



РЕДАКТОР-СОСТАВИТЕЛЬ

Владимир
СУРДИН

Солнечная система

Издательство АСТ
Москва

УДК 523
ББК 22.65
С60

Авторский коллектив:

А. А. Бережной, В. В. Бусарев, Л. В. Ксанфомалити,
В. Г. Сурдин, К. В. Холшевников

С60 **Солнечная система** / ред.-сост. В. Г. Сурдин. — Изд. 4-е, исправленное и дополненное. — М.: АСТ, 2026. — 464 с. — (Понятная астрофизика).

ISBN 978-5-17-187736-1

Данная книга содержит обзор текущего состояния изучения планет и малых тел Солнечной системы. Обсуждаются основные результаты, полученные в наземной и космической планетной астрономии. Приведены современные данные о планетах, их спутниках, кометах, астероидах и метеоритах.

Изложение материала ориентировано в основном на студентов младших курсов естественно-научных факультетов университетов и специалистов смежных областей науки. Особый интерес книга представляет для любителей астрономии.

УДК 523
ББК 22.65



Эпоха первых межпланетных экспедиций

В. Г. Сурдин

Созерцать красоту и гармонию Вселенной, хоть в какой-то степени их постигая, — одна из основных человеческих способностей, доставляющих ему наивысшее удовольствие.

Ганс Селье, канадский биолог

Мы живем в эпоху великих открытий в Солнечной системе. Далеко не все жители Земли взволнованы этим фактом. Не станем их за это упрекать. Эпоха великих географических открытий — 500 лет назад — тоже протекала без особого общественного интереса, но спустя столетия ее плодами пользуются все.

Эта книга посвящена Солнечной системе — природе ее планет, спутников и малых тел. Хотя эта книга написана астрономами, мы хорошо понимаем, что изучение Солнечной системы уже далеко вышло за рамки классической науки о небесных телах. От разглядывания в телескопы невзрачных туманных пятнышек, чем занимались астрономы прошлых эпох, ученые перешли к прямому зондированию Луны и планет, астероидов и комет. Авторами новейших открытий на иных планетах теперь являются не только астрономы, но и специалисты по космической технике, а также географы и геологи, которых уже с полным правом можно назвать планетологами. И прямо сейчас, на наших глазах, появляется новая специальность — экзопланетолог, специалист по планетным системам иных звезд.

Впрочем, на фоне этого «головокружения от успехов» важно понимать: стремительное расширение географических границ не означает, что наша планета — Земля — уже достаточно исследована. Напротив, ее детальное исследование сейчас в самом разгаре. Фактически лишь недавно благодаря спутникам люди увидели всю поверхность Земли. А что лежит под ней? Что скрывается в глубинах океанов? Как выглядят материки под ледяными куполами Гренландии

и Антарктиды? Что происходит глубоко в земных недрах? Как ведет себя геомагнитное поле? В чем причина глобальных перемен климата и биосферных катастроф? Наконец, как сформировалась наша уникальная планета и какая роль в этом принадлежит ее гигантскому спутнику — Луне?

Многое в отношении планеты Земля для нас до сих пор загадка. Ответы на многие вопросы могут оказаться жизненно важными для нашей цивилизации.

Приведем характеристики планеты Земля.

