

Сергей Деменок

ПРОСТО СИМВОЛ



УДК 501+514+ 001

ББК 22 + 72.3

Д 30

Д 30 **Деменок С. Л. Просто символ.** [Символ как вещь и вещь как символ]. — СПб.: ООО «Страта», 2015. Второе издание. — 258 с.

ISBN 978-5-906150-52-3

Издательство «Страта» предлагает своим читателям новую книгу С. Л. Деменка «Просто символ». Эта работа продолжает авторскую серию книг о символизме. Первая книга, «Неофеодализм» (2014), вышла в серии ЭРА («Эволюция. Разум. Антропология»). Книга «Символический капитализм» открывала новую серию «Альтер-фабрика». «Просто Символ» выходит в серии «Просто...».

Когда-то символ был простым знаком. Он, подобно вирусу, прикреплялся то к одному, то к другому материальному носителю. Потом символ стал активным элементом информационного сообщения — менее эфемерным, но ещё не столь плотным, как вещество. С появлением кубита — квантового бита — символ спрессовался: он обрел «вещественность», и это представление радикально меняет нашу реальность.

Книга призвана популяризировать фундаментальные положения физики, математики и философии в свете той идеи, согласно которой символ так же реален, как элемент вещества или квант действия.

Все права защищены. Никакая часть настоящей книги не может быть воспроизведена или передана в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, будь то электронные или механические, включая фотокопирование и запись на магнитный носитель, а также размещение в Интернете, если на то нет письменного разрешения владельца.

All rights reserved. No parts of this publication can be reproduced, sold or transmitted by any means without permission of the publisher.

© Деменок С. Л., 2015, текст

© Емельяненко М., 2015, иллюстрации

© ООО «Страта», 2015

ISBN 978-5-906150-52-3

Новый манифест символизма. 5

Глава 1. Символ как символ 13

Символическое начало 15

Слово — осознанный символ 20

Арифметические символы 24

Числовая символика Средневековья 42

Символы логических операций. 51

Символические матрицы 59

Символическая динамика 67

Символическая логика 73

Символическая петля 78

Странный аттрактор 86

Абстрактная симметрия
Эвариста Галуа 95

Теорема Гёделя о неполноте. 103

Глава 2. Вещь как символ: квант, бит, ген 109

Суперсимметрия: квант в действии 111

Энергия или «преданный оборотень» 121

Энтропия и демон Максвелла 128

От существующего — к возникающему 138

Эволюция без совершенства 145

Эгоистичный ген. 151

Символ и сознание 159

Глава 3. Символ как вещь: материализация символа	171
Сигнальный знак	173
Информация как сообщение.	180
Бит — информационный символ.	184
Вычислительные машины	189
Цифровая революция	200
Квантовый бит	204
Квантовая теория информации.	210
Фундаментальные числовые константы	218
Закон нормального распределения.	221
Суперлогика и суперфракталы	229
Стивен Хокинг: искусственный интеллект уничтожит человека	239
Вместо послесловия: три сюжета для символических рассказов. . . .	243
Первый сюжет для небольшого рассказа: Эгоистический бит	245
Второй сюжет для небольшого рассказа: Ку-бит.	247
Третий сюжет для небольшого рассказа: Хо-бит.	249



НОВЫЙ МАНИФЕСТ СИМВОЛИЗМА

Призрак возрождается на Западе — призрак символизма.

Пифагорейцы совершили переворот. Числа и геометрические формы они превратили в символы. Платон поставил символ выше вещественного. От Платона к Платину оформилось представление о божественной символической реальности.

Наши представления о символах проистекают из средневекового символизма.

Средневековый символизм оборвался на самой высокой ноте. Это случилось, когда стрельчатые крыши христианских соборов устремились за пределы земной реальности. Пламенеющая готика ознаменовала пик европейского символизма. Цепная реакция умножения символов взорвала Средневековый мир. Мысль не успевала наделять знаки смыслом. Знаки, как сорные травы, заполнили реальность...

Возрождение греческого наследия очистило ландшафт от бессмысленных знаков. Наука и просвещение запустили череду технических революций. Одна из них — цифровая революция — сделала цепную реакцию знаков управляемой. И это стало основанием для возрождения символизма.

Предвестником этого возрождения стал манифест поэтов-символистов, опубликованный 18 сентября 1886 года в газете «Le Figaro». Поэты первой символической волны придавали идее чувственно постижимую форму. Столетие спустя пришёл настоящий символический вал. Новая формация символистов — цифровые технократы и биржевые игроки. Они с головой погрузились в символическую стратосферу — в сферу прогнозов, ожиданий и симуляций. Они стали

той силой, которая обеспечила триумфальный успех цифровой революции.

Цифровая революция совершилась под лозунгом:

свобода, равенство, братство — битам!

Биты получили свободу. С появлением сети биты обрели независимость от людей и своё место — виртуальную реальность. Под виртуальной реальностью можно понимать любую воображаемую конструкцию, построенную на основе той или иной логики. Термин «виртуальная реальность» по аналогии с понятием виртуальной частицы (переносчиком взаимодействия) указывает на самое главное — на акт взаимодействия. Если есть взаимная реакция — есть реальность. Вот новое определение реальности:

реально то, что производит ответную реакцию.

Вокруг нас реальность облаков, водоворотов, пены и молний. Что ни возьми, есть символ. Символ есть в каждом фрагменте вещества и в каждом акте действия. Символы есть своего рода узлы сетевой структуры, которая всё пронизывает и всем проникается. Само пространство, согласно новейшим представлениям, есть трёхмерная сеть с планковским размером ячеек $1,616252... \times 10^{-35}$ м. В каждой ячейке хранится бит информации.

Английское слово bit («бит») — сокращение от binary digit — означает «состоящий из двух частей». Бит представляет одну из двух возможностей, которые традиционно записывают как «0» и «1». Бит — это двуликий Янус. В каждой ячейке пространства он либо «0», либо «1». В каждый момент времени содержимое ячейки пространства может изменяться. Согласованное изменение битов может распространяться по решётке пространства и вызывать ощущение волны света. Плотные скопления битов могут вызывать ощущение вещества.



