

Глава 6

Пытливый разум Леонардо и окружающий мир

В этой главе...

- Искусство садовода: Леонардо и растения
- Исследуем камни
- Верхом на волнах (заодно узнаем, как они появляются)
- Взгляд в небеса — изучение звезд и планет
- Рассмотрим механические приспособления Леонардо

Если вы, услышав имя Леонардо, представите себе эксцентричного дилетанта или предположите, что он просто изучал другие предметы как добавление к своему основному занятию художника, то вы ошибаетесь!

Леонардо изучал объекты и понятия независимо ни от чего, ради них самих; ему хотелось понять, как каждое дерево (ну, не дерево, а лес), например, взаимодействует с миром в целом. Кажется невероятным, что есть какая-то связь между строением тела человека и архитектурой церкви или законами ботаники, но Леонардо считал, что такая связь есть, и пытался это доказать. Он старался понять каждую область знаний как органичную часть большего, единого целого. Аристотель и некоторые современники Леонардо, включая английского философа Роджера Бэкона, сформулировали эту идею — идею универсальной науки. Но Леонардо возвел ее на немыслимую высоту.

К сожалению, да Винчи так и опубликовал ни одной книги, поэтому о его исследованиях и открытиях современники практически не знали (а мы знаем благодаря его дневникам). К тому же, по большому счету, ему не удалось предложить ни одной грандиозной научной теории. Но несмотря на все эти недостатки, Леонардо, по признанию специалистов, был ученым, опередившим свое время. В этой главе я обозначу место, которое Леонардо (и его исследования) занимает в величественной картине изменяющегося мира.

Леонардо изучает ботанику

Стоит заметить, что рисунки и записи Леонардо по ботанике составляют лишь малую часть его научных трудов. Он был заинтересован не только в понимании и воспроизведении точных форм каждого листочка на своих картинах; он еще хотел понять функцию каждой части растения и связь их с Землей, водой и солнечным светом. И здесь он старался создать теорию, которая отразит связь между человечеством (в миниатюре, конечно) и Вселенной.

Да Винчи писал, что семя порождает корни подобно тому, как сердце человека порождает артерии и вены (Леонардо называл его “дерево вен”). Семя, как и человек, имеет пуповину. Несмотря на некоторую явную ограниченность этих аналогий, можно предположить, что они помогали Леонардо в его размышлениях о структуре и функции разных растений, делая его мысли отличными от взглядов древних и некоторых его современников.

Многие книги и мыслители вдохновили Леонардо на занятия ботаникой. К примеру, он читал труд Плиния Старшего “Естественная история”. Эта древняя энциклопедия включает в себя описание примерно тысячи растений и общее описание строения их репродуктивных частей, но она не предлагает никакой научной методологии (учение о структуре, логической организации, методах и средствах деятельности). Возможно, к изучению ботаники Леонардо подтолкнул трактат Леона Баттиста Альберти “Десять книг об архитектуре”, опубликованной во Флоренции в 1485 году, в частности описанные в нем парково-ландшафтные проекты.

Прогуляемся по итальянскому саду

Хотя, по сути, Леонардо не был ландшафтным дизайнером, у него был опыт работы при создании нескольких изысканных итальянских садов — в большинстве случаев он исполнял обязанности инженера-гидравлика (более подробную информацию о его ландшафтных работах вы найдете в главе 12). Но не нужно считать, что если Леонардо был “инженером-гидравликом”, то он занимался исключительно оросительными каналами и осушением болотистых участков. В те годы специалисты зачастую выполняли и смежные работы (учитывая любознательность да Винчи, можно предположить, что он попробовал себя и в качестве ландшафтного дизайнера). Итальянские парки были очень сложно устроены. Они располагались на больших территориях, где было все: и фруктовые сады, и аллеи, и луга, и живая изгородь и проч.; парки эти предоставляли людям возможность любоваться дикой природой, улучшенной с помощью человеческого старания и умения.

Дизайн сада

Для высокопоставленных итальянцев сады, расположенные на виллах за городом или во дворцах, служили местом отдыха, а иногда и убежищем — от чумы, политических потрясений или назойливых сборщиков податей, как называли тогда налоговых инспекторов.

Книга Плиния “Естественная история” была одной из первых, в которой была представлена концепция итальянского сада; Плиний представлял виллу таким строением, расположенным среди буйно цветущих деревьев и красочного ландшафта. Его тосканская вилла во многом была похожа на парки эпохи Ренессанса. Плиний Младший, племянник Плиния Старшего, тоже мог многое рассказать по данному поводу, включая симметричные, U-образные парки, известные как *иттодромы* (не путайте с местом проведения скачек). Огромное влияние на формирование парков эпохи Ренессанса оказали большие виллы императора Адриана (117–138 н.э.), созданные во II веке н.э. на холмах Тиволи. Для художников эпохи Возрождения парки Тиволи стали местом паломничества, где они изучали остатки древней архитектуры, мозаику, статуи, рисунки, аллеи, каналы, фонтаны и пруды — и грабить все эти богатства вместе с поклонниками старины.

Примерно в XIV веке итальянцы начали пересматривать дизайн своих садов. Пьетро де Кресценцы (ок. 1233–1320) описал идеальный сад в своем труде “Книга о сельском хозяйстве” (1478). Он считал, что парки должны быть окружены высокими стенами; иметь площадь не меньше 8 гектаров, в них должны расти разнообразные деревья и проложены геометрически правильные дорожки, укрытые решетчатыми арками и цветущими живыми изгородями. Непременным атрибутом парка считался большой газон, на котором высаживались разнообразные травы, цветы и павильон с фонтаном. Рядом должен был располагаться фруктовый сад, деревья в котором должны цвести круглый год, беспрестанно.

Большой интерес к устройству парков проявляли Медичи, правители Флоренции. Например, Козимо де Медичи собирал студентов своей Академии Платона на вилле, выстроенной в соответствии с описаниями Плиния и гордившейся своим поразительным ботаническим садом; там они обсуждали философские вопросы, а заодно подрезали виноградную лозу. Лоренцо де Медичи сочинял стихи на другой вилле, Поджо а Кайано. В садах Медичи было все тщательно продумано: большие парки, фруктовые сады, озера и даже системы акведуков.

Вклад да Винчи

Леонардо, по долгу службы, разрабатывал системы водоснабжения для садов Медичи. Кроме того, он помогал флорентийскому купцу Джованни Ручеллаи, чей сад Куарачи был одним из самых совершенных садов той эпохи, а его владелец оказался единственным, кто разрешал местным крестьянам гулять в нем. Леонардо разработал систему акведуков для огромного парка, что помогло сохранить его травы и самшиты, кроны которых причудливо подстригали в форме драконов, кентавров, философов и кардиналов.

Леонардо применил свои навыки инженера-гидравлика и при дворе Лодовико Сфорца в Милане. В “Атлантическом кодексе” он описывает парк, который спроектировал для Лодовико, где отмечает, что большую роль в жизни сада играют пруды и системы орошения. Однако у историков нет оснований утверждать, что проект Леонардо был воплощен в жизнь. Кроме того, интересны впечатления Леонардо от огромной загородной виллы Лодовико, Ла Сфорческа. По всей видимости, Леонардо был особенно поражен обширной гидротехнической системой, созданной на этой вилле, в которую вошли сложные системы каскадов и водопадов. Он сочинил несколько теорий возникновения эрозии почвы и написал инструкции для усовершенствования управления водяными мельницами и каналами Ла Сфорческа — но и в этом случае мы не можем утверждать, что наставления Леонардо нашли практическое применение.