| | |
|---|--|
| Большая полуось орбиты (ср. расстояние от Солнца) | 1 а. е. = $1,496 \cdot 10^{11}$ м |
| Сидерический период обращения («звездный год») | 365,2564 сут |
| Тропический период обращения («год») | 365,2422 сут = $3,1557 \cdot 10^7$ с |
| Сидерический период вращения («звездные сутки») | 0,99727 сут = 23 ч 56 мин 04 с |
| Средние солнечные сутки («сутки») | 24 ч |
| Эксцентриситет орбиты | 0,0167 |
| Средняя орбитальная скорость | 29,8 км/с |
| Наклон экватора к орбите | 23° 26′ |
| Масса, M_{\oplus} | $5,9722 \cdot 10^{24}$ кг |
| Средняя плотность | 5,51 г/см ³ |
| Экваториальный радиус, R_e | 6378,160 км |
| Полярный радиус, R_p | 6356,777 км |
| Средний радиус, R_{\oplus} | 6371,032 км |
| Сжатие, $(R_e - R_p)/R_e$ | 1/298 |
| Ускорение притяжения к Земле на экваторе | 9,80665 м/с ² (на ур. моря) |
| Ускорение свободного падения на экваторе | 9,78033 м/с ² (на ур. моря) |
| Скорость ускользания (2-я космическая) | 11,19 км/с |
| Скорость вращения на экваторе | 465,11 м/с |
| Безразмерный момент инерции (в единицах MR^2) | 0,3308 |
| Радиус внешнего (жидкого) ядра | 3480 км |
| Средняя плотность внешнего ядра | 10 г/см ³ |
| Радиус внутреннего (твердого) ядра | 1270 км |
| Средняя плотность внутреннего ядра | 13 г/см ³ |
| Сферическое альbedo (по Бонду) | 0,306 |
| Геометрическое альbedo (визуальное) | 0,367 |
| Поток солнечного излучения вне атмосферы | 1369 Вт/м ² |
| Полное поглощаемое излучение | $1,2 \cdot 10^{17}$ Вт |
| Поток тепла из недр | 0,05 Вт/м ² |

| | |
|---|--|
| Эффективная температура | 247 K = -26 °C |
| Средняя температура воздуха у поверхности | 287 K = 14 °C |
| Плотность воздуха у поверхности | 1,22 кг/м ³ |
| Давление у поверхности | 1,014 бар |
| Масса океана | $1,4 \cdot 10^{21}$ кг |
| Масса атмосферы | $5,2 \cdot 10^{18}$ кг |
| Состав атмосферы (% объема) | N ₂ (78), O ₂ (21), Ar (0,9), CO ₂ (0,03) |
| Магнитный момент геоцентрического диполя | 0,299 Гс · R _⊕ ³ (2005 г.) |
| Наклон оси дипольного компонента к оси вращения | 10,3° (2005 г.) |
| Количество спутников | 1 (Луна) |

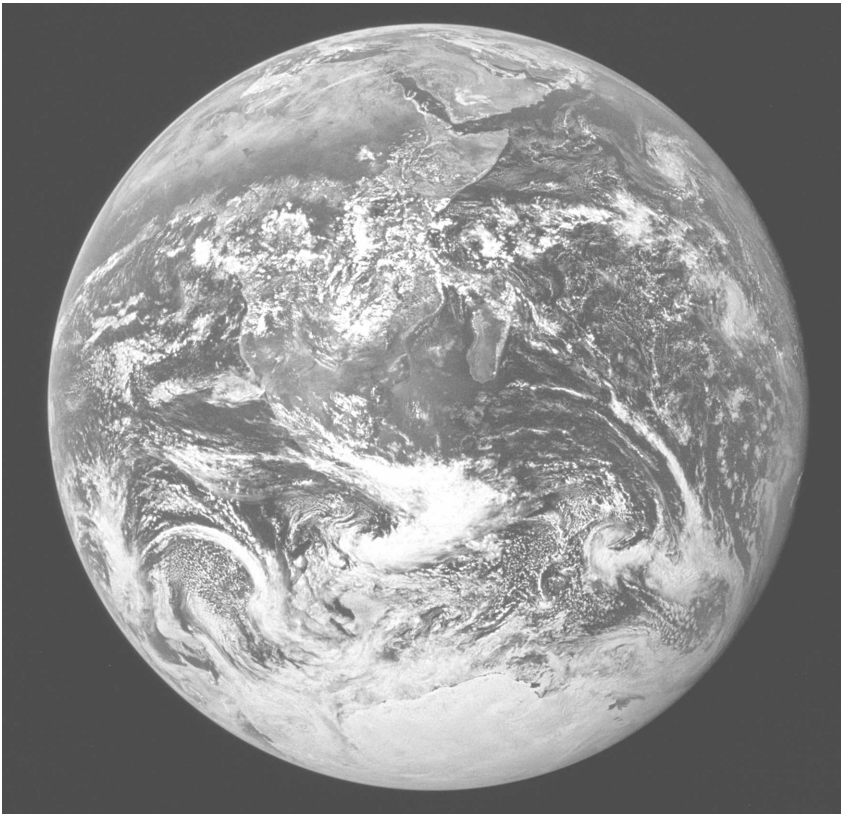


Рис. 1.1. Снимок Земли, сделанный экипажем «Аполлона-17».