Бит — это элементарный знак. Он иллюзорен. Однако бит не менее фундаментален, чем квант.

Сам по себе отдельный бит не имеет никакой структуры. Он либо «0», либо «1». Его размер не превышает фундаментальный квантовый размер Планка. Меньше, чем атом, меньше, чем кварк, меньше даже, чем глюон, отдельный бит есть первооснова всего сущего, или, словами американского физика Джона Уилера:

«It from bit».

В 1990 году Джон Уилер представил информационную доктрину, согласно которой информация является фундаментальной физической сущностью. Все физические сущности — каждая частица, каждое силовое поле, даже сам пространственно-временной континуум — получают свою функцию, свой смысл и, в конечном счёте, своё существование в процессе отражений, в том числе рефлексий сознания. Всё, что мы осознанно называем реальностью, вырастает из постановки «да-или-нет»-вопросов и регистрации ответов, из бинарных альтернатив, предполагающих ответ «да» или «нет», из битов.

Что ни возьми, всё состоит из битов. Бит — реален. Вычислительная техника всё настойчивее погружает нас в мир битов. Операции над битами хранятся и передаются также посредством битов. Биты соединяются битами. Биты формируют символические структуры. Бит — это элементарный знак, который стоит в одном ряду с элементарной частицей вещества и элементарным квантом действия.

Элементы вещества, элементарные взаимодействия и выраженная символически организация реальности подобны огню, свету и пламени. Они существуют вместе и сразу. И если огонь укоренён в вещественном, свет представляет собой динамический поток, то пламя есть некая символическая форма. Все три ипостаси равноправны. Ни одна из них не может быть признана исходной или фундаментальной, ни одна из них не может быть признана производной или вторичной.

Современное пространство неотделимо от времени и от события. Это многомерное образование, состоящее из свёрнутых

на разных масштабах измерений. Оно довольно просторно. В нём для всего есть место, и нет пустоты. Пространство тесно связано со временем. Все события в пространстве и времени относительны. Любое событие допускает абсолютно не связанные друг с другом интерпретации. Любое событие вызывает отражение в каждом направлении на него взгляде.

Отражающие поверхности — это не столько зеркала, сколько мониторы, плазмы и экраны планшетов. Они — не просто искажающие реальность кривые зеркала. Они активны и маневренны. Они завораживают глубиной — новым измерением, новыми горизонтами общения. Очарование этих перспектив делает нас доверчивыми как дети. Как амфибии, мы впадаем в сладостную кому. Нас регистрируют в «Контакте» или в «Facebook». Это — на поверхности. А на поверку — мы оказываемся перед отражающей поверхностью, в которой видим только себя («selfie»). Это короткое замыкание себя на себе есть характерное свойство петли обратного влияния. Оно проявляет себя на всех уровнях реальности. Плотность отражений достигает критического уровня. Отражения уже начинают отражаться от отражений, замыкаются сами на себе. Объективность освобождается от объекта. Мы погружаемся в мир, где отражающий экран встроен в экран, встроенный в экран. Воображаемые конструкции, отражающие реальность, сами становятся реальностью.

Петли обратного влияния появляются между двумя отражающими экранами. Каждая петля обратного влияния дискретна сама по себе при том, что физический процесс отражения непрерывен. Из-за этого реальность проявляет себя через дискретность форм и непрерывность процессов. Двойственная природа петель обратного влияния производит на поверхности такие образования, как глобальная локальность, фрагментарная целостность, толерантная строгость, маргинальный конформизм.



Петли обратного влияния — это своего рода проводники реальности (того, что производит ответную реакцию) за пределы физически реального — в область виртуального.

Отрываясь от липкого и вязкого физического основания, процессы ускоряются. На высоких скоростях факты сталкиваются

с фикциями. После столкновения появляются новые факты и новые фикции. Теперь факт неотличим от фикции. И тот, и другой сохраняются и передаются посредством виртуальных битов. Скорости виртуальных частиц и виртуальных процессов преодолевают все мыслимые барьеры. Фотоны могут достигать цели раньше, чем отправятся в путь, и могут находиться в двух точках пространства одновременно. Информационный сигнал получают до того, как он был отправлен. И если это фантастика, то мы живём в самой гуще этой слаженной и согласованной фантастики. Но самое фантастическое и чудесное то, что символ приобретает вещественную плотность.

**Мы не только полагаем, что есть такая вещь,
как символ, но обнаруживаем обстоятель-
ства, при которых символ есть вещь.**



Сначала появились знаковые символы. Знаковые символы имеют своего рода «вирусную» привязанность к материальным носителям. Знаковый символ легко покидает свой вещественный носитель и закрепляется на новом.

Потом появились информационные символы. Информационный символ, такой, как бит, будучи встроен в структуру программы или алгоритма, гораздо сильнее укоренён в физической реальности. Он неотделим от процесса, но ещё не привязан к веществу. Бит имеет плотность кванта действия, но ещё не дотягивает до материальной плотности вещества.

Символическое соединяется с вещественным в тот момент, когда появляется квантовый символ — кубит. В нём символическое, динамическое и вещественное сливаются в одно единое целое. Любая виртуальная операция, которую можно организовать посредством квантовых символов, может быть реализована «на самом деле». Материализация символа изменяет всё вокруг. Теперь идейная надстройка, которая изменяла материальное основание, сама становится материальной.


Марксизм возвращается!



Возрождение интереса к марксизму — невероятный факт нашего времени. Объём продаж «Капитала» растёт, начиная с 2008 года, как растут и продажи «Манифеста

Коммунистической партии». Это отражает рост интереса к расколу и разрыву, с которыми сталкивается общество. Прежде всего это поляризация доходов богатых и бедных слоёв населения. Но не только. Появился и растёт разрыв между абстрактной (виртуальной) и конкретной (физической) реальностями.

