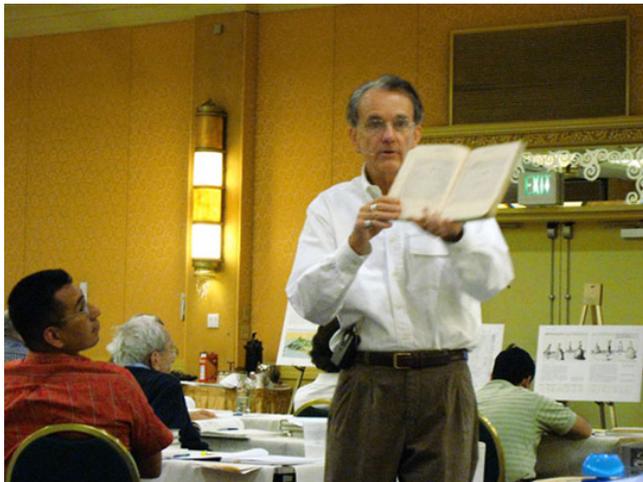


## Познание путем созерцания

Иллюстрируя свои книги о Книге Природы, человеку приходится приукрашивать действительность.



посвященных «теории аналитического дизайна».

Эдвард Тафти держит в руках первое издание книги Галилео Галилея «Письма о солнечных пятнах» (Рим, 1613). Галилей рисовал положение солнечных пятен на солнечной поверхности каждый день, иногда даже по несколько раз, с 2 июня по 8 июля 1613 года. Если пролистывать их с достаточной большой скоростью, получается нечто вроде мультфильма. Тафти показывал рисунки в июле 2007 года в Пало-Альто (Калифорния) во время двухдневных экспериментальных курсов,

В марте этого года одним из советников президента Обамы (Barak Obama) стал профессор Йельского университета (Yale University) Эдвард Тафти (Edward Tufte). Как предполагается, Тафти войдет в независимый совет по оздоровлению национальной экономики США (Recovery Independent Advisory Panel). Разумеется, Обама был далеко не первым, кто по достоинству оценил таланты Тафти и призвал общественность обратить на них внимание. Еще два года назад известный российский дизайнер Артемий Лебедев писал в своем блоге:

*Все четыре книги живого гения в области отображения информации (и вообще — отображения смысла) [Эдварда Тафти] стоят того, чтобы немедленно потратить 160 долларов, оставив квартиру неоплаченной, а семью — голодной. Тафти страшный параноик, категорически отказывается даже обсуждать перевод или издание где-либо, кроме своей собственной типографии (как я его понимаю!). Помимо гениальных и совершенно обязательных к прочтению книг, Эдвард занимается...*

Здесь цитату можно прервать, потому что далее лексика становится ненормативной, да и речь заходит о неважном. О гениальности Тафти говорят и другие, не менее восторженные почитатели его талантов, которые придумывают ему броские эпитеты «Галилей графики...», «Леонардо да Винчи визуализации данных...», чтобы подчеркнуть революционный характер новых способов наглядного представления научной и статистической информации. И сам Тафти, осознавая, что его повышение по службе и реклама семи книг дают ему хороший шанс заработать, предлагает всем желающим за плату, хоть и заметно превышающую обычную, но все же вполне умеренную, поучаствовать в серии однодневных семинаров, которые он проведет в июне этого года. Для представителей многих профессий, и в особенности для политиков, важно уметь представить статистические, технические или научные подтверждения своей позиции так, чтобы заменить многочасовое чтение сложного и длинного текста одним внимательным взглядом.

### Метод внимательного всматривания

«Внимательное всматривание» (intense seeing), по мнению Тафти, образует основу того самого методологического единства, которое роднит искусство с наукой. И первый пример, даваемый им в книге «Прекрасная очевидность» (Beautiful Evidence, 2006), позаимствован из астрономии.

Основатель и президент Академии рысеглазых (Accademia dei Lincei) маркиз Федерико Чези (Federico Cesi, 1585–1630) писал однажды самому знаменитому из академиков, не только снискавшему славу себе, но и обеспечившему бессмертием всех «рысеглазых», — Галилео Галилею, — что 38 рисунков солнечных пятен в исполнении последнего объединяют и восхитительное зрелище, и точность выражения. Иначе говоря, рисунки Галилея удовлетворяли сразу две потребности маркиза: и когнитивную, и эстетическую.