В области исследования планет XX век принес нам скорее спортивно-технические достижения, чем научные: большинство планет было «достигнуто», их эффектные изображения были переданы на Землю и растиражированы, что само по себе замечательно, но систематических детальных исследований не проводилось. Полученные данные в большей степени поставили новые вопросы, чем ответили на старые. Но в последнее десятилетие, фактически — уже XXI века, за планеты взялись всерьез: у Юпитера и Сатурна появились долговременные орбитальные зонды («Галилео» и «Кассини»), начались посадки на спутники планет (пока это лишь Титан, но лиха беда начало), аппараты работают у Венеры, достигли Меркурия и Плутона, а про Марс и говорить нечего — рядом с ним и на его поверхности постоянно действует целая научная армада. Из разряда политико-идеологических межпланетные полеты перешли в разряд чисто научных. О них стали меньше писать и говорить, но они начали приносить значительно больший научный урожай.

При этом исследования космоса и Земли всегда происходили и сейчас происходят параллельно, сопутствуя и способствуя друг другу. Могу напомнить, что XX век начинался с покорения полюсов Земли, что лишь в середине века были достигнуты самая высокая и самая глубокая точки земной поверхности и что лишь к концу века была более или менее изучена вся толща атмосферы нашей планеты. Можно сказать, что именно в конце XX века эпоха великих географических открытий начала плавно перетекать в эпоху грандиозных межпланетных экспедиций. Напомню, что научное изучение Антарктиды началось во время Международного геофизического года (1955–1958), тогда же, когда были запущены первые искусственные спутники Земли.

На рис. 1.2 мы можем видеть обратную сторону Луны. Многие астрономы прошедших столетий готовы были отдать жизнь, чтобы увидеть это изображение. Космическая эра принесла нам множество прекрасных изображений далеких планет, но этот *первый* космический снимок *ближайшего* небесного тела навсегда останется самым ценным. И не потому что он был первым, хотя и это важно. Ценность этого снимка в его незаменимости: из всего, что нам хотелось бы увидеть в Солнечной системе, в принципе невозможно увидеть, не покинув Землю, только обратную сторону Луны. Зонд фотографировал Луну обычными (для той эпохи) фотоаппаратами с длиннофокусным и короткофокусным объективами, проявлял пленку на борту и с помощью фототелевизионной системы передавал полученные

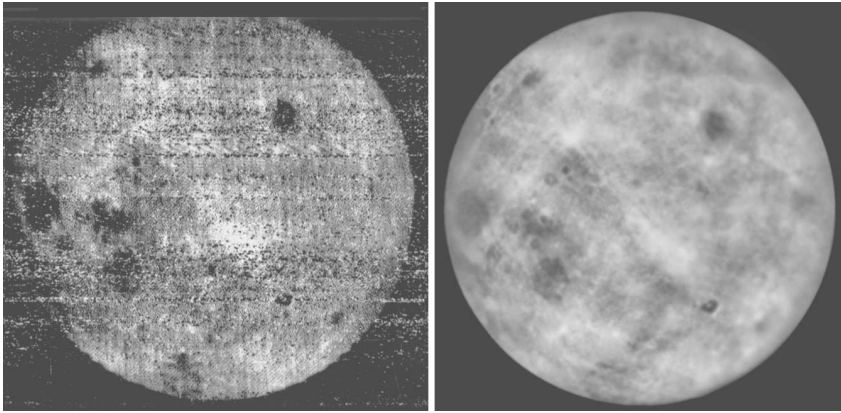


Рис. 1.2. Фотография обратной стороны Луны, полученная зондом «Луна-3» (СССР) 7 октября 1959 г. *Слева*: снимок, полученный от зонда; *справа*: то же изображение, очищенное от помех при помощи современных технологий.