Джарон Ланир в книге «Вы не гаджет: манифест» («You Are Not a Gadget: A Manifesto») пишет:




«Каждый уровень цифровой абстракции вне зависимости от того, как хорошо он выполнен, вносит некоторое искажение и помутнение. Никакая абстракция точно не соответствует реальности. Множество таких уровней становятся системой в себе, причём такой, которая функционирует отдельно от реальности, скрытой где-то далеко. Деньги, заработанные в облаке, совершенно не обязательно вызовут дождь на Земле».

Между виртуальной моделью и реальным изменением действительности расширяется разрыв, в котором формируется и уплотняется слой цифровых абстракций. Среди абстракций много конструктивных моделей, много и фантомов (фр. *fantome* — призрак). Когда реальность устремляется за фантомом и настигает его, случается кризис.



В момент кризиса жизнь становится слишком реальной.

Волны перемен накрывают друг друга, и мы вынуждены принимать решения в интенсивном бурлящем потоке. И решения мы вынуждены принимать быстро. Быстро принимать решения помогает парадигма реальности — система представлений о связях между всем. Это может быть миф или любая другая простая, понятная, слаженная система принципов. Кристофер Фукс, квантовый физик из Лабораторий Белла, пишет:



«Принципы должны быть чёткими. Они должны привлекать. Они должны волновать душу».

В этом суть физического реализма. Современный научный миф — это *М*-теория. Символ *М* означает «magic, mystery and matrix» — магию, тайну и матрицу. Естественная реакция на распространение и растяжение реальности за пределы реального — тренд на упрощение, огрубление, отсекаание лишнего, тренд на уплотнение смысла в абстрактных символических формах. Торговые марки, бренды, афоризмы философов, жесты политиков, звёзды эстрады и кино становятся той символической реальностью, которая формирует сферу нашего сознания. Мы погружаемся в плотный информационный поток. Информационные ресурсы сгущаются и нависают над нами, не вполне видимые, не вполне осязаемые, но чрезвычайно реальные. Они аморфные и призрачные. Они висят где-то неподалёку, неизвестно где. Из своих холодных доменов они не только отражают, но активно стимулируют реальность на двух регистрах: рациональном и эмоциональном. Информация всё меньше значит знание, всё больше — поток. И этот информационный поток нарастает, девальвируя информацию как знание.

Когда информация дешевеет, дорожает внимание.



Захват внимания — вот новый вызов. От него нельзя уклониться. И поэтому конкурентные стратегии направлены на то, чтобы привлечь, завлечь и развлечь покупателя любой ценой. На первой линии захвата внимания — избыточность секса, цвета, звука, образов, запахов. На второй линии — создание и продвижение потребностей. На третьей линии — соблазн модных трендов, гламурных звёзд и соблазняющих мифов. Мы погружаемся в атмосферу символического карнавала.

В шумном сверкающем пейзаже начала XXI века символический материал раскидан буквально повсюду: буквы и сообщения, звуки и изображения, новости и инструкции, цифры и факты, сигналы и знаки, биты и кубиты — сборная солянка из связанных между собой ингредиентов.

Здесь мысленное и реальное не оторваны одно от другого, но суть одно. Естественный физический мир и естественный абстрактный мир сопрягаются между собой на линии математической физики.

Математика есть узловая точка двух потоков. С одной стороны — символический поток в сторону вещей, с другой стороны — вещественный поток в сторону символов.

Это прекрасно выразил один из создателей квантовой механики Поль Дирак:



«Математик играет в игру, где он сам изобрел правила, тогда как физик играет в игру, правила которой задаются природой, но со временем становится всё более и более очевидно, что правила, которые оказываются интересными для математика, — это те же правила, что установлены природой».

ГЛАВА 1. СИМВОЛ КАК СИМВОЛ



- **Символическое начало**
- **Слово — осознанный символ**
- **Арифметические символы**
- **Числовая символика Средневековья**
- **Символы логических операций**
- **Символические матрицы**
- **Символическая динамика**
- **Символическая логика**
- **Символическая петля**
- **Странный аттрактор**
- **Абстрактная симметрия Эвариста Галуа**
- **Теорема Гёделя о неполноте**

СИМВОЛИЧЕСКОЕ НАЧАЛО

Символы, как знаки различия, привлечения и предупреждения, существуют в природе. Цветы распускаются с восходом солнца. Бабочка летит на распустившийся цветок. Привлекающий или отпугивающий знак, будь то свет, цвет, звук или запах, со временем включается в структуру отношений и становится символическим знаком. Знаки производятся в природе сами по себе на поверхности физической реальности. Из этих бессознательных знаков проистекает символическая реальность.

Символы формируют сознание, сознание производит символы.



Сознательная символическая реальность появляется, когда появляется Слово:

«В начале было Слово, и Слово было у Бога, и Слово было Бог» (Иоанн 1:1).



Слово может означать вещь или действие или всё, что угодно. Слово своим появлением извлекает информацию из окружающего мира. Благодаря слову информация обретает свою собственную ткань и плоть.

Прежде всего появилось устное слово. Устное повествование длится плавно и непрерывно. Звуковые волны распространяются на несколько метров и затухают навсегда. Но до того, как звук угаснет, в потоке речи мы успеваем различить и выделить сигнальные знаки. Будучи услышанными, эти знаки сохраняются в памяти и влияют на наши намерения и действия. Речевые

словесные знаки нераздельно слиты с интонацией речи. В разговоре лицом к лицу, оживлённым жестами и прикосновениями, вовлечены все чувства. Теоретик воздействия артефактов как средств коммуникации Маршалл Маклюэн писал:

«Чем больше число вовлечённых чувств, тем выше вероятность передачи точной копии ментального состояния посылающего [сообщение]».

Вожди и шаманы первыми начали ставить под свой контроль ментальный настрой племени. И это, естественно, вело к уплотнению волнового знака. Сначала в структурах речи, потом — на камне. Более тридцати тысяч лет тому назад появились первые пиктограммы — «записи изображений». Люди эпохи палеолита начали рисовать и выцарапывать в камне фигуры лошади, рыб и охотников.