Несколько лет спустя, примерно в 1508 году, Леонардо изучал виллу Шарля д’Амбуаза, и предложил комплексный проект ее реконструкции. Он разработал технологию выращивания цитрусовых без использования огня, необходимого для обогрева апельсиновых деревьев зимой; объяснял, как построить водяные мельницы для равномерного распределения тепла, вырабатываемого источником. Но Леонардо пошел много дальше по пути, который некоторые ученые называли *синестезия* (врезка “Слушать цвета, смотреть музыку”): он захотел создать парк, в котором гармонично сочетались бы запахи, звуки и ландшафт. Да Винчи предложил посадить благоухающие цветы, запах которых будет дополнять пение птиц и музыку, создаваемую водяными мельницами, а все это вместе будет служить дополнением к архитектурному парковому ансамблю.

Леонардо проектировал парк для будущего дворца в городе Роморантине для французского короля Франсуа I (подробнее — в главе 12). Но несмотря на такие грандиозные планы, нет фактов, подтверждающих, что Леонардо когда-либо воплотил свои идеи при создании парков в Италии или во Франции. Вместо этого он направил энергию в другое русло — например, нарисовал множество эскизов растений.

Слушать цвета, смотреть музыку

Когда Леонардо писал о смешении звуков, запахов и общем виде своего идеального парка, он выражал точку зрения синестета. *Синестезия* (греч. *syn*, что значит “вместе”, и *aisthesis*, что значит “ощущать”) возникает тогда, когда нейроны человека случайно затрагивают два или больше органа чувств, создавая феномен перцепционной насыщенности; люди, у которых есть такая способность, часто слышат цвета, смакуют тактильные ощущения или видят звуки. Многие художники, ученые и изобретатели заявляют, что синестезия — это источник их творческого гения и способности создавать художественное или логическое единство в их работе. Хотя этот факт немного спорный, но первым, кто определил синестезию, обычно называют Джона Лока (1632–1704, английский философ, основатель либерализма), хотя Аристотель также мог быть ее первооткрывателем, а Пифагор считал ее “большим подарком философу”. Среди известных синестетов можно назвать писателя Владимира Набокова, изобретателя Никола Тесла, художника-абстракциониста Василия Кандинского, художника Дэвида Хокни и физика Ричарда Фейнмана. И, возможно, Леонардо, который предположительно видел разные цвета, когда играл и слышал музыку, и писал о слиянии чувств, приводящем к более богатому перцептивному опыту.

Красочные иллюстрации по ботанике

Когда Леонардо начинал рисовать ландшафты для своих картин, существующие на то время иллюстрации по ботанике едва ли можно было назвать научными. В основном итальянские художники копировали рисунки растений с манускриптов — вместо того чтобы наблюдать и зарисовывать то, что видели собственными глазами. Прекрасно иллюстрированный манускрипт, известный как *Кодекс Юлиана Анисиана*, появившийся в 512 году, предоставил художникам более или менее убедительные образцы растений. Однако в последующую тысячу лет практически не появилось новых иллюстрированных книг по ботанике.

Итальянский Ренессанс возвестил о создании новой формы — реализма. Примерно в 1390 году монах по имени Сибо закончил работу над поразительно реалистичным манускриптом, содержащим описания растений и животных. Другие манускрипты, изданные в XV веке, уже отражали более подробные детали, но большей частью изображенные растения были все еще очень стилизованными. Но некоторые известные итальянские художники того времени начали уделять больше внимания живой природе — среди них можно назвать Бенедето Риньо, Пизанелло (Антонио Пизано), Джованни Беллини и даже коллегу Леонардо, Сандро Боттичелли. На картине Боттичелли “Весна” изображено 40 видов растений, из которых легко узнаются около 30. Во Фландрии были свои художники-реалисты, такие как Ян ван Эйк (ок. 1395–1441) и Альбрехт Дюрер — оба прекрасные иллюстраторы. Особенно Ван Эйк: он установил новые нормы в жанре натурализма, как видно из его картины “Алтарь в городе Генте” (рис. 6.1). Кустарники, деревья и лужайка у Ван Эйка изображены очень тщательно и реалистично, что нехарактерно для того времени. Тем не менее большинству художников не хватало глубоких знаний о растениях, которыми обладал да Винчи.



Рис. 6.1. Алтарь в городе Генте, Ян ван Эйк (1425–29). Масло, деревянная основа, Высота 26 см, Храм Св. Баво, Гент

Чаще всего Леонардо рисовал прямо с натуры. Лоренцо де Медичи предоставил ему возможность изучать ботанику в фамильном парке Медичи во Флоренции, который славился своими экзотическими растениями. Леонардо нарисовал тогда огромное количество эскизов, которые помогли ему в создании картин, в особенности “Леды и лебедя” (подробности — в главе 10). Но все его ботанические рисунки оставались, в сущности, неизвестными, — до тех пор пока их не показали в Лондоне в 1878 году.

Ботанические иллюстрации Леонардо отражали жизненность в деталях и единство целого, чего явно недостает изображениям других художников. Как следует из его работ, они также

обнаруживают его эволюцию как художника и наблюдателя природы, начиная от раннего “Благовещения” и заканчивая более реалистичной “Мадонной в скалах”. Стоит заметить, что разнообразные растения и ландшафт на картинах Леонардо зачастую выступают как некий религиозный символ или имеют иное значение (в главе 13 приводится более детальная информация по иконографии Леонардо).



- ✓ **Благовещение (ок. 1472–1475).** На этой картине Леонардо (или художники мастерской Андреа дель Верроккьо, среди которых был и Леонардо) изобразил декоративные, стилизованные растения, например луг, усыпанный цветами. Лилия Мадонны выглядит очень реалистично — этот цветок, как утверждал сам Леонардо, нарисован с натуры. Взгляните сами, рисунок приведен в главе 13.

Хотя Леонардо на своих картинах отразил существующие ландшафты, по всей вероятности, он не посетил все изображенные им места. Как и многие другие художники, он пользовался своим воображением, создавая образчики родной природы, или пользовался литературными описаниями — во многом опираясь на труды не встающего с кресла путешественника, английского писателя XIV века сэра Джона Мандевила.

- ✓ **Джиневера де Бенчи, (ок. 1474).** Орнамент из можжевельника, выполненный Леонардо, и тополь у реки, с точки зрения ботаники нарисованы безупречно (глава 11).
- ✓ **Мадонна в скалах (экземпляр из Лувра, ок. 1483–86).** Растения, изображенные на этой картине, Леонардо выбирал, руководствуясь их иконографической символикой.