изображения на Землю. Компьютеров на борту зонда не было вообще. И хотя техническое качество этого снимка невысокое, он принес большое открытие: обратная сторона Луны совершенно не похожа на видимую сторону. Эта загадка не решена до сих пор.

По сути, романтическая эпоха географических открытий не прерывалась. А сегодня у каждого из нас есть возможность быть «участником» сразу нескольких захватывающих экспедиций. Глазами роботов мы видим все то, что видят ученые, организовавшие полеты к другим планетам. Потрясающие марсианские ландшафты не могут оставить нас равнодушными. Мы с нетерпением ждем посадок зондов на поверхность спутников планет, астероидов и ядер комет. В наши дни впереди людей идут автоматы; вероятно, так будет уже всегда. Но острота наших ощущений от этого не снижается.

Интересно, сколько людей следило бы за экспедициями Колумба и Магеллана, если бы в то время на их кораблях были веб-камеры online? В наши дни у каждого есть возможность стать виртуальным первопроходцем. Но многие ли люди регулярно заходят на сайты NASA, чтобы следить за ходом марсианских и прочих межпланетных экспедиций? Оказывается, таких любознательных заметно меньше, чем посетителей порносайтов. К счастью, романтика поиска пока остается уникальным свойством человека: стремление к новому знанию уже тысячи лет помогает нам эволюционировать быстрее любого другого биологического вида и благодаря этому ра-

дикально улучшать условия нашей жизни. И так будет до тех пор, пока каравеллы плывут к неизведанным землям, а зонды летят к новым планетам!

Как известно, естественные науки и техника стимулируют друг друга. В полной мере это справедливо и для астрономии. Когда-то благодаря ей значительно ускорилось развитие механики и оптики, а сегодня технические достижения возвращают долг науке: начавшись во второй половине XX века, техническая революция в астрономии продолжается. Трудно было предвидеть лет 20 назад, каких высот достигнут сегодня возможности астрономических наблюдений. Телескопы-рефлекторы с главными зеркалами диаметром 5–6 м казались (и на самом деле были в то время) пределом технических возможностей, а сегодня уже работает несколько 10-метровых телескопов, строится 40-метровый и проектируются инструменты до 100 метров в диаметре! При этом астроном-наблюдатель как ученый-отшельник, проводящий в одиночку у телескопа долгие ночные часы, ушел в прошлое: современным 1000-тонным телескопом управляет команда инженеров и компьютеров, решая задачу, поставленную астрономом.

Астрономия – старейшая из наук, и всегда главным инструментом астронома был глаз. Сначала это был вооруженный глаз, затем – вооруженный телескопом. И даже в эпоху фотографии, существенно усилившей возможности телескопа, глаз оставался в строю, став из первичного приемника света вторичным: фотоэмульсию на стеклянной пластинке астроном до недавних пор мог изучать только глазом. Сейчас эта эпоха подошла к концу. С помощью автоматических фотометров астрономы скоро закончат сканирование и оцифровку всех когда-либо отснятых фотопластинок – а их миллионы! – и тогда эпоха визуальной астрономии закончится. При этом содержание драгоценных «стеклянных библиотек» всех обсерваторий мира станет доступным любому профессионалу и даже любителю.