При переходе от символической звуковой волны к символу на камне происходит революционное уплотнение сознательного символического слоя.

От этой символической революции берёт начало древнейший культурно-исторический период в развитии человечества, известный как «каменный век». Его манифестацией стали орудия труда и оружие, изготовленные главным образом из камня. Но, первопричина появления каменных инструментов — в революционном характере развития логического мышления.

Катализатором развития логики стало соединение символа с веществом.

Пиктографическое сообщение открыло возможность фиксировать ход мысли от идеи — к идее. Потом произошёл переход к письменности, к «записи слов» — литографии. В Китае это случилось по меньшей мере 5 тыс. лет назад. Знаки, возникшие как картинки, стали обозначать слова, затем — звуковые единицы. Основной единицей в китайской письменности стало слово. Слова складывались из слов. Так

«дерево + дерево + дерево» = «лес», «солнце» + «луна» = «яркость», «восток» + «восток» = «езде», «рука» + «глаз» = «взгляд». Каждый символ имеет смысловое значение. Это создаёт высокую символическую плотность китайского письма.

Альтернативный принцип письменности — алфавит. Алфавит появился на побережье Средиземного моря. К востоку лежала Месопотамия со своей тысячелетней клинописной системой письменности. На юге был Египет, где развивалось иероглифическое письмо. Можно представить себе, какой вид негрет из символов царил в головах средиземноморских элит. Из этого «кипящего бульона знаков» и возник алфавит. Его предшественник — абджад — представляет собой письмо без гласных знаков. Такая письменность использовалась на Ближнем Востоке примерно 3500 лет назад. Примерно 3000 лет назад эта письменность была заимствована финикийцами. Греки совершили критическое преобразование. Они изобрели настоящий алфавит. Алфавит — это греческая идея. Во всех языках на земле алфавит обозначен одним и тем же словом — «alphabet». Алфавит распространялся как инфекция. Эта новая технология письма была и вирусом, и его переносчиком.

Благодаря письменности появилась возможность рассуждать о рассуждениях. Сама по себе эта возможность замкнула языковую систему. Теперь язык сам по себе стал объектом реальности.


Письменность сделала язык сам по себе объектом реальности.




Теперь модели поведения могут складываться в языке, объединять намерения и действия людей. Через действия людей язык, как объект реальности, сталкивается с окружающим физическим миром. В ходе столкновений языка и реальности изменяется не только язык, но и окружающая реальность. Наряду с волновыми качествами языка стали усиливаться его корпускулярные свойства. Речь разделилась на фрагменты, фрагменты — на фразы, фразы разделились на слова, не нарушив связности речи. Это как «след из хлебных крошек». Такая дискретная непрерывность языка напоминает

корпускулярно-волновое поведение квантовых частиц. И это позволяет думать, что логика языка есть естественная логика вещей — квантовая логика.


Следующим шагом сцепления языка, как символического объекта, с вещественной реальностью стало изобретение книгопечатания. Произошло соединение буквы (символа) с бумагой (вещественный носитель символа) посредством технологического процесса — книгопечатания. В XVII веке эффект, произведённый печатным станком Гутенберга, был определён, но недооценен. Так, английский философ-материалист Томас Гоббс писал:

 *«Изобретение печати, пусть и гениально, но по сравнению с изобретением букв ничтожно».*

В XX веке эффект, произведённый открытием книгопечатания, был осознан в полной мере как революционный переворот, изменивший не только язык, но и окружающую реальность. В своей книге «Галактика Гутенберга» (1962) Маршалл Маклюэн со ссылкой на аббата Пэйсона Ашера замечает, что

 *«книгопечатание в большей степени, чем любое другое достижение, является водоразделом между средневековой и современной технологией».*

И далее поясняет:

 *«Печатный текст был не только первой массово производимой вещью, но и первым однотипным и воспроизводимым „товаром“. Конвейер движущихся литер сделал возможным унифицированный и воспроизводимый (как в научном эксперименте) продукт, о чём в связи с рукописью нельзя было и помыслить. Ещё китайские печатники в восьмом столетии считали воспроизводимый характер оттиска „магическим“ и использовали его как форму, альтернативную молитвенному колесу».*

Следующая символическая революция совпала с эпохой Возрождения. Символические знаки стали применяться

к математическим операциям. Этот процесс достиг своего взлёта, когда появилось дифференциальное исчисление.

Ньютон заметил, что наиболее простая форма отношений между параметрами системы возникает в том случае, когда используются не столько сами физические величины, сколько скорость изменения физических величин. В 1670—1671 годах Ньютон подготовил к изданию работу «Метод флюксий и бесконечных рядов». Издателя найти не удалось: в то время, как и сегодня, книги по математике приносили убыток.

В 1676 году Лейбниц выработал первые основания своего великого математического метода, известного под названием «дифференциальное исчисление». Лейбниц с юности мечтал создать символический язык, знаки которого отражали бы целые сцепления мыслей, давали бы исчерпывающую характеристику явления. Дифференциальное исчисление Лейбница находится в теснейшей связи с его позднейшим учением о монадах — бесконечно малых элементах, из которых он пытался построить Вселенную. Лейбниц оперирует знаками как реальными объектами, носителями которых является не столько вещество, сколько процесс или операция. Проявляя себя в изменении параметров, процесс или операция выступают в роли носителей символических знаков (дифференциалов), включённых в системы дифференциальных уравнений.