Галерея скульптурных портретов в Палаццо Корсини-алла-Лунгара (Palazzo Corsini alla Lungara) в Риме. Часть помещений Палаццо занята сейчас Национальной академией наук Италии (Accademia Nazionale dei Lincei). В настоящее время это лишь одна из двух академий, ведущих свою историю от Академии рысеглазых (Accademia dei Lincei), которую основал Федерико Чези в 1603 году, в которую в 1611 году был избран Галилей и которая полностью прекратила свою деятельность после смерти Чези в 1630-м.

Речь шла об иллюстрациях к книге 1612 года «Письма о солнечных пятнах». С возрастом Галилей почти полностью ослеп, но всегда продолжал настаивать, что нарисовал так, как увидел, ничего не приукрашивая. Однако увидеть подобное можно было только в телескоп. И не случайно некоторые его современники относились к телескопам с недоверием: мол, дьявольская зрительная труба не только приукрашивает, но и искажает действительность.

Примеры недоверия к оптике можно найти и в совсем недавней истории. Например, 23 февраля 1987 года канадский астроном Айен Шелтон (Ian Keith Shelton), работавший в то время на чилийском телескопе в Лас-Кампанасе, увидел на фотоотпечатке нечто такое, что заставило его в возбуждении выбежать на улицу и посмотреть на небо своими глазами. Увиденное им подтвердило, что оптический прибор не врал. Он своими глазами увидел вспышку сверхновой.

Похожее уже случалось в 1572 году. Тогда знаменитый датский астроном Тихо Браге (Tycho Brahe, 1546–1601), будущий придворный астроном римского императора Рудольфа II, тоже остановил карету, в которой ехал, чтобы выйти из нее и в изумлении уставиться в небо. Но у Тихо Браге просто не было ни телескопа, ни фотоснимков. Если бы вспышку можно было наблюдать не в течение двух лет, а всего несколько минут, ему мог бы никто и не поверить, что она вообще была.

О том, что видел Тихо Браге, мы знаем с его слов (подтвержденных, впрочем, словами других современных ему наблюдателей), о том, что увидел Галилей, мы знаем не только со слов, но и из его рисунков, выполненных в первую очередь для того, чтобы иметь возможность следить за перемещениями пятен. О том, что видел Шелтон, мы судим по фотоснимкам. Астрономия примечательна тем, что в ней, как ни в какой другой науке, с восприятия зрительного образа начинается познание. И этот опыт оказывается очень важен при решении другой задачи — трансляции знания.

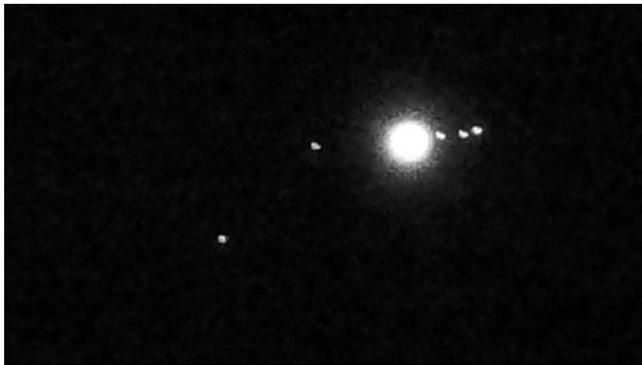
## Слова и образы

Доверие к зрению — одно из изобретений Нового времени. Знаменитый итальянский оптик прошлого века Васко Ронки (Vasco Ronchi, 1897–1988) писал как-то, что для друга — хотя и не единомышленника — Галилея Чезаре Кремонини (Cesare Cremonini, 1550–1631) отказ смотреть в телескоп так же легко объясним, как и недоверие апостола Фомы (Sanctus Thomas Apostolus). Глаза часто нас обманывают и видят совсем не то, что есть на самом деле. Фома разрешил свои сомнения, «вложив персты» и совместив зрительный образ с

тактильным ощущением. У Кремонини возможностей было меньше. Что бы он ни увидел в телескоп Галилея, он, как утверждал Ронки, не смог бы сделать по поводу увиденного никакого заключения.

Судить Кремонини мог исключительно на основании каких-то значимых текстов. Для него как для перипатетика такой значимый текст мог исходить только из школы Аристотеля. Однако ни в одном из них не было ничего похожего на спутники Юпитера. А значит, открытие Галилея ничего нового к уже известному не добавляло. Пользуясь языком современной философии науки, можно сказать, что для Кремонини тексты Аристотеля образовывали парадигму. Существование спутников Юпитера ей противоречило, однако отбрасывать ее на основании телескопических наблюдений было нельзя, поскольку достоверность таких наблюдений не только не поддерживалась парадигмой, но прямо ею опровергалось. Оптические иллюзии в Древней Греции были уже хорошо известны.