- Справа от Мадонны находится *аквилегия обыкновенная (Aquilegia vulgaris)* — “растение голубя”; голуби символизируют Святой Дух.
- Под ногами маленького Иисуса расположился *цикламен желтый (Cyclamen repandum)*, служащий эмблемой любви и преданности.
- Над левым коленом ребенка склонилась розетка листьев *примулы обыкновенной (Primula vulgaris)* — первоцвет, эмблемы добродетели.
- Коленями Св. Иоанн стоит на растении под названием *акант (Acanthus mollis, или медвежья лапа)*, символе воскресения Христа.
- Пальмовая ветвь, символизирующая победу и преданность, нависает над рукой Мадонны. В лондонском варианте картины видно, что в этом месте к картине приложил руку другой художник, поскольку оно нарисовано достаточно небрежно.

Леонардо придумал символические значения растениям, но, в то же время, он поместил их в соответствующую экологическую нишу. Например, в левом углу лежит *ирис (Iris pseudo-acorus)*, который обычно растет в заболоченной местности у подножия гор. На картине у растения длинные, покрытые шипами листья, со спиралевидными нижними листьями для создания пространственного эффекта — форма, которую Леонардо, возможно, видел в природе, но которая не характерна для этого растения (глава 13).

- ✓ **Зала Ассе (ок. 1495–1498).** Леонардо использовал весьма необычный сюжет для украшения первого этажа дворца Сфорца в Милане. Он представил колонны как стволы деревьев, хитросплетения ветвей которых украшают потолок (кажется, что они сплелись в живой шатер), а корни уходят в пол. В ветви вплетена лента — это матримониальный мотив, возможно, Леонардо таким

образом символизирует брак Лодовико Сфорца и Беатриче д'Эсте и переплетение супружеских уз. Поражает точность и реализм, с которыми да Винчи изобразил каждый лист, каждую веточку; вызывает восхищение необычайно сложное переплетение ветвей.

- ✓ **Леда и лебедь (ок. 1505–10).** Хотя существует множество разных копий этой картины Леонардо, изображающих Леду в различных позах, на каждой из них изображен плодородный, пышный пейзаж (один из вариантов этой картины представлен в главе 10). На нескольких версиях картины изображен *ирис касатик* (*Iris pseudo-acorus*, *водяной ирис*) и раскручивающийся *птицемлечник дугообразный* (*Ornithogalum*, или Вифлеемская звезда), расположенный над ступнями Леды. Леонардо сознательно выбрал это необычное растение для того, чтобы подчеркнуть соблазнительность женских форм и изысканную плавность шеи лебеда. Изображение, которое вы видите на рис. 6.2, по всей вероятности служит эскизом к растениям, изображенным впоследствии на этой картине; обратите внимание на скрупулезность Леонардо при изображении деталей.



Рис. 6.2. Вифлеемская звезда и другие растения (ок. 1505–1507). Перо и чернила, грунтованная бумага, 19,8×16 см, Королевская библиотека, Виндзор

Изображение деревьев в лесу

Когда речь шла о растениях, Леонардо видел много дальше кончика кисти и границ холста, хотя все это обязательно имело обратную связь с профессией художника. Он включил раздел ботанике под названием “О деревьях и зелени” в свой “Трактат об изобразительном искусстве”; правда, самое сокращенное издание, которое последовало за опубликованным в 1651 году, не содержит этот текст.

Физиология растений — движение соков, впитывание воды и преобразование минералов из почвы — не попадала в поле зрения ученых до XVI века, хотя определенные знания (например о том, что корни необходимы для закрепления растений в грунте и для обмена питательных веществ) были распространены уже с древних времен. Леонардо взял эти знания за основу, но продолжал идти дальше. Некоторые его наблюдения и выводы можно считать выдающимися для того времени. Стоит заметить, что среди них есть и неверные. Леонардо, на-

пример, сделал ошибочный вывод о том, что лист — это зародыш для ветки или плода, которые вырастут на следующий год. Тем не менее, его исследования во многом превзошли работы большинства других ботаников. Предлагаю на ваш суд несколько его идей.

- ✓ **Растения зависят от воды — это их пища.** Леонардо знал, что растения добывают воду из земли. Он объяснял разные формы корней разной способностью грунта удерживать воду. Он проверил эту теорию о воде, оставив самые маленькие корешки тыквы в земле и постоянно поливая ее; со временем у него появилось примерно 60 больших тыкв!
- ✓ **Растения тянутся к солнцу.** Леонардо понял, что солнце дарит жизнь растениям. Ветви растения, пока вес плодов не пригнет их вниз, насколько возможно тянутся по направлению к солнцу. Впоследствии это свойство растений назвали фототропизмом (светоориентацией); Чарльз Дарвин открыл его лишь в конце XIX века.
- ✓ **Растения умеют пить.** Ночная роса проникает в прожилки больших листьев, увлажняя их и питая сосудистую систему. Леонардо пришел к выводу, что растения забирают воду с помощью гидростатического давления.
- ✓ **Ветки, которые ближе к вершине, меньше тех, которые расположены ниже.** Леонардо также определил процесс, названный *геотропизм* (гравитационные эффекты) и геотропическую гормональную реакцию. Он заметил, что часто, чем ближе к земле, тем длиннее ветки растения, и что ветки у ствола толще, чем на расстоянии от него. Леонардо сделал вывод, что сок течет к нижней части ветки, питая ее больше, что приводит к ее утолщению. Как и в случае с фототропизмом, Дарвин более основательно сформулировал основные принципы этого процесса.
- ✓ **Деревья имеют годовые отметины.** Он наблюдал кольца на срезе ствола дерева и определил, что они показывают возраст дерева, причем одно кольцо соответствует одному году. Леонардо справедливо считал, что более широкие кольца указывают на благоприятный, теплый и дождливый год, а более узкие кольца — наоборот, на засушливые и холодные года.
- ✓ **У деревьев есть “кровь”, которая дарит им жизнь.** Леонардо экспериментировал с прививками деревьев — об этой практике упоминал Плиний в своей “Естественной истории”, она описана и в трактатах ученых эпохи Ренессанса. Да Винчи заметил, что если ветку дерева обрезать, а на это место привить другую ветку, она вырастет много большей, нежели ветка, питающая ее, поскольку жизненные соки растения начинают стремительно двигаться к раненому месту. Еще он отметил, что если с дерева содрать кору, то впоследствии на этом месте вырастет более толстый ее аналог; на месте ранения дерева начинает проступать питательная влага, как это происходит с ранеными тканями человека. Леонардо пришел к выводу, что гормоны дерева поддерживают регенерацию тканей. Но лишь в 1860 году Роберт Хартиг, немецкий профессор ботаники, официально “открыл” это свойство — через 350 лет после да Винчи!

Все выводы Леонардо о существующих связях между солнцем, водой, землей и растениями можно считать революционными для того времени.

Геологические и палеонтологические исследования Леонардо

Держу пари, что вы ничего не знаете об изучении Леонардо разных ископаемых. Ему доводилось наблюдать процессы, происходящие с землей. По всей вероятности, он намеревался опубликовать трактат по геологии, — подобно тому, как он собирался писать труды по другим темам (результат вы знаете). А поскольку дневники Леонардо после его смерти, разошлись по всей Европе, большая часть его наблюдений о геологических процессах была утеряна. Тем не менее его исследования предварили последующие открытия в *геологии* (наука и исследование Земли и ее истории) и *палеонтологии* (изучение ископаемых останков растений и животных).

