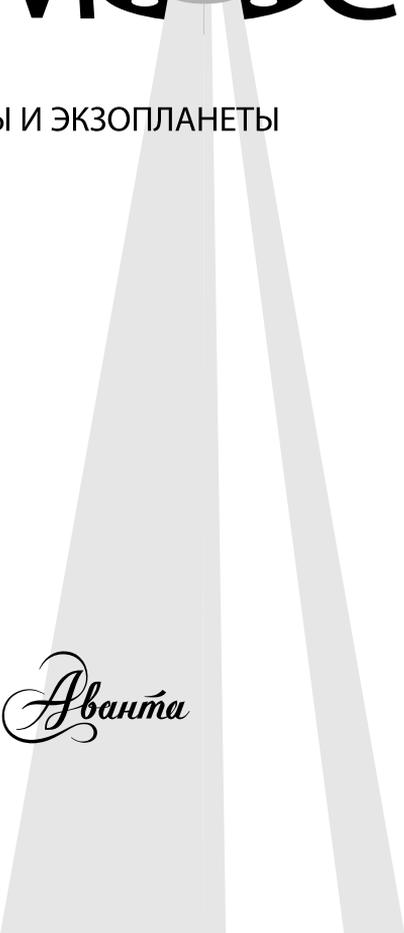


Андрей Мурачёв

# ЗАГАДКИ КОСМОСА



ПЛАНЕТЫ И ЭКЗОПЛАНЕТЫ



*Аванта*

# Предисловие



*Моей маме,  
с любовью и благодарностью*



Начните читать эту книгу поздно вечером, когда стемнеет. Выйдите на балкон вашей квартиры или веранду дома и посмотрите на небо. Я надеюсь, оно сегодня не затянуто тучами. Внимательно посмотрите на черную пустоту над головой... Не читайте дальше, пока не надышитесь холодным ночным воздухом, не разглядите мерцание звезд, не найдете известные вам созвездия. Проникнитесь осознанием того, что не только вы за многие тысячелетия стояли и дышали холодным ночным воздухом, завороченно глядя на усыпанное звездами небо. Миллион лет назад наши



предки в африканской саванне точно так же смотрели на небо, и точно так же делали древние шумеры, египтяне, индейцы майя, строители Стоунхенджа. Свои взгляды в разверзнувшуюся над головой бездну устремляли Леонардо да Винчи, Ньютон, Коперник и миллиарды других людей, имена которых уже никто никогда не вспомнит, они навсегда ушли в небытие — точно так же сейчас на небо смотрите вы. О чем думали те люди в такие мгновения? Как их мысли, родившиеся звездными ночами, изменили человеческую историю?

Силой воображения покиньте Землю, Солнечную систему, поднимитесь над плоскостью Млечного Пути и летите дальше — летите до тех пор, пока не потеряетесь, не окажетесь одни в черной пустоте и уже не будете знать, где Земля, Солнце и наша галактика. В этой пустоте не существует ни верха, ни низа, движение неразлично: вы сейчас двигаетесь или нет? Невозможно определить. Да это и неважно — все равно здесь нет никаких ориентиров и даже знакомых созвездий.

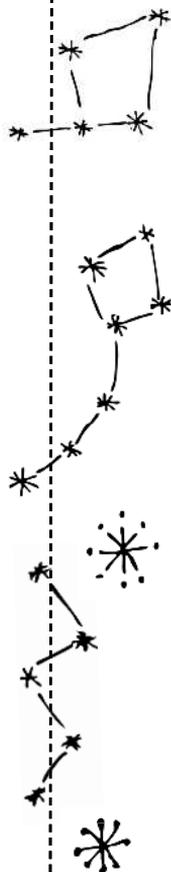
Огоньки, которые вы видите, — это галактики. В видимой Вселенной галактик насчитывается, по разным оценкам, от нескольких сотен миллиардов до двух триллионов<sup>1</sup>. В Млечном Пути от 100 до 400 миллиардов звезд, и по размеру он особо не выделяется на фоне бесчисленных галактик Вселенной. Согласно последним подсчетам треть солнцеподобных звезд имеют планеты<sup>2</sup>. Но сказать, сколько всего планет в нашей галактике, довольно сложно, так как это число зависит от среднего количества планет у каждой звезды. Чаще всего речь идет об одном триллионе. Применяя эту логику на всю обозримую Вселенную, мы получим количество планет, которое записывается числом с 24 нулями. Это в миллион раз больше, чем песчинок на всех пляжах мира. Так

что когда вам будут говорить о Земле, крошечной пылинке в масштабах Вселенной, помните, что даже песчинку на Земле найти проще, чем Землю во Вселенной.