Сегодня мы на пороге новой революции. Срачивание символического и вещественного переходит на новый уровень с появлением информационных технологий. Создание квантового компьютера завершит этот переход, и мы окажемся в новой символической реальности. К этой новой реальности следует начинать готовиться. И, прежде всего, следует изменить отношение к символам. Символ надо воспринимать как объективную сущность, не менее реальную, чем элементарные частицы вещества или кванты действия. Жилье Делёз обнаруживает реальность символов в слове и в языке. Слова выявляют потенции и образуют «вещь». В сборнике «Критика и клиника» он пишет:

*«Предел языка — это вещь в своей немоте: видение.
Вещь — это предел языка, как знак — язык вещи...
Ибо нет никакой вещи там, где не хватает слов».*



СЛОВО — ОСОЗНАННЫЙ СИМВОЛ

В Древней Греции «symbolon» — опознавательный знак. Мопету или кусок кости разламывали и часть её передавали незнакомым людям, чтобы они, встретившись, могли распознать друг друга, чтобы отличать своих от чужих.

Знак предназначен для хранения и передачи информации. Состоя в близком родстве со знаком, символ всё-таки не знак. Как и знак, символ производится в процессе обозначения чего-либо кем-либо. Но далее, в отличие от знака, символ предполагает интерпретацию как-то и кем-то. Оба процесса — означаемое и означающее — связаны между собой. Эта связность указывает на то, что символ содержит не только означающее и означаемое, но ещё ядро — сердцевину символа, — логическую нить, которая соединяет символ со всей символической структурой реальности.



Символ есть элементарная частица смысла, встроена в сеть символов.

Язык есть символическая структура. Комбинация слов может содержать и выражать информацию. Посредством слов человек может оформить и выразить довольно сложные мысли. Другой человек смысл слов может понять. Что значит понять? А это значит интерпретировать — выбрать тот смысл, который будет в ладу с опытом, с окружением и с намерением человека. У одного и того же словесного утверждения может быть множество значений. Язык неоднозначен. При передаче информации посредством слов смысл и значения информации зависят от её интерпретации. Отсутствие чёткости в естественном человеческом языке оказывается полезным преимуществом. Оно обеспечивает своего рода естественный отбор смыслов и эволюцию мысли.


Этот механизм передачи смысловой информации сродни гендерному механизму передачи наследственной информации. Успешная бактерия, размножаясь бесполом путём — почкованием, передаёт потомству точную копию своего генетического кода. Но если окружение изменится, бактерия внезапно оказывается во враждебном окружении. Её потомку, в точности похожему на неё, теперь будет сложно выжить.

Единственный способ адаптации для бесполой бактерии — мутация, вызванная репродуктивной ошибкой или вредными факторами окружающей среды. Если бы мутации были целенаправленными — тогда другое дело. Случайные же мутации по большей части своей неудачны, и они делают бактерию ещё менее успешной. Но если гены организма смешиваются с генами партнёра, то их потомок получает новый набор генов. Этот процесс называется рекомбинацией. Рекомбинация генов приводит к большой изменчивости, и при этом поддерживается генетическая целостность.

Появившись на свет, человек научается дышать, пить, есть, ползать, ходить и говорить. До сих пор, строго говоря, непонятно, каким образом за первые четыре года человек научается языку. Все попытки воссоздать логику начального освоения языка пока были безуспешны. Можно допустить, что освоение языка повторяет путь формирования языка. Но логика этого процесса нам неизвестна. Слабость нашего логического аппарата создаёт впечатление, что в языке исключений из правил больше, чем правил. На первый взгляд язык кажется довольно бессистемным. Но при внимательном рассмотрении в языке обнаруживается на удивление устойчивая к внешним возмущениям структура. Лингвисты это давно заметили.

Американский лингвист, этнолог и антрополог Эдвард Сепир в 1921 году писал о системе «символических атомов», формирующих язык:


«Язык как некая структура по своей внутренней природе есть форма мысли».



Из этой изящной формулировки трудно извлечь практическую пользу. Поэтому Клод Эвуд Шеннон, которого называют отцом современных теорий информации и связи, упростил модель языка: язык — это форма сообщения.

«Сообщение» — гибкий и очень старый термин. Ещё в XVI веке сэр Томас Элиот заметил, что

«для обоюдных договорённостей или соглашений, переданных письмом или поручением, используют элегантно слово — [сообщение]».



Но, самое главное, Шеннон не просто использовал «элегантное слово», он его переосмыслил, буквально «лишил смысла»:



«Смысл сообщения обычно не имеет значения».

Это упрощение оказалось эффективным для «счётного» подхода к языку. В каждом языке есть определённая статистическая структура. Языковая структура имеет некую степень избыточности. Избыточность языка не случайна. Она служит предупреждению возможных ошибок и повышает надёжность передачи сообщения.

Все естественные языки избыточны. Величина избыточности разных языков мира колеблется в пределах 70—80%. Типичные тексты могут быть сокращены на треть без потери информации. Благодаря избыточности языка люди могут вести разговор в шумном месте или понимать написанный с ошибками текст. Именно такую избыточность языка иллюстрирует знаменитое объявление, появившееся в нью-йоркском метро в 1970-х годах:

*«if u cn rd ths
u cn gt a gd jb w hi pa!»**

Структура языка не исчерпывается его статистической составляющей. Смысловая структура языка проявляет себя в поэзии. Рифма и размер помогают людям запомнить текст, его смысл и форму. И это свидетельство того, что язык обладает формально-смысловой структурой, но у нас ещё нет того логического инструмента, который позволит эту структуру описать.

Существует много разных логик. Естественная логика языка не отличается чёткостью. Между тем, практическая деятельность всегда содержала потребность чёткой передачи информации, когда информацию можно интерпретировать только так и никак иначе. Эта потребность была тем основанием, на котором появился и оформился особый математический язык. Математический язык отличается от естественного тем, что его логика чётко и явно определена.

* Полный текст: «If you can read this message you can get a good job with high pay!» (Если вы можете прочитать это сообщение, вы можете получить хорошую работу с высокой оплатой).