Земля 4,5 миллиарда лет назад

Геология всегда была популярной — во всяком случае, столько времени, сколько человечество населяет Землю. Леонардо прочитал почти всю имеющуюся на то время литературу по геологической тематике, включая труды древних. Аристотель (384–322) описал многие явления: эрозию и осадку верхних слоев почвы; он считал, что ископаемые раковины обитателей моря, найденные высоко в горах, имеют сходство с найденными на берегу моря — этот факт говорит о том, что горы когда-то были морским дном, а положение суши и моря менялось в течение длительного времени. Конечно, все это было так давно, что люди никак не могли *подтвердить* эти предположения.

В средневековье ученые сделали несколько выдающихся открытий в геологии (помимо минералогии и горного дела). Ренессанс снова вынес геологию на передовые позиции научного интереса. Французский философ Жан Буридан подверг сомнению и исследовал многие идеи Аристотеля о земле, что впоследствии оказало влияние на философа-природоведа Альберта Саксонского (1316–1390). Среди других процессов, происходящих с Землей, Альберт изучал соотношение суши и моря, его волновала угроза эрозии, он занимался вычислением земной массы, определял центр гравитации. И все эти идеи, в особенности касающиеся эрозивных процессов и Земли, как массы, находящейся в непрерывном движении, в свою очередь оказали влияние на Леонардо.

Леонардо, хотя и был городским жителем, обожал природу. При строительстве различных сооружений (особенно каналов и фундаментов) у него появлялась отличная возможность для исследования глубоких слоев земли. Результатом наблюдений Леонардо стали некоторые открытия, с которыми предлагаю ознакомиться прямо сейчас.

- ✓ **Реки режут горы.** Леонардо понял, что дожди и реки со временем размывали горы. Старые горные породы можно было обнаружить у подножия гор или ниже по течению рек. Леонардо предварил открытый впоследствии закон *напластования* (когда старшие осадочные породы расположены в основании, а самые молодые — наверху). Эта концепция не была полностью сформулирована до тех пор, пока датский ученый Николаус Стено (1638–1686) — который, между прочим, работал во Флоренции — не изложил ее в письменном виде.
- ✓ **Горы не появляются ниоткуда.** Пользуясь в качестве отправной точки идеями Альберта Саксонского, Леонардо постарался определить причину возникновения эрозии. Он определил, что реки размывают горы, перенося осадочные породы в океан. Он также понял, что перемещение осадочных пород медленно создает новые горы, — а все вместе формируется в один большой цикл.

- ✓ **Земля была одним большим морем — во всяком случае, какое-то время.** Он предположил, что когда-то вода покрывала всю Землю, но впоследствии частично уступила место суше.

Многие передовые идеи Леонардо не были вновь озвучены через 100 лет (и больше) после его смерти, пока в 1785 году шотландский геолог Джеймс Хаттон не представил Королевскому научному обществу в Эдинбурге статью, озаглавленную “Теория Земли”. Хаттон утверждал, что возраст Земли намного больше, чем представляли себе люди в те времена. Как никак, Земле понадобилось какое-то время для того, чтобы горы разрушились и осадочные породы сформировали новые горы на дне моря, которое впоследствии поднялось и превратилось в новые земли.

Окаменелости и ископаемые

Теоретизировать по поводу возраста Земли — это одно; рассматривать образцы прошлой жизни для определения ее точного возраста — совсем другое. Леонардо наткнулся на первые окаменелости при строительстве зданий по приказу герцога Лодовико Сфорца в Милане в 1480-х годах — большей частью это были остатки моллюсков кайнозойской эры. Ходили слухи, что крестьяне, зная о странном интересе Леонардо, презентовали ему эти окаменелости, принеся их прямо в дом к Лодовико. Впоследствии у Леонардо скопилось целая коллекция окаменелостей, найденных в различных частях Италии.

Леонардо был не первым и не последним ученым, который занимался остатками старой жизни; и снова древние мыслители опередили ученых эпохи Ренессанса. Примерно в 540 году до н.э. греческий философ Ксенофант описал окаменелости рыб и ракушек, найденные в горных породах. В 490 году до н.э. греческий историк Геродот заметил таких же рыб, отпечатки которых остались в камне. Он сделал вывод, что часть территории Египта, некогда находилась под водой, но впоследствии, в результате геологических изменений, вода отступила. Аристотель тоже обнаружил окаменелости в IV веке до н.э. И примерно в 200 году до н.э. греческий географ Эратосфен задавался вопросом, почему морские раковины обнаруживал за сотни километров от моря или ближайших соленых озер (древние греки, наряду с каменными отпечатками рыб и ракушек, упоминают окаменелости необычных гигантов; возможно, это были останки крупных наземных существ, например, какого-нибудь южного мамонта, родственника своего северного, покрытого шерстью собрата).

Безусловно, Леонардо был осведомлен обо всех этих находках и познакомился со многими современными (для того времени) трудами по этой теме. Он согласился с Аристотелем, что окаменелости — это остатки прошлых жизней. В XIV веке француз Франшма представил концепцию поднятия земной коры, как возможную причину образования окаменелостей, но его концепция не получила популярности в Италии XV века. Вместо этого Леонардо предложил несколько довольно ненаучных теорий.

- ✓ Горы самопроизвольно выращивают окаменелости.
- ✓ Библейский потоп разнес останки живых существ по разным местам, и они попали как в горы, так и в низины.
- ✓ Таинственная сила произвела окаменелости, странные астральные чары создали каменное растение или животное в скалах. Возможно, что это были творения самого сатаны!
- ✓ Когда Бог создавал Землю, у него остался “неиспользованный” материал, который и оказался раскиданным в виде причудливых окаменелостей.

Как видим, у Леонардо были как достаточно передовые (для того времени) идеи, так и откровенно ошибочные.

Развенчиваем историю о Всемирном потопе

Леонардо не полностью принимал общепринятую в христианстве идею о начале всего сущего, но он верил, что какая-то большая, божественная сила имеет отношение к тому, что он видел в природе и наблюдал в человеческом обществе (в главе 13 рассматриваются его взгляды на религию). Поэтому неудивительно, что он изменил библейскую историю о Ное и его ковчеге (когда раздраженный Бог послал на Землю дождь, ливший 40 дней и 40 ночей, затопив при этом всю Землю), став одним из первых ученых, рассеявшим библейские истории с помощью научных доказательств. А еще Леонардо был всерьез обеспокоен сильными наводнениями — это подтверждают его рисунки из серии “Потоп”, которую я буду анализировать в главе 12.

Леонардо видел все признаки того, что окаменелости, начиная от кораллов и заканчивая устрицами, когда-то были живыми, дышащими организмами. Проведя исследования давно умерших существ, он засомневался, что мог случиться единственный всемирный потоп. Как он аргументировал это?

- ✓ После того как воды потопа залили все вокруг, им больше некуда было деваться, и наземная жизнь просто умерла бы.
- ✓ Потоп оставил бы окаменелости в достаточно смешанном состоянии, а не в отдельных пластах, обычно обнаруживаемых геологами. Эти последовательные напластования фактически указывали на то, что было большее количество наводнений, — возможно, даже целая череда потопов.
- ✓ Поскольку потоки воды всегда стремятся вниз, всякий большой потоп снес бы окаменелости с высоких гор вместо того, чтобы поднимать их наверх.