Впрочем, по эффективности работы электронный глаз уже давно победил своего живого собрата. Последние 15 лет автоматизированные телескопы стали практически самостоятельно совершать открытия, причем с ошеломляющей эффективностью. Взять такую сравнительно рутинную работу, как поиск астероидов. С момента обнаружения первого из них (1801 г.) в течение 90 лет астрономы визуально открыли 322 малые планетки. В 1891 г. Макс Вольф в Гейдельбергской обсерватории (Германия) открыл первый фотографический

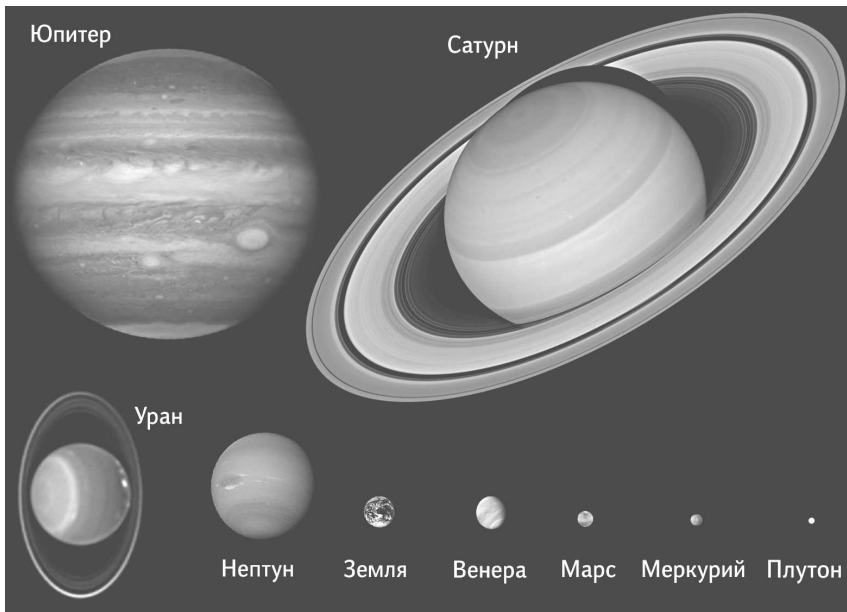


Рис. 1.2. Фотографии планет Солнечной системы, приведенные к единому масштабу. Для сравнения показана и планета-карлик Плутон. Более 90% массы нашей планетной системы заключено в Юпитере и Сатурне.

астероид (№ 323). По истечении века, к 1 января 1991 г., всего было обнаружено 4655 астероидов. Таким образом, «фотографический век» по сравнению с «визуальным веком» увеличил число астероидов на порядок. В 1990-е гг. фотопластинку и глаз стали заменять электронные приемники света, в основном ПЗС-матрицы. В результате к марту 2016 г. открыто около 1,3 млн астероидов, из которых 750 тыс. изучены достаточно подробно для точного определения их орбит. Всего лишь за четверть века количество известных астероидов возросло более чем на два порядка! Сейчас их открывают примерно по 5000 каждый месяц! Стремительно растет и количество известных спутников планет: в 1980 г. их было 45, сегодня (2026 г.) – 434, не считая сотен спутников у астероидов и объектов пояса Койпера. При таких темпах скоро будет закончена полная «инвентаризация» Солнечной системы.

Открытие большого числа новых объектов прежде всего требует их классификации. В последние годы введено много новых классов и изъяты некоторые старые: например, исчезла «малая плане-

та» как синоним «астероида». В 2006 г. Международным астрономическим союзом был принят новый термин «малое тело Солнечной системы» (small Solar system body, SSSB) для обозначения всех объектов Солнечной системы, не являющихся классическими планетами (Меркурий... Нептун) или планетами-карликами (dwarf planet), а также их спутниками. Таким образом, в число малых тел Солнечной системы попали все кометы, все традиционные астероиды (за исключением Цереры, отнесенной к планетам-карликам), все «кентавры» (centaur), движущиеся между орбитами планет-гигантов, все «трояницы», движущиеся по орбитам планет синхронно с ними, а также почти все объекты за орбитой Нептуна (trans-Neptunian object, TNO), кроме Плутона, Хаумеи, Макемаке и Эриды, отнесенных к планетам-карликам. Повторю: спутники планет не входят в число малых тел Солнечной системы. Не исключено, что со временем некоторые крупнейшие из малых тел Солнечной системы перейдут в разряд планет-карликов, если выяснится, что они имеют округлую форму, приобретенную под действием собственной гравитации (т. е. находятся в состоянии гидростатического равновесия). Очевидно, среди спутников планет некоторые входили когда-то в число малых тел Солнечной системы, а позже были захвачены на околопланетные орбиты; прежде всего это относится к иррегулярным внешним спутникам планет-гигантов. Что касается нижней границы масс малых тел Солнечной системы, то формально она не определена, и поэтому в их число можно включать даже мелкие объекты типа метеороидов размером 1–100 м. Именно поэтому в главе «Малые тела Солнечной системы» рассказано не только об астероидах и кометах, но также о метеорах и метеоритах.