Систему Аристотеля отбросили вскоре после этого, и не столько потому что она противоречила наблюдениям, сколько потому что она всем надоела. И тогда в природу стали радостно и напряженно вглядываться, открывая все новые ее образы то в большом — при помощи телескопа, то в малом — при помощи микроскопа, и предлагая их ко всеобщему вниманию — при помощи все улучшающегося книгопечатания. Рукописные книги XV века, как и инкунабулы, и печатные книги первой половины XVI века поражают современного читателя своей суровой простотой ничуть не меньше, чем книги конца XVI века и начала XVII — своим иллюстративным богатством.



Одно из главных открытий Галилея — спутники Юпитера. Существование в космосе тел, со всей очевидностью обращающихся не вокруг Земли, доказывало, что Земля отнюдь не является центром всех вращательных движений надлунного мира.

## Загадка Марса

Картины, открывшиеся на заре Нового времени человеческому уму и послужившие его быстрому развитию, дали начало новому направлению в истории науки. Лет двадцать назад стало ясно, что дело не только в том, что писали о природе великие ученые прошлого — не менее важно понять, как они ее видели и как изображали. На эту тему проводятся конференции, издаются научные книги. Иногда делаются попытки рассказать о таких исследованиях популярно, что совсем не просто. Автору приходится либо рассчитывать, что читатель сможет одолеть пространные экскурсии в философию, либо предложить ему более или менее разрозненный набор картинок в сопровождении рассказов об истории их появления. Именно по этому второму пути пошел английский профессор Джон Барроу (John Barrow), издавший в позапрошлом году в издательстве Нортонa книгу «Cosmic Imagery: Key Images in the History of Science». Русского перевода ее пока нет, но будем надеяться, что когда-нибудь он появится.

Эклектизм при избранном подходе неизбежен. И все же у Барроу есть одна сильная сторона, которая в известной мере искупает ясно ощущаемую читателем нехватку связности предложенных сюжетов. Заключается она в том, что изображение связывает две части познавательного процесса: увидеть — понять — изобразить. Картины, открывающиеся перед взором работающего астронома, совсем не похожи на те, которые он производит в процессе своей работы. Что, например, видит телескоп орбитальной обсерватории Хаббл? В какой мере те изображения, которые выложены на официальном сайте NASA, можно условно разделить на три большие группы: те, что получаются при использовании фотографических камер или спектрометров, те, что получаются при комбинировании различных измерительных устройств, и те, в создании которых непосредственно участвует воображение художника?

Есть и исторические примеры эволюции космических образов. После смерти Тихо Браге его преемник при дворе Рудольфа II Иоганн Кеплер (Johannes Kepler, 1571–1630) получил результаты многолетних

астрономических наблюдений за Марсом. Условно говоря, они представляли собой большую таблицу, в которой для каждой безоблачной ночи указывались две угловые координаты, описывающие положение планеты на звездном небе. В отличие от большинства современных ему астрономов, считавших, что Марс, как и Солнце, вращается вокруг Земли, и даже от Тихо Браге, создавшего свою собственную космологическую теорию, Кеплер верил в справедливость теории Коперника. Он считал, что и Земля, и Марс вращаются по круговым орбитам вокруг Солнца. Но, правда, уже Коперник обнаружил, что такая простая теория не соответствует наблюдениям: приходилось для Марса допустить существование еще одной дополнительной окружности, эпицикла, по которой двигалась планета. Центр эпицикла в свою очередь двигался по круговой орбите (деференту), в центре которой находилось Солнце.

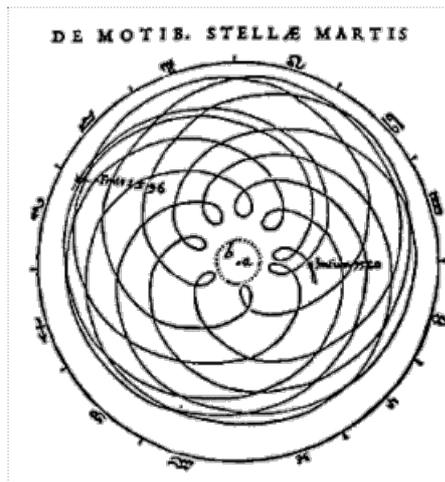


Иллюстрация из книги Кеплера «Новая астрономия» (1619), поясняющая теорию движения Марса согласно Птолемею. Форма орбиты оказывается довольно сложной, но ее можно описать с помощью двух окружностей: центр первой находится вблизи Земли, центр второй движется вдоль первой, а сам Марс движется вдоль второй. Кеплер сумел заменить эту картинку значительно более простой

Задача Кеплера, таким образом, заключалась в том, чтобы, исходя такой геометрической картинки и зная параметры (круговой) орбиты Земли, подобрать параметры двух окружностей — деферента и эпицикла, — из движения по которым складывалась орбита Марса. Кеплер был довольно-таки успешен в решении этой задачи. Но вот беда: кое-где — то есть в некоторые ночи, когда было достаточно ясно, чтобы найти планету на звездном небе, — он оказывался не совсем там, где его ждали, хотя и очень близко. Разница между расчетным положением и наблюдаемым не превосходила восьми угловых секунд. И все же этого оказалось достаточно, чтобы Кеплер начал всю работу с начала. Но где же ее начало?