На Земле люди говорят на разных языках. Каждая народность имеет свой язык. Известно более двух тысяч языков. Но есть универсальный язык — это язык математики. Символика математического языка во всём мире одна и та же. Любая формула, любое математическое выражение, записанное при помощи цифр и знаков действий, имеет одно и то же значение в любой точке мира. Уильям Томсон, лорд Кельвин, заметил:

«Когда вы можете измерить то, о чём говорите, и выразить это в числах, вы что-то знаете об этом; но когда вы это измерить не можете, когда не можете выразить это в числах, ваши знания незначительны и неудовлетворительны: они могут быть началом знания, но в своих мыслях вы едва ли достигли начальной стадии в науке».



Первые математические знаки — зарубки, сделанные кремниевым ножом на лучевой кости волка, — появились в эпоху палеолита, более тридцати тысяч лет тому назад. Чёткий формат передачи информации начинался со счёта. По-латыни «calculus» значит «галька, камешек». И первыми носителями чёткой информации были царапины на кости и пригоршня камешков. Элементы таких множеств похожи один на другой, как две капли воды.

Считать люди научились раньше, чем научились писать. При счёте, видимо, очень долго обходились цифрами «1» и «2». Число «3» появилось позднее. Спустя время появились и другие числа — первые математические знаки. Первоначально использование математических знаков было ограничено узким кругом задач счёта и учёта. Со временем математические знаки проникали во все сферы познавательной деятельности людей. И не в последнюю очередь в сферу учёта долгов и начисления податей. Люди не могли не открыть, что манипуляция абстрактными и эфемерными цифрами ведёт к приросту самого что ни на есть материального состояния. Постепенно складывался универсальный символический вычислительный язык.

АРИФМЕТИЧЕСКИЕ СИМВОЛЫ

Счёт стал самой древней деятельностью, основанной на чёткой логике. Первый логический шаг — выделение одного предмета из группы предметов. Второй шаг — выделение двойственности, осознание парности. Открыв понятие «пары», человек получил три числовых понятия: один, два, множество. Тройственность есть начало, середина и конец, словом, всё. Не случайно троица стала «божественным началом».

Переход от логической нумерации, которая завершается числом три, к счётной нумерации множества чисел — это революционный шаг. Человек совершил его, наблюдая за небом, когда осознал четыре направления: в сторону восхода, на Восток; в сторону заката, на Запад; и ещё два направления — Север и Юг. Тетрада завершает список архетипических чисел, которым ставят в соответствие точку, линию, поверхность и тело. Нельзя не указать на то, что они производят декаду:

$$1 + 2 + 3 + 4 = 10.$$

Развитие счёта идёт не только благодаря астрологическому фактору, но также и при влиянии антропологического фактора. Первобытные племена могли начинать счёт буквально на пальцах. Но вскоре пальцев рук и пальцев ног стало не хватать. Один из древнейших наскальных рисунков, датированный каменным веком, изображает ряд из 35-ти одинаковых палочек. Можно сказать, что одна палочка — это первый математический символ.

Хорошо, если число небольшое — десятки или, в крайнем случае, сотни. А если тысячи? И дело не в том, что в глазах рябит, а в том, что прочтение такого числа — подсчёт зарубок или отметин займёт массу времени. И вот, более пяти тысяч лет назад, почти одновременно в Египте, в Месопотамии и в Китае родился новый способ записи числа. Суть его состоит в том, что позиция символа в записи числа имеет строго определённое значение.

Возьмём какое-нибудь число. Например, 193. Чтобы получить это число, надо сложить:

Один из образцов вавилонской математической записи



Пояснительная перерисовка записи



1 сотню + 9 десятков + 3 единицы = 193.

Древние египтяне, как и мы сейчас, считали десятками. В Древнем Вавилоне считали не десятками, а шестидесятками. Например, число 193 в вавилонской системе означало:

3 шестидесятки + 13 единиц = 313!

О вавилонской цивилизации мы можем судить по хорошо сохранившимся глиняным табличкам, найденным в Уруке. Урук при царе-герое Гильгамеше (XXVII в. до н. э.) — крупнейший в мире город на берегу реки Ефрат. Когда найденные клинописные таблички были расшифрованы, учёные обнаружили, что, в некотором смысле, это был «мусор»: записки, контракты и законы, рецепты и счёта. Никакой поэзии. На глиняных клинописных табличках сохранилось множество арифметических упражнений и финансовых расчётов. Уровень абстракции арифметических понятий иллюстрирует вавилонская характеристика природы Гильгамеша:

«Три четверти его — бог, одна треть — человек».

Арифметика использовалась при обмене денег, при оплате товаров, при вычислении процентов, налогов и учёте урожая. Геометрические задачи возникли в связи со строительством каналов, зернохранилищ и храмов. Очень важной задачей математики был расчёт календаря. Календарь использовался для сельскохозяйственных работ и религиозных праздников. Деление окружности на 360 градусов, и деление каждого градуса на 60 минут унаследовано нами от вавилонян.


Для записи чисел вавилоняне использовали всего два символа. Вертикально черта означала единицу, а горизонтальная черта означала десять единиц. Черта выглядит как клин оттого, что вавилоняне писали острой палочкой треугольного сечения на сырых глиняных дощечках, которые потом сушили и обжигали.

В 1972 году стэнфордский учёный Дональд Кнут, один из первых специалистов в области вычислительной науки и техники, рассматривая старо-вавилонские таблички в Британском музее, увидел то, что смог описать алгоритмом:

«Цистерна. / Высотой 3,20 и объёмом 27,46,40 была выкопана. / Длина превышала ширину на 50. / Вы должны взять обратную величину высоты 3,20, получив 18. / Умножьте это на объём 27,46,40, получив 8,20. / Возьмите половину от 50 и возведите её в квадрат, получив 10,25. / Добавьте 8,0 и получите 8,30,25. / Квадратный корень равен 2,55. / Сделайте две копии этого, добавьте к одной и вычтите из другой. / Вы найдёте, что 3,20 — длина и 2,30 — ширина. / Вот порядок действий».



Слова «Вот порядок действий» были стандартным окончанием, почти благословением. Вавилоняне умели естественно и непринуждённо объяснить алгоритм на примере алгоритма.


