имя затерялось в истории.

18 октября 1977 года американский астроном Чарльз Коваль из Паломарской обсерватории с помощью 122-сантиметрового телескопа Шмидта открыл первый объект неизвестного на тот момент семейства. Его вытянутая орбита лежала вдали от Главного пояса астероидов — между орбитами Юпитера и Урана. Этот странный астероид получил номер и собственное имя — (2060) *Chiron* (Хирон)⁶, став первым из нового класса кен-

тавров. Справедливости ради необходимо упомянуть, что все же первым кентавром, как мы теперь знаем, стал открытый 31 октября 1920 года немецким астрономом Вальтером Бааде на Гамбургской обсерватории (Бергедорф, Германия) астероид, впоследствии получивший номер и имя (944) Hidalgo (Идальго)⁷, но тогда ученые не проявили к этому открытию особого интереса. К концу XX века было обнаружено большое количество подобных объектов, и, изучая их орбитальную эволюцию, ученые пришли к выводу, что эти объекты находятся на очень нестабильных орбитах, среднее время пребывания на которых составляет всего несколько миллионов лет, а значит — их популяцию постоянно подпитывает некий неизвестный источник. На его роль отлично подходил гипотетический пояс Эджворта — Койпера. В 1988 году у Хирона была открыта кометная активность, и он получил второе, уже кометное обозначение — 95P/Chiron. Это косвенно говорило и о том, что ученые все ближе к разгадке «кометного резервуара», пока скрытого от прямых наблюдений.

В 1980 году уругвайский астроном Хулио Анхель Фернандес публикует статью в престижном научном журнале *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (MNRAS)*, где приводит результаты своих расчетов. Исходя из наблюдательных данных о кометах, он предполагает, что должен

6. Назван в честь кентавра Хирона из древнегреческой мифологии.

7. Назван в честь Мигеля Идальго, мексиканского католического священника, лидера революционной борьбы за независимость Мексики.

существовать достаточно анизотропный источник (диск или пояс), лежащий в 35–50 астрономических единицах от Солнца. Это уже была какая-никакая конкретика! Оценив средний предполагаемый размер объектов, населяющих эту, пока гипотетическую, область, и их среднее альbedo, можно было оценить и возможность их обнаружения с помощью мощных оптических телескопов, тем более что именно в то время как нельзя кстати случилась революция фотоприемных устройств — переход от аналоговых фотопластинок к цифровым ПЗС-камерам.

В 1988 году группа канадских астрономов, в которую входили Мартин Дункан, Томас Куин и Скот Тремейн, провела численное моделирование движения и орбитальной эволюции роя «виртуальных» комет. Главной задачей расчетов было определение источника короткопериодических комет, которым ранее считалось только облако Оорта. По результатам их научного исследования стало ясно, что модель, основанная лишь на сверхдальнем изотропном источнике кометных тел, не совпадает с реальными наблюдениями. Но когда они добавили в модель плоский диск с параметрами, которые привел Фернандес, — пазл сложился! С большой вероятностью этот пояс действительно существовал, и, по крайней мере, самые крупные его объекты можно было попытаться открыть, что до сих пор было абсолютно невозможным для тел, населяющих далекое облако Оорта.

Годом ранее за поиск подобных объектов взялся американский астроном Дэвид Джуитт. Он и его помощница, американский астроном вьетнамского происхождения Джейн Луу, начали свою поисковую программу на телескопах обсерватории Серро-Тололо и Китт-Пик, которые еще не были оснащены цифровыми фотоприемниками. Поэтому работать приходилось по старинке, ровно так же, как в свое время это делал Клайд Томбо. Техника была «простой» — ученые получали на фотопластинках пару часовых экспозиций определенного участка неба вблизи эклиптики, тем самым убивая сразу двух зайцев — накапливали сигнал (увеличение проницания) и фильтровали обнаруживаемые объекты. Если даже еще не известный астероид Главного пояса, который их абсолютно не интересовал, за час экспонирования «вытягивался» в достаточно длинный штрих, то объекты, которые ученые искали, должны были обладать намно-

го меньшим собственным движением по небесной сфере и оставаться звездоподобными (точечными). В своих воспоминаниях Дэвид шутил, что, видя такие неизвестные астероиды, он думал: «А ведь когда-нибудь их кто-то «откроет»...» А чтобы отличить дальние объекты Солнечной системы от звезд, как раз и использовался второй кадр, на котором можно было зафиксировать их пусть медленное, но все же движение на фоне неподвижных звезд.