Как видим, в исследовании Солнечной системы, помимо чисто «бухгалтерских» достижений, выражающихся количеством открытых объектов, есть прогресс и в принципиальных вопросах (как известно, количественные изменения неизменно переходят в качественные). За последние годы в популяции малых тел Солнечной системы открыто несколько новых классов объектов, интересных как своими физическими свойствами, так и характером движения. Например, выделено несколько новых семейств: сближающиеся с Землей астероиды, трояницы Нептуна и (возможно) Марса, кентавры, движущиеся на орбитах между планетами-гигантами, астероиды на подковообразных орбитах, астероиды со спутниками и двойные астероиды, а также временные спутники больших планет, объекты

пояса Койпера, сгорающие в атмосфере Солнца кометы, кувыркающиеся астероиды и спутники. Кроме этого, семейство планет разделилось на два подкласса: большие, или классические, планеты и планеты-карлики (пока их пять: Плутон, Церера, Хаумея, Макемаке и Эрида).

Решение об исключении Плутона из группы классических планет получило огромный общественный резонанс и для многих оказалось болезненным («Астрономы обещали найти десятую планету, а сами сократили их число до восьми!»). Страсти еще окончательно не улеглись, но понемногу новая номенклатура приживается. К тому же появляется все больше фактов, указывающих на существование полноценной девятой планеты на периферии Солнечной системы. Она может быть в несколько раз массивнее Земли и двигаться далеко за пределом пояса Койпера. Если ее существование подтвердится, то астрономы частично реабилитируют себя за историю с Плутоном.

Все малые тела за орбитой Юпитера теперь делятся на две основные группы – движущиеся внутри орбиты Нептуна (cis-Neptunian objects) и вне его орбиты (trans-Neptunian objects, TNOs). Между донептуновыми и за-нептуновыми объектами также обнаружилось малое количество тел. Речь идет не о спутниках Нептуна, а об «условно-свободных» телах – троянцах Нептуна. Первый из них был открыт в 2001 г. В 2008 г. их уже было известно 5, а в 2016 г. – 17; все они в диаметре более 100 км, и все движутся более или менее по орбите Нептуна, из них 13 на 60° впереди него, в окрестности точки Лагранжа L_4 , и еще 4 движутся на 60° позади планеты, в окрестности точки Лагранжа L_5 . Кроме того, обнаружен один «прыгающий троянец», который движется сейчас в районе точки Лагранжа L_3 . Чтобы не усложнять классификацию, всех троянцев Нептуна отнесли к группе донептуновых объектов. Если не принимать во внимание астероиды Главного пояса, то нынешняя классификация малых тел выглядит так, как показано ниже (с. 12).

Поясню, что классические объекты пояса Койпера называют «кьюбивано» (cubewano) в честь их прототипа, первого транснептунового объекта (не считая Плутона с Хароном), открытого в конце 1992 г. Дейвидом Джюитом и Джейн Луу из Гавайского университета в Гонолулу и получившего обозначение 1992 QB₁. Возможно, здесь не обошлось без реминисценции «Звездных войн», где одного из героев зовут Оби-Ван Кеноби.

| | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Cis-Neptunian objects | Объекты в орбите Нептуна |
| Centaurs | Кентавры |
| Neptune Trojan | Троянцы Нептуна |
| Trans-Neptunian objects (TNOs) | Объекты за орбитой Нептуна |
| Kuiper belt objects (KBOs) | Объекты пояса Койпера |
| – classical KBOs (cubewanos) | – классические («кьюбивано») |
| – resonant KBOs | – резонансные |
| plutinos (2 : 3 resonance) | плутино (резонанс 2 : 3) |
| twotinos (1 : 2 resonance) | тутино (резонанс 1 : 2) |
| <i>and other resonances</i> | <i>и другие резонансы</i> |
| Scattered disc objects (SDOs) | Объекты рассеянного диска |
| – resonant SBOs | – резонансные |
| Detached objects | Обособленные объекты |
| Sednoids | Седноиды |
| Oort cloud objects (OCOs) | Объекты облака Оорта |

Резонансными называют объекты, орбитальные периоды которых находятся в простом целочисленном соотношении с орбитальным периодом Нептуна (165 лет). Например, в группе плутино, названной в честь Плутона, все «плутончики» имеют периоды около 250 лет, т. е. движутся в резонансе 2 : 3 с Нептуном. У объектов группы тутино (от англ. *two* – два) орбитальные периоды около 330 лет, т. е. вдвое больше, чем у Нептуна. Кроме этих групп, уже выделены и другие малонаселенные группы резонансного движения (2 : 5, 4 : 7, 3 : 5 и др.). Троянцев Нептуна тоже можно было бы включить в семейство резонансов (1 : 1), но их традиционно выделяют в самостоятельное семейство, поскольку они не в поясе Койпера.

Объекты рассеянного диска имеют большие эксцентриситеты и наклоны орбит. В перигелии их расстояние от Солнца более 30 а. е., а в афелии у большинства из обнаруженных доходит до 100–150 а. е. Впрочем, среди них встречаются и очень далекие объекты, с афелиями до 1000 а. е., но если они проходят перигелий ближе чем в 40 а. е. от Солнца, то время от времени могут испытывать гравитационные возмущения со стороны планет-гигантов, прежде всего Нептуна.

Обособленные объекты названы так потому, что они в своем движении не испытывают сильных возмущений со стороны планет-гигантов: перигелии их орбит лежат на расстояниях более 40 а. е. от Солнца. Еще дальше, на расстояниях более 75 а. е., лежат перигелии седноидов, названных в честь Седны, имеющей перигелий 76 а. е. и

афелий 956 а. е. А поскольку самый внешний из гигантов – Нептун – не удаляется от Солнца более чем на 30 а. е., ясно, что обособленные объекты и седноиды живут своей жизнью, если только на их движение не действует еще более далекая Девятая планета, а такое подзрение постепенно укрепляется.

Учитывая огромное количество новооткрытых малых тел, очевидно, в ближайшее время будут выделены и новые их группы. Например, предлагается выделить новое семейство «дамоклоидов» (Damocloids), названного по имени объекта 5335 Damocles, имеющего долгопериодическую высокоэксцентричную орбиту, такую, как у кометы Галлея, но при этом не демонстрирующего кому и хвост. Уже найдены десятки подобных объектов, вероятно, являющихся дегазированными ядрами комет, покрытыми толстой корой (поверхность у всех очень темная). Среди них сам Дамокл выделяется тем, что движется по ретроградной орбите – характерный признак кометы.

Как всегда в науке, накопление фактов и следующий за этим период классификации заканчиваются более глубоким пониманием эволюции и ее механизмов – за «линнеевским» периодом следует «дарвиновский». Скоро этот период наступит и в изучении Солнечной системы. Мы еще многого не понимаем в ее истории, а значит, самые интересные открытия – впереди!

Литература

- Гребеников Ю. А., Рябов Ю. А.* Поиски и открытия планет. М.: Наука, 1975.
Демин В. Г. Судьба Солнечной системы. М.: Наука, 1975.
Джонс Б. У. Жизнь в Солнечной системе и за ее пределами. М.: Мир, 2007.
Жарков В. Н. Внутреннее строение Земли и планет. М., 1983.
Ксанфомалити Л. В. Парад планет. М., 1997.
Рябов Ю. А. Движения небесных тел. М.: Наука, 1977.
Сурдин В. Г. Разведка далеких планет. М.: Физматлит, 2022.
Чемберлен Дж. Теория планетных атмосфер. М., 1981.