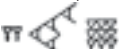
Алгоритм записи натуральных чисел от 1 до 59 был таким: единица изображалась вертикальным клином ∇ ,

а десятка — скобкой . Так, числа 3, 20, 32 записывались следующим образом:

$$\overline{\text{YYY}} (= 3), \overline{\text{CC}} (= 20), \overline{\text{CCYY}} (= 32).$$

Когда знак десятки или единицы повторялся более трёх раз, запись становилась более компактной, однако основные знаки оставались легко различимыми.

Например, число 5 записывалось в виде , число 50 в виде .


Начиная с 60, способ записи чисел меняется. А именно, 60 изображается тем же вертикальным клином, что и 1, подобно тому, как в нашей нумерации десяток обозначается тем же знаком, что единица; точно так же два «шестидесятка», т. е. 120, обозначается тем же знаком , что двойка, и т. д. И точно так же, как в нашей нумерации число двадцать три (т. е. два десятка и три единицы) обозначается цифрами 2 и 3, следующими друг за другом, так в вавилонских математических текстах число 169 (т. е. два «шестидесятка» и 49 единиц) обозначается «цифрами» 2 и 49, т. е. запись имеет вид .

Таким образом, нумерация вавилонских математических текстов представляет собой своеобразное сочетание двух систем: псевдодесятичной (в пределах от 1 до 59) и шестидесятичной. Псевдодесятичной, поскольку отсутствует особое обозначение десятков.

В шестидесятичной системе соблюдается позиционный принцип, однако в одном отношении нумерация вавилонских математических текстов отличается от современной. Число 10, 10^2 , 10^3 и т. д. мы обозначаем не просто единицей, а единицей с соответствующим количеством нулей справа. В вавилонских же текстах числа 1, 60, 60^2 , 60^3 и т. д. обозначаются совершенно одинаково, т. е. отсутствие единиц в низшем разряде или в первом и во втором низших разрядах или в первых трёх и т. д. никак не отмечается. Так, вышеприведённую запись числа 169 можно было бы прочесть как число $10\ 140 (=169 \times 60)$, считая, что цифра 2 выражает число единиц третьего разряда,

цифра 49 — число единиц второго разряда, а первый разряд не содержит ни одной единицы. Равным образом ту же запись можно прочесть как число $578\,400 (= 169 \times 60^2)$ и т. д.

Поэтому нумерацию вавилонских математических текстов называют «шестидесятеричной нумерацией с неопределённостью позиции». Неудобство, вызываемое этой неопределённостью, всегда корректируется смыслом текста.

Впоследствии вавилоняне ввели специальный символ для обозначения пропущенного шестидесятичного разряда — .

Например, число 3632 нужно было бы записать так:

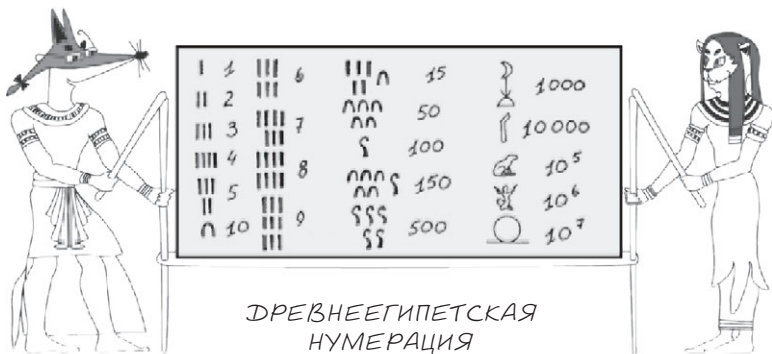


Но в конце числа этот символ никогда не ставился. Неопределённость позиции в вавилонской нумерации отнюдь не принесла ей существенного вреда. Более того, с неопределённостью позиции теснейшим образом связано замечательное достижение вавилонской культуры — позиционная система дробей. Последняя аналогична нашей системе десятичных дробей, с той, только, разницей, что основанием системы служит не 10, а 60.







В отличие от вавилонской клинописи, в Древнем Египте для каждого числа от 1 до 9 был свой иероглиф. А также были особые иероглифы для чисел 10, 100, 1000, 10000 и т. д.

Система нумерации древних египтян оставалась, как свидетельствуют многочисленные памятники, по существу неизменной в течение трёх тысячелетий. Сохранились два математических папируса, позволяющих судить о том, как считали древние египтяне. Один из них хранится в Британском музее в Лондоне, а другой — в Музее изобразительных искусств им. А. С. Пушкина в Москве.

Менялась только форма числовых знаков. Это изменение совершалось параллельно с эволюцией египетского письма. Когда-то эти знаки служили для изображения соответствующих им понятий, но в иероглифическом письме они уже приобрели фонетический смысл и читались как слоги, а в иных случаях даже как буквы (начальные слоги или буквы соответствующих слов). Числовые знаки, употреблявшиеся в иероглифическом письме, также имели вид рисунков; некоторые из этих рисунков сохраняли внешнее сходство с конкретными предметами.



ДРЕВНЕЕГИПЕТСКАЯ
НУМЕРАЦИЯ

Для единицы употребляется знак | (вертикальная черта); как и во многих других системах нумерации, этот знак и в египетской нумерации произошёл, несомненно, от примитивного обозначения чисел зарубками. Таким образом, для него не приходится искать смыслового значения. Иероглифический знак десятки П, может быть, имел прежде смысловое значение, какое именно — остается невыясненным. Сотня изображалась знаком  (измерительная верёвка), тысяча —  (цветок лотоса), десять тысяч —  (поднятый кверху палец), сто тысяч —  (лягушка), миллион —  (человек с поднятыми руками), десять миллионов —  (вся Вселенная).

Все остальные числа составлялись с помощью добавления тех или иных иероглифов, а общее количество определялось суммой значений всех значков.