Леонардо считал, что люди, которые выразят свое несогласие с его выводами, просто деградировали от “глупости и тупости”, и представляют собой “секту неучей, которые заявляют, что природа или небеса создана силой небесной”. Вот так — не больше, ни меньше.

Если Всемирный потоп не вынес окаменелости на вершину гор, то каким образом они туда попали? У Леонардо был шокирующий современный ответ. Он предположил, что Солнце, Луна или другие земные “механизмы” вызвали приливы и отливы воды. Окаменелости, которые, по сути, вовсе не были порождением дьявола, были погребены еще до поднятия гор. И реки, выполняя свою разрушительную миссию, постепенно размывали горные склоны, выставляя напластования и неся осадочные породы в реки и моря. Леонардо думал, что поверхность Земли постоянно поднималась, а древнее морское дно превратилось в новую горную грядку. Где сейчас расположена суша, там раньше шумели воды океана.

Хотя Леонардо отвергал теорию Всемирного потопа, он понимал (после того, как пронаблюдал за разливами реки Арно), что меньшие, но постоянные наводнения, точно так же способствуют образованию окаменелостей.

Предчувствие Дарвина

Хотя Леонардо обладал прогрессивным мышлением, но и у него были некоторые ограничения. Некоторые исследователи называли его предшественником Чарльза Дарвина (1809–1882) в вопросах эволюции, но идеи двух ученых весьма различаются.

Большей частью мужчины и женщины, живущие в эпоху Ренессанса, верили, что Бог создал наш мир в соответствии с точным описанием, изложенным в Книге Бытия: “Вначале Бог создал небо и землю” ...И если Бог сказал, что на четвертый день он создал живых существ, кто мог с этим не согласиться?

Начали сомневаться в этом еще некоторые древние мыслители (помните, эти люди были популярными еще до пришествия христианства, а с ним и Библии; они искали логические объяснения природным явлениям). Ранние теории эволюции появились в работах нескольких древнегреческих мыслителей, например Аристотеля. Но они не были абсолютно точными; римский философ Лукреций (99–55 годы до н.э.), например, отрицал, что земные обитатели

могли выйти из моря, хотя он признавал, что природа позаботилась о сохранении нескольких, наиболее приспособленных видов. Но затем пришли времена, когда умами людей овладела церковь, а все работы по поводу теории эволюции были уничтожены. На смену эпохе мракобесия пришел Ренессанс, со своей гуманистической направленностью, научными изысканиями и открытиями, широко распахнув двери подобным “еретическим” мыслям.

“Необходимость — это повелительница и хранительница природы, — писал Леонардо. — Необходимость — это основа и изобретатель природы — ее уздечка, закон и основа”. Отсюда он сделал вывод, что никакого “всемирного потопа” не было — таким образом, Леонардо изменил церковную доктрину. Он также предположил, что Земля была намного старше, чем предполагали его современники и учила церковь — за целые столетия до исследований Джеймса Хаттона и сэра Чарльза Лайеля (1797–1875), а Дарвин лишь подтвердил его правоту.

Безусловно, Леонардо высказывал некоторые идеи, схожие с идеями Дарвина, который 300 лет спустя сформулировал свою спорную теорию эволюции в книге “Происхождение видов” (1859). Начав свои исследования с самого раннего этапа развития, Дарвин утвердился в мысли, что существующие растения и животные развивались в процессе медленных, постепенных изменений. Он считал, что в природе действует закон выживания самых подходящих видов, назвал он этот процесс природным отбором — когда самые необходимые особенности животного (начиная с клюва и заканчивая хвостом) позволяют ему выжить в мире жестокой конкуренции. Эта теория потрясла само основание викторианской Англии, произведя неслыханные изменения в доверии к церкви.

По волнам науки гидрологии

Насколько мне известно, Леонардо вообще не умел плавать. Он мог бы утонуть даже в том случае, если бы в воде оказался мизинец его ноги. Но умел он плавать или нет, масса признаков говорили о том, что вода — ее поведение, состояние и методы контроля над ней — просто очаровывали его. И снова Леонардо собирался писать трактат о качествах воды и способах ее использования, начиная с чистой гидродинамики и заканчивая ирригацией и гидравлической инженерией. Кажется, он занимался всем, что хоть как-то касалось воды.

В своих исследованиях природы воды Леонардо изучил труды классиков, начиная с Аристотеля и заканчивая Плинием, а также все научные трактаты средневековых ученых. И хотя они проводили скрупулезное детальное наблюдение за всеми состояниями воды, Леонардо нигде не встретил их всестороннего анализа — да Винчи заполнил этот пробел. Вот некоторые из его идей.

Источник жизненной силы Вселенной

Знания о воде для Леонардо значили больше, нежели простое научное исследование. В действительности он воспринимал ее, как и наши древние предки. Сравнивая воду с анатомией человека (другими словами, микро- и макрокосмы), он видел в ней источник жизненной силы Земли, такой “двигатель природы”. Эта гипотеза о схожести воды с жизненной силой Земли исходила от Плиния, но Леонардо умело и быстро развил ее. Реки похожи на вены, а горные источники питают землю, как кровь питает тело.

Хотя вода обладает качествами человеческой крови — даже более могучими, потому что она питает Землю, — Леонардо не удалось согласовать в достаточной мере некоторые противоречивые особенности этого вещества.

- ✓ Она пахнет и ощущается по-разному, в зависимости от источника и качества воды; она бывает разной — от легкой до насыщенной, от горькой до сладкой, от мутной до прозрачной, от дарящей здоровье до отравляющей, от теплой до холодной.

- ✓ Люди, растения и животные нуждаются в воде — она для них жизненно необходима — хотя вода может и убить их, если проявит себя в виде наводнения или штормов. Леонардо изобразил великую возрождающую силу воды в своих картинах — “Мадонна в скалах” и “Леда и лебедь”, а ее способность к огромным разрушениям — на рисунках из серии “Потоп” (в главах 13, 10 и 12 идет речь об этих картинах). Поэтому воду надо укротить.

Он провел и другие наблюдения за этой кровью Земли, их перечень я привожу ниже, и использовал 64 термина для описания ее движения, начиная с отливов и заканчивая круговращением, изменением состояния, разливами, волнообразованием, вымыванием, ударным действием и разрушением.

- ✓ **Со временем вода изменяет все, к чему она прикасается.** Исследуя движение волн и течений, Леонардо разработал теорию разрушения, в которой утверждалось, что вода размывает горы и наполняет долины. Если бы это было возможным, вода превратила бы нашу Землю в шар правильной формы.
- ✓ **Существует система кругооборота воды, действующая по определенным правилам.** Она падает на землю в виде дождя или снега; из земли бьют источники воды; она поднимается в небо в виде испарений, а речные потоки доставляют воду в океаны (в наше время каждый школьник знает термин “круговорот воды в природе”).

Примерно в 1508 году, когда да Винчи приступил к изучению человеческого сердца, его начали мучить сомнения о том, были ли циркулирующие процессы воды на Земле в самом деле похожи на кровь у животных (и таким же образом действовал сок у растений). Сомнения эти привели его к следующему выводу: макрокосм Леонардо не имел управляющей силы. Эта идея должна была затмить собою солнечный свет.