Оно, разумеется, в выборе правильной кривой для орбиты Марса. Задача снова решается геометрически: круговая орбита Земли, сферическое и далекое звездное небо, между кругом и сферой некая неизвестная кривая, о которой время от времени можно получать только довольно ограниченную информацию: сферические координаты точек ее проекции на звездное небо. Решение этой задачи потребовало от Кеплера нескольких лет работы, и плод его усилий известен: он заменил орбиту Марса эллипсом (продолжая считать орбиту Земли круговой) и подобрал два свободных параметра (радиус и эксцентриситет). Вот та картинка, по которой теперь узнает об устройстве Солнечной системы любой школьник. Она наглядна и проста. Но чтобы убедиться в ее справедливости, Кеплеру пришлось проделать еще один круг вычислений — сначала спроецировать этот эллипс на звездное небо с позиции земного наблюдателя, а потом проверить совпадение его точек с данными Тихо Браге.

Под конец ему осталось сделать только один шаг — обнаружить, что достижимо еще большее совпадение результатов его расчетов с наблюдениями Браге. Достаточно только чуть-чуть сплющить орбиту Земли, предположив, что и она имеет форму эллипса и вычислив его эксцентриситет.

Важно заметить, что исходным материалом в данном случае была числовая таблица наблюдений. Основным продуктом труда Кеплера следует считать другую такую же таблицу, отличающуюся от первой тем, что она относилась уже не только к прошлому, но и к будущему (это имело огромное практическое значение, о котором мы сейчас говорить не будем). Геометрический образ (небесная сфера с Солнцем в центре с двумя эллипсами, изображающими Марс и Землю) играет вспомогательную роль, поскольку только с его помощью может быть получена вторая таблица. Однако именно на нем оказывается огромная познавательная функция, во-первых, потому что он соответствует, в каком-то смысле, истинному устройству мира, а во-вторых, потому что научить продлевать и уточнять вторую таблицу можно только на основании этого геометрического образа.

## Весь мир в глубокой глотке

Еще более сложный путь к построению зрительного образа предполагает современная космология, построенная на теории относительности Эйнштейна. Его сложность вызвана самим фактом относительности времени при преобразовании координат. Человеческому воображению несложно увидеть внутренним зрением, как «смешиваются» две пространственные координаты при повороте системы координат, но оно оказывается бессильным, чтобы увидеть, как «смешиваются» пространственные и временные меры при движении одной системы координат относительно другой.

Чтобы воображению помочь, иллюстраторы и научно-популярных книг, и учебников, и даже вполне научных статей и монографий прибегают к одному и тому же средству: они заменяют время еще одной пространственной координатой. Такая визуализация работает, но все-таки не очень хорошо. Во-первых, не каждому удастся представлять себе повороты системы координат в четырехмерном пространстве. А во-вторых, аналогия все-таки здорово хромает: даже если обойтись только двумя координатами, говоря про одну, что это пространство, а про другую, что это время, выяснится, что геометрическое место точек, равноудаленных от начала координат, будет не окружностью, как обычно бывает, если в дело не вмешивается время, а гиперболой.

И вот на сайте «Science Now» размещается статья под названием «Не живет ли наша Вселенная внутри кротовой норы?». Смысл ее достаточно точно передается самим названием, автору остается только пояснить, что в точности имеется в виду под кротовой норой и что позволяет автору сделать высказанное предположение. Объяснение сопровождается иллюстрацией, озаглавленная как «Глубокая глотка» (Deep throat), что, очевидно, должно рождать у читателя аллюзии с фильмом 1972 года, якобы особенно любимым генеральным секретарем нашей партии в то время, Леонидом Ильичем Брежневым. При рассматривании картинка нужно принять во внимание всё сказанное в предыдущем абзаце: и про гиперболу, и про количество координат.



Наука XX века продолжает широко пользоваться геометрическими методами. Но поскольку сама геометрия стала неевклидовой и многомерной, ее образы никак нельзя считать наглядными. Предложенное здесь изображение кротовой норы (wormhole) всем хорошо, но рассматривая его, следует помнить, изображаемый искривленный объект, во-первых, четырехмерный, а во-вторых, одна из его координат — это время.