Работа с фотопластинками оказалась не очень эффективной, на западных обсерваториях уже начали появляться приборы с зарядовой связью (ПЗС), изображения с которых можно было сразу обрабатывать на компьютере. Первый опыт работы с ними на 130-сантиметровом телескопе обсерватории Китт-Пик был неудачным. Разрешение фотоприемника составляло всего 276 на 242 пикселя, что давало очень узкое поле зрения площадью всего двадцать пять тысячных квадратного градуса, и это после пятиградусного поля, получаемого на фотопластинках! Конечно, такой инструмент не подходил для сколь-нибудь серьезного поиска. В 1988 году Джуитт и Луу переходят на работу в университет Гавайев (University of Hawaii), где продолжают свои обзорные наблюдения на уже переоборудованном 88-дюймовом телескопе (224 см), который все сокращенно называли «УН88» («Университет Гавайев 88»). И хотя этот телескоп уже был оснащен одной из самых современных на тот момент цифровых камер, но, чтобы сравниться с одним «аналоговым» полем телескопа Шмидта, Дэвиду и Джейн приходилось использовать двадцать шесть площадок, которые они снимали по одному разу на протяжении трех ночей. Новые ПЗС-камеры устанавливались на телескоп практически каждый год — шло их бурное развитие, и к лету 1992 года на «УН88» стоял уже четырехмегапиксельный фотоприемник.

Трудолюбие и самоотверженность, которые на протяжении пяти долгих лет сохраняла эта маленькая команда целеустремленных людей, хотя над ними уже стали посмеиваться, привели их к революционному открытию, которого они так ждали. В ночь с 30 на 31 августа 1992 года они открыли первый транснептуновый объект (блеск на момент открытия $22,8^m$), который уже 2 сентября получил официальное обозначение 1992 QB₁, а сейчас мы

знаем его как (15760) Albion (Альбион)⁸. Дверь в мир новых открытий была распахнута!

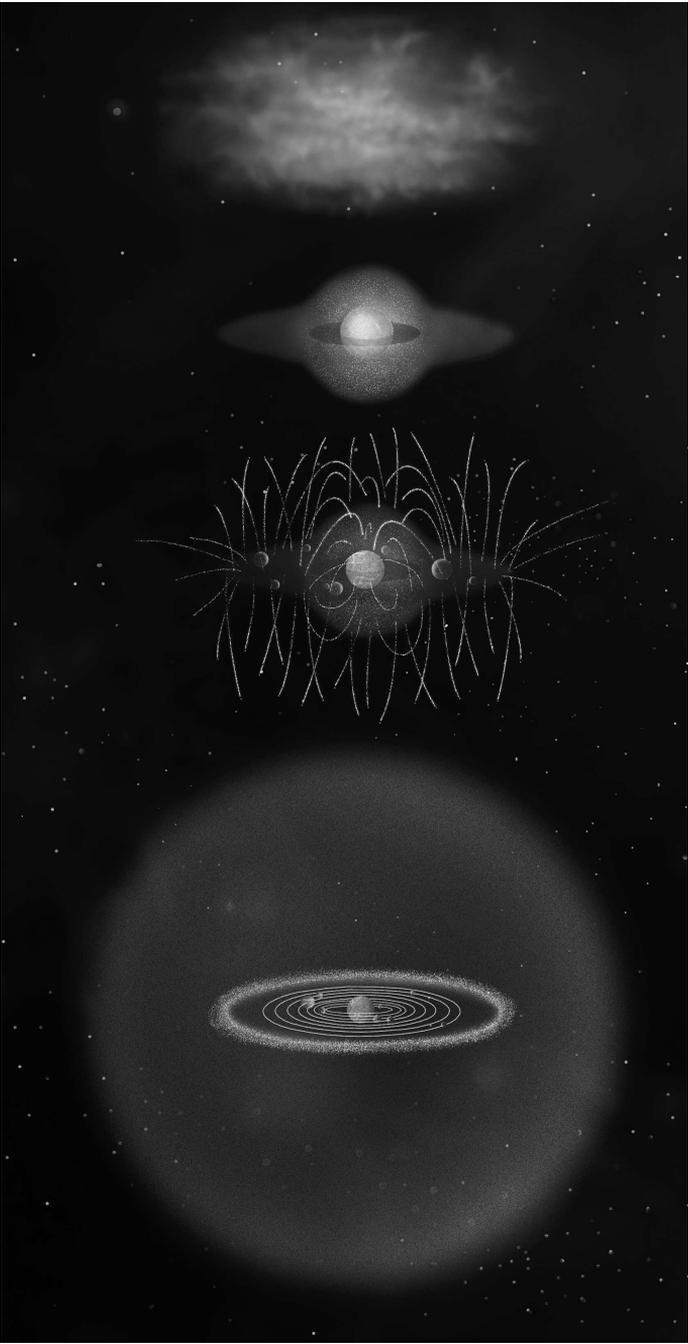
Через полгода Джуитт и Луу открывают второй объект — (181708) 1993 FW, и с каждым годом этих открытий становится все больше и больше. Наконец-то человек наблюдает космические тела, населяющие предсказанный гипотетический пояс, страсти об именовании которого не утихают и по сей день. В 2005 году астрономы открыли три крупных — сопоставимых по размеру с Плутоном транснептуновых объекта: (136199) Eris (Эрида, диаметр 2326 км)⁹, 136472 Makemake (Макемаке, диаметр 1502 км) и (136108) Haumea (Хаумеа, вытянутый объект размером 1704 на 1138 км). А в 2006 году решением Международного астрономического союза (IAU) Плутон был лишен статуса планеты, став лишь *Primus inter pares*¹⁰.