Природа волн

Созерцание мирового океана само по себе было бы непрактичным, но Леонардо изучал движение волн, ставя эксперименты с водой в большой, круглой кадке, наполненной водой. Он использовал семена растений и цветные чернила для того, чтобы обнаружить движение воды в кадке; он использовал масла и изготовлял поплавки для того, чтобы показать движение поверхности воды в речке. Благодаря этим экспериментам ученый пришел к следующим выводам.

- ✓ Рябь возникает, когда что-то всколыхнет поверхность воды; волны будут распространяться от центра к внешнему краю в виде расширяющихся кругов, а затем, когда они натолкнутся на стенки сосуда, начнут возвращаться обратно к центру, от которого снова будут расходиться круги (интересно, что Леонардо сравнил такое движение с законами перкуссии и музыки).
- ✓ Форма объекта, падающего в воду, значения не имеет; все они будут вызывать похожие круговые движения на воде.
- ✓ Он осознал разницу между движением воды и тем, что мы называем волной на поверхности воды, предположив, что волны возникают от вибраций, возникающих в воде.
- ✓ Только двигающаяся вода вызывает давление на дне сосуда или озера (здесь он ошибался; стоячая вода делает то же самое).

Хотя Леонардо никогда не опубликовывал свой труд о движении воды и природе волн, его наблюдения создали нужную среду для дальнейших исследований — и появлению технологии, которая позволила укротить водную стихию.

Природа на службе у человека

Ничто так не пугало бедного Леонардо, как угроза ужасного наводнения или шторма. По некоторым причинам он испытывал огромный страх перед этими природными катаклизмами. Особенно его страшила мысль о неистовой силе водяных воронок, что он и отразил на своих картинах из серии “Потоп” (глава 12). Он даже рассказал сон, в котором гигантское морское чудовище едва не поглотило его. Однако у Леонардо были достаточно веские основания для паники. Ребенком он оказался свидетелем опустошительного урагана, свирепствовавшего в долине реки Арно, который уносил в своих вихрях и струях людей, животных и дома. В 1466 году, десять лет спустя, река Арно вышла из берегов. Паводки вернулись в 1478 году, принеся еще большие разорения. Таким образом, изучение движения воды было и своего рода изучением страшного и опасного врага.

Что сделать Леонардо, чтобы остановить неистовство, которое могло стать причиной огромных разрушений, даже более серьезных, чем от многочисленных итальянских воинов? Безусловно, нужно было найти способ подчинить стихию.

В течение всей своей жизни Леонардо старательно придумывал механизмы управления водой, способы изменения течения с помощью шлюзов и каналов и использование ее на пользу человечеству. Поскольку в Милане была самая большая сеть навигационных каналов в Италии, а Леонардо как раз жил в Милане, то неудивительно, что он разработал множество схем каналов. В Милане, после бесчисленных наблюдений за течением, водоворотами, а также после исследования различных случаев засорения каналов, Леонардо собирался написать трактат по гидравлике. Как и в остальных случаях, эти намерения так и остались только благими намерениями.

Леонардо и во Флоренции продолжал проводить эксперименты по гидравлике. Несмотря на то, что в промышленности в основном использовали мускульную силу людей и животных, остро стоял вопрос о поиске нового, более мощного источника энергии (особенно много проблем было в текстильной промышленности — основном источнике благосостояния Флоренции). Леонардо разработал то, что он назвал “водными приспособлениями”, поставив таким образом энергию воды на службу человеку. Леонардо даже мечтал изменить русло реки Арно и создать навигационный путь, который пролегал бы через Флоренцию и направлялся к морю (глава 8). Если бы его план осуществили, то окрестные земли получили бы воду, что послужило бы причиной увеличения урожаев и благополучия крестьян. К тому же это сделало бы Флоренцию, в те далекие нестабильные времена, более независимой от региональной торговли.

Но случилось то, что случилось: Леонардо так и не реализовал ни одного из своих великих мечтаний об управлении водными потоками, вырытых каналах и высушенных болотах — хотя, как вы увидите сами, прочитав главу 8, некоторые проекты все же начали осуществляться.

Взгляд в небеса: астрономия

По сути, Леонардо не был астрономом, но в этом вопросе он обнаружил такую же компетентность, как и во всех остальных (то же самое касается и астрологии, поскольку в то время сильно развивалась торговля, и negociантам необходимо было не только уметь определять свое местоположение по звездам, но и угадывать будущие удачи и неудачи). Во время своего пребывания во Флоренции в 70 годах XV века, он окружил себя выдающимися людьми — интеллектуалами и учеными. Среди них был (по всей вероятности) и Паоло дель Поццо Госканелли (1397–1482), самый известный флорентийский астроном и географ. К тому же Леонардо достаточно хорошо изучил предмет, прочитав и переработав “Космографию” Птолемея; работы Альбумазара Абу Ма’Шара (арабского астронома); труд Горо Дати *La Spera* и прочие книги, издававшиеся по этой теме, не говоря уже о работах старого доброго Аристотеля и комментариях ученых средних веков.

Большая часть интереса Леонардо к астрономии происходила от изучения математики, геометрии и оптики. Он создал сотни рисунков, изображающих природу света, отражения и тени, провел множество исследований о связях между изобразительным искусством, наукой и оптикой. Он верил, что астрономию можно понять, если понять, например, перспективу, которую используют в изобразительном искусстве. Его не слишком занимал вопрос о том, как движутся планеты, но его очень интересовал их внешний вид. Ведь он свято верил в существование связи между наблюдением и знаниями. Он изучал естественные науки (во всяком случае, в 1490-х годах), пребывая в полной уверенности, что глаз передает точное изображение прямо в мозг, позволяя каждому ищущему увидеть истину.

Позднее Леонардо поймет, что ситуация с глазом, мозгом и максимальной правдой была намного сложнее, чем он думал вначале. Он допустил несколько ошибок, когда разбирался с анатомическим строением глаза, и это повлияло на его теорию перспективы, зрения и истин природы (обратитесь к главе 5). Но не переживайте. Просто всякому овощу — свое время.

Что это там блестит? Маленькая звездочка!..

Самый большой астрономический вопрос Леонардо был связан с передачей света от одного космического тела к другому. В частности, его очень интересовала природа лунного света.

Понятно, что Леонардо не дотянуться до Луны и звезд так же легко, как это произошло в случае с ископаемыми окаменелостями, но он мог использовать оптические принципы для того, чтобы постараться объяснить их заманчивый свет. Фактически Леонардо был одним из первых западных мыслителей, который понял природу лунного света. “Луна сама по себе не является светилом”, — писал он, поскольку она не может светить без Солнца. Вместо этого она действует как шишковидное сферическое зеркало, отражающее направленные к Земле солнечные лучи. Возможно, находясь где-то на мыслительном пути Аристотеля или Альберта Саксонского, Леонардо воспринял идею, что Луна имеет разные уровни прозрачности, от гипса до хрустала, и поэтому неравномерно отражает солнечные лучи.

Леонардо провел другое достойное восхищения наблюдение за этим отраженным светом. Если Луна отражает лучи Солнца то следуя логике, обратное тоже должно быть справедливым. Поэтому Земля тоже отражает солнечные лучи. Он поэтому считал Землю, как и Луну, бывшей звездой, а все планеты — отражающими телами, состоящими из земли и воды.