Справедливым остается и всё сказанное в предыдущем разделе по поводу эллипсов Кеплера. В этом случае также есть два ряда определенным образом организованных чисел: в первом они получаются из наблюдений, а во втором — из вычислений. Есть и геометрический образ, который позволяет вычисления проводить, а кроме того иллюстрирует, что именно вычисляется. Есть и некоторое количество теорем и уравнений, позволяющих из геометрического образа получать числа второго ряда, чтобы их можно было сравнивать с данными наблюдений.

Главная сложность, отличающая «глубокую глотку» от эллипсов Кеплера, в том, что в полной мере увидеть ее внутренним взором под силу единицам, а может даже таких людей и вовсе нет. Поэтому приходится строить специальный упрощенный геометрический портрет геометрического образа. Он все равно обладает колоссальной иллюстративной силой, хотя иногда может приводить и к недоразумениям.

Возвращаясь к началу, можно вспомнить одно из самых известных высказываний Галилея. О том, что мир подобен раскрытой книге, написанной на языке геометрии. Пылливый ум видит в ней круги, треугольники, квадраты. Но взгляду человека, распознавшего их, истина предстает, с позволения сказать, обнаженной: свободомыслие в астрономии не пресекается простой цензурой, запретом определенных теорий. Людям надо запрещать смотреть в небо.

XX век показал, что ситуация все-таки намного сложнее. Даже признавая, что природа пользуется языком геометрии, мы окажемся перед фактом, что геометрические фигуры, образующие знаки этого языка, недоступны человеческому уму в своей цельности. И мастерство ученого сродни мастерству иллюстратора, находящего наиболее выразительный и запоминающийся аспект.

Автор: Дмитрий Баяк   © Вокруг Света   НАУКА И ТЕХНИКА, МИР   👁 3127   26.05.2010, 08:38   📌 467  
URL: <https://babr24.com/?ADE=86031>   Bytes: 18828 / 17968   Версия для печати

👍 [Порекомендовать текст](#)

Поделиться в соцсетях:

*Также читайте эксклюзивную информацию в соцсетях:*

- [Телеграм](#)

- [ВКонтакте](#)

*Связаться с редакцией Бабра:*

[newsbabr@gmail.com](mailto:newsbabr@gmail.com)

Автор текста: **Дмитрий Баяк**.

#### НАПИСАТЬ ГЛАВРЕДУ:

Телеграм: [@babr24\\_link\\_bot](#)

Эл.почта: [newsbabr@gmail.com](mailto:newsbabr@gmail.com)

#### ЗАКАЗАТЬ РАССЛЕДОВАНИЕ:

эл.почта: [bratska.net.net@gmail.com](mailto:bratska.net.net@gmail.com)

#### КОНТАКТЫ

Бурятия и Монголия: Станислав Цырь

Телеграм: [@bur24\\_link\\_bot](#)

эл.почта: [bur.babr@gmail.com](mailto:bur.babr@gmail.com)

Иркутск: Анастасия Суворова

Телеграм: [@irk24\\_link\\_bot](#)

эл.почта: [irkbabr24@gmail.com](mailto:irkbabr24@gmail.com)

Красноярск: Ирина Манская

Телеграм: [@kras24\\_link\\_bot](#)

эл.почта: [krasyar.babr@gmail.com](mailto:krasyar.babr@gmail.com)

Новосибирск: Алина Обская

Телеграм: [@nsk24\\_link\\_bot](#)

эл.почта: [nsk.babr@gmail.com](mailto:nsk.babr@gmail.com)

Томск: Николай Ушайкин

Телеграм: [@tomsk24\\_link\\_bot](#)

эл.почта: [tomsk.babr@gmail.com](mailto:tomsk.babr@gmail.com)

[Прислать свою новость](#)

#### ЗАКАЗАТЬ РАЗМЕЩЕНИЕ:

Рекламная группа "Экватор"

Телеграм: [@babrobot\\_bot](#)

эл.почта: [equatoria@gmail.com](mailto:equatoria@gmail.com)

## СТРАТЕГИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО:

---

эл.почта: [babrmarket@gmail.com](mailto:babrmarket@gmail.com)

[Подробнее о размещении](#)

[Отказ от ответственности](#)

[Правила перепечаток](#)

[Соглашение о франчайзинге](#)

[Что такое Бабр24](#)

[Вакансии](#)

[Статистика сайта](#)

[Архив](#)

[Календарь](#)

[Зеркала сайта](#)