Оглянитесь вокруг и запомните эту картину. Однажды ваши потомки тоже увидят эти звезды, космические корабли откроют им новые миры, и те чудеса природы, которые вы даже не можете себе представить, станут для них обыденностью. Когда-то ваши прапраправнуки будут смотреть на звездное небо далекой планеты, ставшей им домом, и дышать морозным ночным воздухом. Сейчас мы находимся в самом начале этого долгого пути.

Когда-то космос был маленьким — его размеры ограничивались для людей твердой небесной сферой. Шли века, представления о космосе менялись. Земля как центр Вселенной уступила место Солнцу, а потом и Солнце стало рядовой звездочкой на периферии Галактики. Естественным образом возникла мысль найти жизнь где-нибудь за пределами Земли. Так как никаких других планет, кроме планет Солнечной системы, наша цивилизация долгое время не знала, мы обратили внимание именно на них.

Видимо, первым об инопланетянах заговорил Джордано Бруно. Потом была целая плеяда писателей и мыслителей (их уже, к счастью, не сжигали), которые в разные времена помещали инопланетян на Луну, Венеру, Марс, Юпитер, кольца Сатурна и даже поверхность Солнца. Но XX век стал веком стремительного сокращения мест, где, по представлениям ученых, можно найти жизнь. На Луне, например, жизнь уже очень давно не ищут. Еще до того, как Нил



Армстронг ступил на ее поверхность, было ясно: Луна представляет собой изрытую кратерами пустыню. Однако еще в 1940-х и даже 1950-х годах в научно-популярной литературе широко обсуждалась возможность обнаружить если не леса и диких животных, то хотя бы лишайники на Марсе. Некоторое разочарование наступило в 1976 году, когда космические аппараты, созданные в рамках программы «Викинг», передали на Землю снимки поверхности и результаты проведенных на Красной планете экспериментов. Тогда стало понятно, что если на Марсе и есть жизнь, то лишь микробная. В жизнь на газовых гигантах Солнечной системы продолжали верить люди только с очень живой фантазией; в экзогортов в Главном поясе астероидов не верил никто, исключая фанатов «Звездных войн».

Жизнь на Марсе (а с недавнего времени и его колонизация) порой кажется навязчивой идеей человечества. Если жизни там нет, то ее следует придумать, ну или, на худой конец, создать. Годы исследований с помощью орбитальных космических аппаратов и планетоходов убедительно доказали, что в далеком прошлом Марс покрывали реки и океаны жидкой воды, а на полюсах до сих пор лежат шапки водяного льда. Когда астробиолог слышит о месте, где есть жидкая вода с необходимым количеством минералов, у него срабатывает безусловный рефлекс — возникает мысль о существовании внеземной жизни. Помня о невероятной живучести некоторых видов бактерий, ученые задают вполне резонный вопрос: могли ли эти организмы дожить до наших дней, например, в подповерхностных водоемах?



И дальше начинаются чудеса. Жидкая вода была обнаружена под ледяной поверхностью спутников Юпитера и Сатурна. Более того,

найлены свидетельства, что она есть и на экзопланете Солнечной системы Плуtone — возможно, целый подповерхностный океан. Кто мог такое представить всего несколько лет назад? Сколько жидкой воды в поясе Койпера, остается лишь догадываться. Есть надежда, что в ближайшее десятилетие состоится миссия к Европе — спутнику Юпитера, обладающему океаном жидкой воды, скрытым под многокилометровой толщей ледяной оболочки. Может быть, уже на нашем веку мы найдем жизнь где-то еще в Солнечной системе.