2.1. Начало

Наряду с астрометрией небесная механика – древнейшая ветвь астрономии, существовавшая уже в третьем тысячелетии до н. э. Основная двуединая задача небесной механики от античности до наших дней – построение *математической модели* движения небесных тел и *определение ее параметров* из наблюдений.

В этой статье я буду использовать современные термины. Но для передачи аромата эпохи полезно иногда приводить и старые. Любя высокопарный стиль, наши предшественники говорили не «модель», а «Система Мира». Словосочетание *небесная механика* появилось и вошло в употребление лишь после публикации в 1798 г. одноименного сочинения П. С. Лапласа. А как же говорили до этого? В древности – никак. Астрономия, и всё тут! Потом стали добавлять прилагательные и долго отождествляли *теоретическую астрономию* и небесную механику. Потом теоретические разделы появились и в других ветвях астрономии – прежде всего в астрофизике, и сейчас термин «теоретическая астрономия» практически вышел из употребления.

История небесной механики делится на два больших периода: до и после выхода в 1686 г. книги И. Ньютона «Математические начала натуральной философии». С этого момента начинается наука в современном смысле слова. Движение предстало однозначным следствием физических причин, тогда как раньше причины известны не были и математические модели ничем не ограничивались, кроме как недостатком фантазии ученых или идеологическими догмами, господствовавшими в обществе.

Многие мои друзья-астрофизики (рождение астрофизики как современной науки произошло еще при жизни некоторых ныне здравствующих долгожителей) говорят мне, что небесная механика как наука началась с Ньютона, а до этого была только *преднаукой*.

Не буду спорить о терминологии, ведь, по существу, мы представляем развитие науки одинаково. Щедро предлагаю противоположное: добавить к возрасту астрофизики несколько тысячелетий. Ведь цвет и яркость Луны, Солнца, звезд, планет говорят кое-что об их физических свойствах; мерцание света и цвета звезд, изменение цвета и яркости светил в зависимости от высоты над горизонтом, изменение цвета и яркости Луны при полном лунном затмении говорят о свойствах атмосферы третьей планеты; неизменное появление четок Бейли и короны при полном солнечном затмении говорит о рельефе Луны и свойствах солнечной атмосферы и короны. Можно и продолжить: метеоры, метеориты, кометы, новые звезды...

Слушается дело о солнечном затмении

...Древний Китай, 2137 г. до н. э. Суд. Двое обвиняются в государственном преступлении. Обвинитель краток: «Императорские астрономы Хи и Хо *не предсказали* солнечного затмения! В результате дракон начал пожирать Солнце на глазах у пораженного народа, не предупрежденного теми, кто должен был сделать это по долгу службы». Он передохнул, вытянул обличающую руку в сторону бледных ученых и продолжал: «А они предавались разврату ночью вместо того, чтобы наблюдать за светилами, пьянствовали днем вместо того, чтобы вычислять и обрабатывать наблюдения. К счастью, бдительные стражи государственной безопасности подняли народ и бросили его на борьбу с драконом. Страшный шум от сковородок и тазов, по которым неистово колотил народ, испугал дракона, и тот убрался во свояси. Иначе исчезло бы Солнце и погибла бы Поднебесная империя (страшно подумать!) и все другие, варварские народы Земли (что, впрочем, несущественно и в обвинение не входит). Смерть государственным преступникам!» Несчастных казнили, как гласит легенда. А мы с вами сделаем выводы из этой печальной истории.

1. Свыше четырех тысяч лет назад астрономия в Китае уже была настолько развита, что специалисты почти безошибочно предсказывали затмения Луны и Солнца. Если бы они ошибались хотя бы в одном случае из десяти, в Китае переказнили бы всех астрономов. В действительности китайцы уже тогда неплохо представляли себе движение Луны и Солнца по небесной сфере, что и нужно для предвычисления затмений.

2. Астрономия находилась на государственной службе. Занятия наукой приравнивались к военным занятиям. Не потому ли Древний