Безусловно, этот вывод нельзя считать точным научным определением. Земля вообще не звезда, а планета. Однако Леонардо мог использовать термин “звезда” в более широком смысле — как это делают многие в наши дни, называя звездами и Солнце, и все видимые планеты.

Изобрел ли Леонардо телескоп? Ответ будет кратким — нет

Окружающие будут твердить вам, что Леонардо изобрел телескоп. Это неверно: конечно, да Винчи был великим изобретателем, но в телескопах явно не был силен.

Правда, Леонардо создал теоретическую базу — чтобы вы не подумали, что я приуменьшаю его способности — применения некоторых принципов, которые используют при создании телескопов. В своих тетрадях он пишет и об “изготовлении очков для наблюдения за Луной”, и об отражении образа одной планеты в вогнутом зеркале для увеличения ее изображения. Но первые телескопы, которые использовали принцип преломления, появились лишь в начале XVII века, благодаря голландскому оптику Хансу Липперсгею и Галилео Галилею.

Земля — это просто другая планета, гелиоцентрическая теория

Забегая наперед, скажу: Леонардо *не был* предшественником Николая Коперника (1473–1543), несмотря на некоторые распространенные мифы. Со своей гелиоцентрической теорией Солнечной системы Коперник постарался раз и навсегда сместить Землю с ее астрономического положения в центре Вселенной.

Геоцентрическая модель. в течение приблизительно двух тысяч лет геоцентрические теории, сформулированные Аристотелем, Платоном и Птолемеем, доминировали у западно-европейских мыслителей. Эта теория заключалась в том, что Земля — центр всей Вселенной; по Платону, Вселенная состоит из десяти сфер, вращающихся одна внутри другой. Средневековые астрономы, переняв эту геоцентрическую точку зрения, постарались определить связь этих планет между собой, основанную на их относительном вращении, с помощью инструментов, среди которых была древняя *астролябия* (инструмент для определения широты и долготы в астрономии), *квадрант* (инструмент для определения угла небесного тела) и звездная карта, созданная средневековыми учеными.

Гелиоцентрическая модель. В XVI веке, несколько десятилетий спустя после смерти Леонардо, польский астроном Коперник предложил революционно новую теорию строения Вселенной. В своем поистине революционном труде “О вращении небесных сфер” (ок. 1543) Коперник вывел гелиоцентрическую теорию: возможно, Солнце, а не Земля, является центром Солнечной системы. Он даже разместил планеты, Солнце и фиксированные звезды относительно новым способом. В его новой Вселенной Земля была лишь одной из планет, а Луна вращалась по своей орбите вокруг Земли, а не вокруг Солнца. Планеты вращаются вокруг Солнца (он не до конца разработал идею эллипсов), один поворот Земли вокруг своей оси занимает 24 часа, что и служит причиной *кажущейся* подвижности звезд. Гелиоцентрическая теория Коперника заложила фундамент современной астрономии.



Похоже, Леонардо не присоединился к гелиоцентрической доктрине, развитой Коперником, поскольку в то время никто не поддерживал ее. Леонардо, скорее всего, оставался приверженцем геоцентрической теории, доминирующей в классической и средневековой астрономии, хотя в своих записных тетрадях он поднимает и этот вопрос. Тем не менее, на его рисунках Земля чаще всего изображена в центре Вселенной.

Наука механика

Вклад Леонардо в механику приходится на самый оригинальный период его жизни. Главы части III этой книги исследуют его изобретения в механике более детально, начиная с изобретенных им летательных аппаратов и гидравлических механизмов и заканчивая простыми безделушками, подобно башмакам для хождения по воде и жаровни с вертелом. Но не будем обращать внимания на функции — все его ранние проекты приспособлений показывают определенную направленность. Леонардо имел особую склонность к поиску связи между механизмами и природой; они все управляются подобными законами механики. Например, для него не было ничего необычного в том, чтобы нарисовать вращающиеся водовороты рядом с раскручивающимся пропеллером. На самом деле Леонардо был настолько очарован механикой, что называл ее “научным раем”, в котором математика превращалась из эмпирической науки в прикладную.

В его запланированной (да, я не ошиблась, *запланированной*) книге “Элементы машин”, Леонардо собирался представить то, что он назвал анатомическими элементами механических частей, начиная с рычагов, передаточных механизмов и пружин (правда, вместо этого он оставил великое множество фрагментарных размышлений о механике). Он объединил все существующие старые механизмы и изобрел несколько достаточно милых вещей. Но, занимаясь разработкой своих машин, он изучал механику и физику для них самих. Он надеялся, например, что анализ баллистических характеристик пушки поможет ему рассчитать формулы силы и движения. Он также проводил различные эксперименты с мячами, гирями, рычагами и т.д.

В конечном итоге Леонардо пришел к пониманию того, что связь между математическими теориями и практикой не так проста, как ему хотелось бы. Однако он прикоснулся к некоторым очень важным принципам механики, и его технологические разработки были бесподобными по тем временам.

Леонардо и схема “пирамида”

Леонардо не был мошенником, хотя он принимал непосредственное участие в схеме “пирамида”. Он пошел на это не ради денег — ради силы. В буквальном смысле этого слова. Основной закон Леонардо сформулировал в “Мадридском кодексе” примерно в 1495 году; в нем говорилось следующее: все природные силы — которые он назвал “четырьмя силами” — движением, массой, силой и столкновением — расположены по системе пирамиды. Он утверждал, что движение важнее, чем масса, поскольку она происходит из движения. Затем идет сила, которая возникает из предыдущих двух, и наконец, столкновение, которое происходит из массы, движения и силы.

Леонардо применил свою идею о пирамидальной природе механики к науке и изобразительному искусству (чаще использовал ее при создании перспективы), к микрокосму и макрокосму, как показано в следующих примерах.

- ✓ **Падение груза.** В своих экспериментах с массой Леонардо заметил, что более тяжелые тела падают с большей скоростью, чем легкие.
- ✓ **Падение воды.** Чем с большей высоты падает вода, тем большую скорость приобретает поток.
- ✓ **Зеркала и отражение.** Леонардо наблюдал, как зеркала отражают объекты, уменьшающиеся на расстояние, находящееся в пропорциональном соотношении к их отдаленности в большей перспективе.
- ✓ **Свет и цвет в изобразительном искусстве.** Леонардо отметил, что чем дальше объект находится от наблюдателя, тем менее различимы становятся его форма и цвет.
- ✓ **Механизмы (спиральная передача, пружина или шестерни в часах).** Все они передают силу в геометрической пропорции по мере раскручивания.

Этот принцип пирамиды, в котором энергия собирается и теряется в геометрической пропорции, составил основу механики. И эти четыре силы использовались при создании всех машин Леонардо, начиная с вертолета (вертолета) и заканчивая колесницей-косилкой.

Действие и реакция — законы движения

Леонардо, подобно всем великим мыслителям, которые появлялись до него и приходили после, размышлял о том, что же заставляет тела двигаться — и почему они останавливаются.