В то время как одни ждут миссии к Европе, другие обсуждают открытие планет за пределами нашей Солнечной системы — их называют экзопланетами. Космический телескоп *Kepler* позволил нам получить информацию о тысячах экзопланет. Сейчас на орбите работает его преемник — телескоп *TESS*, который должен открыть еще тысячи близких к нам экзопланет. Имея в распоряжении всего восемь планет, мы и представить не могли, насколько разнообразны инопланетные миры. Каждая из планет Солнечной системы уникальна, о каждой написаны книги. И если вы захотите удивить девушку, расскажите ей о кратерах на Меркурии, в которых есть лед, о металлических снегах Венеры, о каньонах Марса, о гигантском вихре на Юпитере, бушующем уже сотни лет, и гелиевых дождях в его атмосфере, о спутнике Сатурна Энцеладе, где подо льдом, возможно, есть жизнь, о горах и равнинах Плутона. И если такое разнообразие наблюдается только в нашей Солнечной системе, сколько всего неизведанного и прекрасного ожидает нас во Вселенной на планетах у других звезд? Сколь-

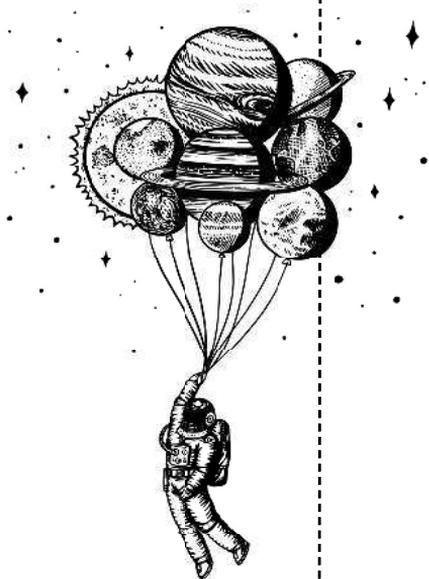
ко идей для рассказов своей половинке вы сможете почерпнуть, исследуя эти миры! О *Trappist-1*, 55 Рака *e*, *Kepler-168 f* и других экзопланетах, которых тысячи. И если половинка вас выслушает, вероятно, между вами действительно серьезные чувства.

Как вы увидите, исследование планет — это увлекательная работа, словно детективная история, изобилующая крутыми поворотами сюжета и неожиданными развязками. Порой ее выполняют в угоду чьим-либо корыстным устремлениям, но порой и ради бескорыстного служения науке. Прежде всего, эта работа интересна не тем, что позволяет получить новые знания об окружающем мире, — она помогает осознать ничтожность человеческой фантазии в сравнении с чудесами, которые приготовила для нас Вселенная. Человеку, посвященному в ее тайны, остается только удивляться и восторгаться.

В дальнейшем на страницах этой книги я обрисую контуры разворачивающейся на наших глазах революции. Знаем мы пока не очень много, но все же в некоторых вещах мы уверены. Например, что экзопланеты существуют, а также нам кое-что известно об их характеристиках. Этого уже достаточно, чтобы строить гипотезы, проверять их, подтверждать или опровергать.

Еще должен отметить следующее. В этой книге есть ссылки на работы, где вы сможете найти дополнительную информацию о приведенных фактах или открытиях. Такой подход продиктован не только правилами научной этики. Мне бы очень хотелось, чтобы хотя бы некоторые читатели внимательно изучили эти статьи. Ведь в них описывается нечто невероятно важное для науки — методы, благодаря которым удалось получить те или иные знания. Пройдя путь, по которому кто-то уже прошел, и увидев ту же картину, что и ваш предшественник, вы удостоверитесь,

что вас не обманули. Формируя свое мировоззрение, необходимо не только иметь знания, но и понимать, как они были добыты. Я буду считать свою задачу выполненной, если эта книга подтолкнет кого-то заняться наукой профессионально или посвятить часть времени изучению нашей удивительной Вселенной, открывающейся нам все больше и больше с каждым днем.