Объектов транснептунового пояса становилось все больше. К лету 2008 года их было известно уже 1077, а на момент написания этих строк (октябрь 2022 года) — 4209! Исходя из анализа орбит, они были разделены на три группы, одна из которых, а именно объекты рассеянного диска (*Scattered disc*), как раз и является тем источником короткопериодических комет, который так искали астрономы. Внутренняя граница этого диска пересекается с классическим поясом Койпера в области 30–50 астрономических единиц, а вот внешняя лежит намного дальше.

┌
8. В мифологии Уильяма Блейка Альбион – древний, первобытный, или изначальный человек, великан, вмещающий в себя не только Англию, символом которой он является, но и все народы, все человечество от его зарождения до конца истории. Это также Богочеловек, или Вечный Человек.

9. По данным, полученным АМС «Новые горизонты», экваториальный диаметр Плутона составляет 2377 км.

10. «Первый среди равных» (лат.)



Эволюция Солнечной системы

К примеру, у самого известного объекта рассеянного диска — 90377 Sedna — Седна) — афелий¹¹ находится на расстоянии 966 астрономических единиц, а у тела с труднопроизносимым названием (541132) Leleakuhonua¹² (Лелеакухонуа) и ранее известным в узких кругах как Гоблин — 2600 астрономических единиц! Так почему же астрономы решили, что короткопериодические кометы приходят внутрь Солнечной системы именно из рассеянного диска?

Конечно, даже через самые мощные оптические телескопы мы не можем получить прямого изображения этих объектов и понять, какие из них являются «спящими» кометами. Здесь на помощь астрономам пришли математики. Они смоделировали гравитационную задачу N-тел и сделали вывод, что объекты классического пояса Койпера намного более стабильны на своих орбитах, и если бы источником комет был он, то мы бы наблюдали значительно меньше короткопериодических комет семейства Юпитера, чем есть на самом деле. А вот объекты рассеянного диска, напротив, находятся на нестабильных сильно наклоненных орбитах и их легко вывести из равновесия, отправив как в сторону Солнца, так и к облаку Оорта или даже прочь из Солнечной системы. Численное моделирование таких процессов хорошо согласуется с наблюдательными данными. Безусловно нельзя однозначно говорить, что если мы наблюдаем



11. Афелий — наиболее удаленная от Солнца точка орбиты планеты или иного небесного тела Солнечной системы.

12. Лелеакухонуа — форма жизни, упомянутая в гавайском песнопении о сотворении мира Кумулипо.