Много узнавший из книг о каждом предмете, существующем под Солнцем, Леонардо изначально полагался на идею Аристотеля о том, что абстрактные принципы управляют природными явлениями. После прочтения трудов средневековых ученых и нескольких экспериментов он отверг предположения Аристотеля, а затем вновь изменил точку зрения, восприняв постулаты ученых древности.

- ✓ Ничего не движется до тех пор, пока к нему не приложена сила (всякое движение требует определенного двигателя).
- ✓ Скорость пропорциональна силе и обратно пропорциональна сопротивлению.
- ✓ Самое естественное положение вещи — покой (или ничегонеделание, во всяком случае, на Земле).
- ✓ Пустота не существует для объекта, который движется.

В своих записках и рисунках Леонардо пришел к выводу о скрытых и явных законах движения. Рядом с некоторыми его рисунками — например, весами — он сформулировал некоторые из этих законов. Например, он заметил, что сила пружины увеличивается при ее сжатии и уменьшается по мере выпрямления пружины. Подобно Аристотелю и всем его после-

дователям, Леонардо думал, что объект будет двигаться только до тех пор, пока к нему будет прикладываться сила.

Да, эта идея не выглядит объяснением для тех вещей, которые продолжают двигаться *после того*, как к ним была приложена сила, — для примера можно взять прыгающий мячик или камень, брошенный на поверхность воды “лягушкой”. По отношению к этому кажущемуся несоответствию философы средневековья, например Жан Буридан в XIV веке, открыли теорию *импетуса* (*импульса*). Попросту говоря, они поверили, что сила влияет на двигающееся тело (например, мяч) и остается с ним в виде внутренней силы.

В 80-90 годах XV века Леонардо принял эту идею и начал перепроверять некоторые идеи Аристотеля. Но он не был удовлетворен. В конечном итоге он решил, что *импетус* вырабатывает движение и обладает значительно меньшей скоростью, нежели изначальное движение. Поэтому производное движение воздуха (или воды, или чего-то другого) не подталкивает двигающийся объект, когда он отделен от источника двигательной силы. Вместо этого производные движения только сохраняются воздухом или водой, предупреждая образование вакуума — один из принципов Аристотеля.

Несмотря на продолжавшееся всю жизнь исследование законов движения, действующих во Вселенной, Леонардо изучал и другие аспекты механики и физики.

- ✓ Он использовал объяснение статических состояний Аристотеля, или виртуальных скоростей, для объяснения действия простых механизмов, как то рычагов и воротов.
- ✓ Он принял идею Аристотеля о том, что скорость двигающегося объекта пропорциональна движущей силе и обратно пропорциональна сопротивлению встречного двигающегося объекта (или среды).



Здесь Леонардо подошел близко к открытию одного из принципов Исаака Ньютона: сила действия всегда будет равна силе противодействия. При изучении столкновения он заметил, что “все, что ударяет в объект, отскакивает от него с одинаковой силой”.

Если говорить об изучении механики, то Леонардо во многом опередил свое время; это показали — и доказали — его инновационные безделушки. Но поскольку он потерпел неудачу с формулированием основной теории движения, то оказался определенно далеким от ньютоновских времен.



Где был Ньютон, когда Леонардо в нем нуждался?

Для Леонардо было бы очень большим подспорьем, живи Ньютон в его времена, не так ли? Возможно, тогда можно было бы создать некоторые его машины. Английский физик сэр Исаак Ньютон (1642–1727) первым описал гравитацию, используя законы движения. Фактически его считают отцом классической механики — как физика сил влияет на тела. Он открыл три закона, которые Леонардо нашел бы невероятно полезными.

Закон инерции. Все стремится к неподвижности. Каждое тело находится в состоянии покоя или движется по прямой линии с постоянной скоростью до тех пор, пока сила, приложенная к нему, не изменит эту ситуацию.

$F = ma$. Помните физику, которую учили в школе? Сила равна массе, умноженной на ускорение. Это значит, что ускорение объекта с постоянной массой пропорционально суммарной силе, применимой к нему.

Сохранение количества движения. Для каждого действия есть равное по силе противодействие (похожий вывод сделал и Леонардо).

Если бы Леонардо в свое время узнал об этих принципах, он сэкономил бы свое время, потраченное на изучение новейших (на то время) трудов и бесконечно экспериментируя с законами движения. Законы движения Ньютона объяснили многие явления: например, движение маятника и часов, приливы и отливы, орбиту Луны и планет, а также движение вращающихся тел.

Дитя опыта: Леонардо и его след в науке

Леонардо верил (во всяком случае, в первые две трети своей жизни) в великую идею микрокосма-макркосма, гласящую, что устройство человечества отражает (большее) устройство Вселенной. Части этой метафоры уходят в прошлое, к “Тимею” Платона, в IV век до н.э. Но примерно в 1508 году, когда Леонардо начал серьезно заниматься анатомированием, он определил, что его милая аналогия применима не всегда и не ко всем. Ничто не заменит эмпирических знаний и экспериментов. Понимание человеческого тела приведет к дальнейшему пониманию Вселенной; если вы захотите узнать, что служит причиной движения, или как солнечный свет и влага влияет на рост растений, вам нужно изучать объекты в движении — или выкапывать морковь в соседском огороде.

Что отличало Леонардо от многих ученых умов, трудившихся до него на благо человечества, так это его вера в силу эксперимента вместо умозрительных построений, подкрепленных абстрактной теорией. Хотя Леонардо ознакомился с некоторыми идеями гуманистов, он особо выделял ценность чувств перед абстрактным, интеллектуальным знанием. “Вся наука будет напрасной и полной ошибок, если она не будет происходить из опыта, этой матери достоверности”, — писал он. Он применял эту сентенцию к каждой области, которую ему довелось изучать, начиная с ботаники и заканчивая физикой. Он никогда не прекращал поиски (которые иногда заканчивались находками) основных принципов природы с помощью прямого исследования. И если он иногда ошибался, назовите тех, кто может похвастаться своей неизменной правотой?



По иронии судьбы то, что делало Леонардо таким несравненным художником, было его самым большим недостатком как ученого — речь идет о его глазах. Снова и снова Леонардо утверждал, что глаза видят реальность и говорят правду о мире. Но когда речь идет об объяснении комплексных принципов, например движения планет, глаз не всегда служит источником точности восприятия.

Хотя в некоторых областях знаний Леонардо исследовал все вдоль и поперек, иногда увлекаясь настолько, что остальные его занятия становились непродуктивными, в общем можно сказать, что он проложил мост над пропастью, разделяющей шокирующую безграмотность средневековых и современных научных методов. Особенно важным было развитие эмпирического метода исследования мира, быстро распространившегося в эпоху Возрождения и оказавшего влияние на последующие поколения ученых, приведя, в конечном итоге, человечество к научной революции.

Даже если Леонардо и был неточен при формулировании некоторых выводов, которые так превосходно удалось сделать другим великим мужам — например Копернику, Галилею или Ньютону — он, безусловно, предвосхитил некоторые из их открытий. Со временем индукция вытесняла дедукцию Аристотеля, а понимание законов механики и математики, действующих в нашем мире, заменяло устаревшие качественные и феноменологические описания. Эти изменения, хоть и медленно происходили, имели значительное влияние на технологические проекты Леонардо, о которых я расскажу вам в нескольких последующих главах.