# Глава 1

Птолемей  
и Коперник





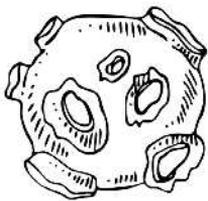
*Геометрия — это искусство хорошо  
рассуждать на плохо выполненных чертежах.*  
НИЛЬС АБЕЛЬ

Астрономия — это древнейшая наука, которая возникла на заре цивилизаций и формировалась в ранних человеческих сообществах: шумеров, древних египтян, древних греков и римлян и независимо у инков. Конечно же, на протяжении веков она была не наукой в том смысле, который сегодня мы вкладываем в это понятие, а именно системой знаний, удовлетворяющих формальным требованиям математической строгости и логической непротиворечивости. В те времена астрономия, как и медицина, математика и даже астрология, была просто набором утверждений, основанных большей частью на мифологии и наблюдениях за миром. Тех цивилизаций уже давно нет, однако их наследие органично вплелось в нашу культуру, стало основой для развития наших взглядов на мир. Здесь, пожалуй, самым ярким примером является шестидесятеричная система счисления, доставшаяся нам от шумеров и вавилонян, которую мы используем для измерения времени и углов. Названия дней недели и их количество

пришли извилистыми путями из вавилонской и античной культур. Когда-то давно дни недели получили свои названия в честь богов, с которыми отождествлялись семь известных с древних времен движущихся по небу небесных тел: Солнце, Луна, Марс, Меркурий, Юпитер, Венера, Сатурн.

В античной культуре сформировался фундамент астрономии, возникла первая астрономическая парадигма, которая будет разрушена только в ходе научной революции в Западной Европе. Конечно, древние греки были не первыми, кто создал миф об устройстве мира и роли планет и звезд в этом мире, однако именно им удалось разделить мифологию и практические знания о мире, заложить основы научного мировоззрения, которое в полной мере проявится в совершенно другой цивилизации в совершенно другое время. До них ни один народ не испытывал природу на прочность с такой яростью, не создавал такие хитроумные инженерные приспособления.

И именно в Древней Греции возникла и стала общепринятой геоцентрическая система мира, в которой Земля располагается в центре Вселенной. К сожалению, мы многого не знаем о развитии астрономии в Древней Греции и разнообразии античных представлений об устройстве небес. Известно, что, наряду с геоцентрической моделью мира, существовали и другие, в том числе те, которые по достоинству оценили даже наши современники. Например, Аристарх Самосский предлагал модель, где все планеты (включая Землю) вращались вокруг Солнца<sup>3</sup>. Если бы ему повезло чуть больше, возможно, гелиоцентризм стал бы господствующей парадигмой намного раньше Средних веков. Кроме того, в Греции разными философами рассматривались комбинированные модели, согласно которым по крайней мере часть планет вра-



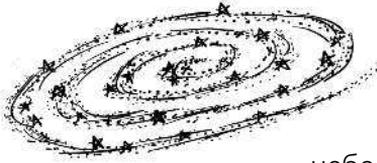
щалась вокруг Солнца, а Солнце — вокруг Земли.

Главной астрономической книгой античного мира стал, условно, «Альмагест» Клавдия

Птолемея, который появился в середине II века н.э. Птолемей, возможно, впервые в истории человечества собрал в одном месте все доступные к тому моменту астрономические знания. Опираясь на звездный каталог другого древнегреческого астронома — Гиппарха, — в своей книге он привел список 1 022 звезд, 48 созвездий, решил некоторые задачи, имевшие практическое значение, и описал использовавшиеся на практике астрономические приборы. В Европе книга приобрела известность в переводе на арабский язык — благодаря арабам она и получила свое окончательное название («Альмагест» можно перевести с арабского как «Величайший трактат»). Первоначально же труд назывался скромно: «Математическое построение». Самым важным в «Альмагесте» является, пожалуй, подробное изложение усовершенствованной геоцентрической системы мира.

Если смотреть с позиций нашего времени, Птолемей может показаться одним из первых астрономов, но и он «стоит на плечах гигантов». Птолемей жил в Александрии или рядом с ней и, по-видимому, имел доступ к знаменитой Александрийской библиотеке. В ней хранились записи наблюдений астрономов за звездами почти за 900 лет. Свою модель устройства мира Птолемей создавал, изучая эти труды и руководствуясь ими.

Вселенная, по мысли Птолемея, состояла из семи сфер планет (слово «планета» в переводе



с греческого означает «странник»), обращающихся вокруг Земли, и на каждой из них было закреплено по одному небесному телу — от Луны до Сатурна. Звезды располагались на восьмой сфере, окружавшей семь подвижных сфер планет. А снаружи этих сфер находилась девятая сфера, которая рассматривалась как источник движения всего грандиозного механизма.

Представления о геоцентризме на самом деле восходят еще к Пифагору, Платону и Аристотелю, жившим за несколько веков до Птолемея. Птолемей не был создателем этой концепции. Но что он действительно сделал первым, так это с помощью математики описал движение небесных светил (некоторые исследователи считают, что эту работу начал еще Гиппарх). И хотя Птолемею удалось достичь неплохой для своего времени точности в предсказании положения планет, сама система получилась довольно запутанной. Вот в чем состояла сложность.

Согласно философской традиции античной Греции мир имеет форму шара, так как шар — самая совершенная фигура. В такой Вселенной планеты должны двигаться по круговым орбитам, причем движение должно быть равномерным (с постоянной скоростью). Однако, с точки зрения наблюдателя на Земле, планеты в течение года движутся по небосводу совсем не по дугам окружностей, а достаточно сложным образом: то вперед в одном направлении, то назад, при этом то ускоряясь, то замедляясь (см. рис. 1).

Пройдет больше тысячи лет, прежде чем человечество осознает, что природе нет никакого дела до наших представлений о красоте. Но во времена Птолемея приходилось привлекать новые сущности для того, чтобы примирить традицию и наблюдения. Одной из

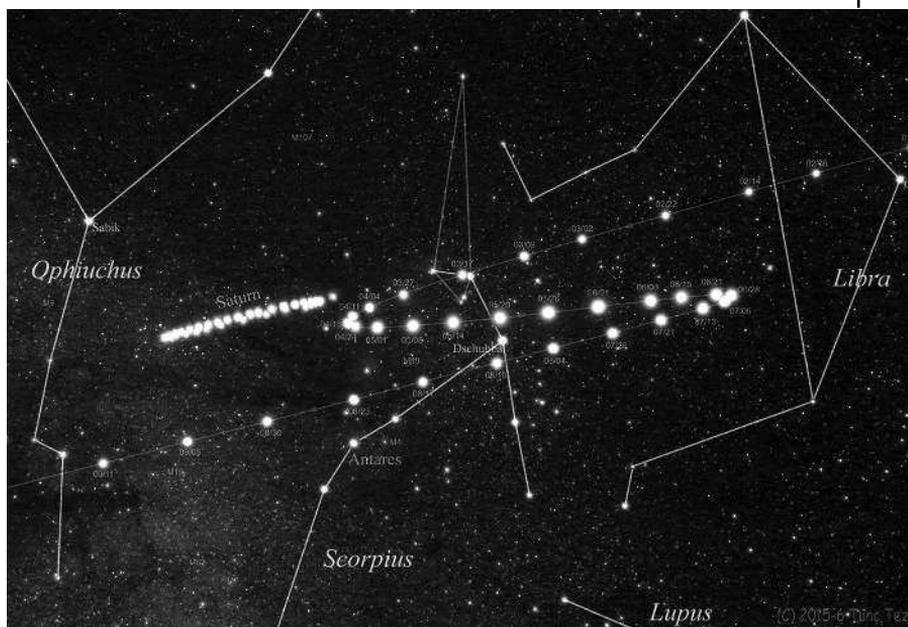


Рисунок 1. Картинка, созданная из серии снимков, сделанных с середины декабря 2015 до сентября 2016 года. На ней запечатлено сближение двух планет: Марса и Сатурна. Их видимое попятное движение относительно звезд дальнего фона — это отражение орбитального движения самой Земли

таких новых сущностей оказались орбитальные эпициклы. В модели Птолемея каждая планета равномерно движется по окружности, называемой эпициклом, центр которой, в свою очередь, движется вокруг Земли по окружности, известной как деферент. Птолемей аккуратно подобрал размеры эпициклов и деферентов всех известных ему планет, чтобы параметры их орбит максимально соответствовали наблюдаемым.

Существует миф, что древние астрономы должны были множить эпициклы в геоцентрической картине, чтобы удовлетворить более качественным астрономическим наблюдениям, в результа-