У египтян существовало только прибавление чисел друг к другу, то есть сложение (путём дописывания к существующему иероглифу числа иероглифа второго слагаемого). При этом запись производилась не слева направо, как у нас, а справа налево. Число 15, например, записывалось так:



А число 444 писали так:



В древнейшее время в Греции была распространена так называемая *аттическая* нумерация.

Числа 1, 2, 3, 4 обозначались чёрточками I, II, III, IIII. Число 5 записывалось знаком Γ (древнее начертание буквы «пи», с которой начинается слово «пенте» — пять); числа 6, 7, 8, 9 обозначались ΓI , ΓII , ΓIII , $\Gamma IIII$. Число 10 обозначалось Δ (начальной буквой слова «дека» — десять). Числа 100, 1000 и 10 000 обозначались H, X, M — начальными буквами соответствующих слов. Числа 50, 500, 5000 обозначались комбинациями знаков 5 и 10, 5 и 100, 5 и 1000, а именно:

$$\Gamma^5, \Gamma^{10}, \Gamma^{100}$$

Остальные числа в пределах первого десятка тысяч записывались так:

$$HH\Gamma^5\Gamma I = 256, XX\Gamma^{10} = 2051,$$

$$HHH\Gamma^5 \quad II = 382, \Gamma^5XX\Gamma^{10}HHH = 7800.$$

Видимо, такой принцип записи чисел потом был с определёнными изменениями заимствован сначала этрусскими, населявшими в I тыс. до н. э. северо-запад Апеннинского полуострова, а от них — римлянами. В основу положена пятеричная система. Поэтому два «главных» числа — «пенте» и «дека» (5 и 10 соответственно) удостоились чести изображаться при помощи букв. Числа 100, 1000 и 10 000 тоже имели буквенные обозначения.

В третьем веке до н. э. аттическая нумерация была вытеснена так называемой *ионийской* системой.

В ней числа 1—9 обозначались первыми девятью буквами алфавита (буквы Φ (фау), Σ (коппа), Π (сампи) отсутствуют в нынешнем греческом алфавите):

$$\alpha = 1, \beta = 2, \gamma = 3, \delta = 4, \epsilon = 5, \Phi = 6, \zeta = 7, \eta = 8, \theta = 9;$$

числа 10, 20, 30, ..., 90 — следующими девятью буквами:

$$\iota = 20, \kappa = 20, \lambda = 30, \mu = 40, \nu = 50, \xi = 60, \omicron = 70, \pi = 80, \Sigma = 90;$$

числа 100, 200, ..., 900 — последними девятью буквами:

$$\rho = 100, \sigma = 200, \tau = 300, \upsilon = 400, \phi = 500, \chi = 600, \psi = 700, \omega = 800, \Pi = 900.$$

Для обозначения тысяч и десятков тысяч пользовались теми же цифрами с добавлением особого знака « ' » сбоку (слева):

$$'\alpha = 1000, '\beta = 2000 \text{ и т. д.}$$



ДРЕВНЕГРЕЧЕСКАЯ НУМЕРАЦИЯ

Для отличия цифр от букв, составлявших слова, писали чёрточки над цифрами.

Примеры: $\overline{ιη} = 18$; $\overline{μζ} = 47$; $\overline{υξ} = 407$; $\overline{χκα} = 621$; и т.д.

Примечательно, что необходимость сохранять порядок букв ради сохранения их числовых значений привела к относительно ранней стабилизации греческого алфавита.



Золотой век Греции начинался во времена Фалеса и Пифагора. Легендарное и символическое достижение Фалеса — предсказание солнечного затмения в мае 585 года до н.э. Геродот сообщает, что оно произошло в разгар битвы между лидийцами и мидянами, и благодаря ему сражение прекратилось и воцарился долгий мир. Фалес учился в Египте и стал великим математиком. Для своей математики он сохранил египетское название — «измерение земли», которое в переводе на греческий звучит как «геометрия». Когда Фалес стал великим старцем, к нему совершил паломничество юный Пифагор. Фалес, быть может, усмотрел в нём отблеск собственной молодости и отправил его на учёбу в Египет. Египетская школа «измерения земли» оставалась материальной. В ней не было абстрактных форм. Геометрические контуры были физическими сущностями. Линия — натянутая верёвка или кромка пашни. Прямоугольник — граница гранитной плиты. Пространство — это воздух, почва, ил. Пифагор стал

первым греком, изучившим египетские иероглифы, и даже получил пост египетского жреца. Он провёл в Египте не менее тридцати лет. Но однажды на Египет напали персы. Пифагор попал в плен и оказался в Вавилоне. Здесь он разобрался в вавилонском исчислении. Ему было за пятьдесят, когда он вернулся к себе на родину — в Самос.

Пифагор был фигурой харизматической. Он умело поддерживал слухи и легенды о своей исключительности. И он верил в свой высокий промысел, ведь «золотое» родимое пятно на его ребре было знаком особых сил. Сохранился и до сих пор рассказ о том, как в его дом вломился вор и увидел такое, что сбежал с пустыми руками, однако вор наотрез отказался рассказать, что он увидел. Ещё говорили, что он может быть в двух местах одновременно. И ещё он проповедовал, что надо любить врагов своих, и то, что владение вещами мешает достижению божественных истин. Подобно своему великому современнику Сиддхартхе Гуатаме Будда, Пифагор верил в перерождение. Он запретил избивать собаку, когда узнал в ней своего старого друга.

Во времена Пифагора греки делили счёт на арифметику — теоретический аспект и логику — вычислительный аспект. Логикой занимались низкие классы. Философы занимались арифметикой.

Число (символ) отличали от цифры (знака). Цифра обозначала количество, значение числа имело сакральный смысл. Три — число священное, четыре — устойчивость, пять ($5^2 = 3^2 + 4^2$) — символ истинной веры, шесть — совершенное число ($6 = 1 + 2 + 3$), семь — число совершенной законченности, восемь — символ вечности и блаженства, девять — шаг до совершенства и, наконец, десять — символ совершенства. Потом выделяются «астрологические числа», самые сильные из которых — 7 ($3 + 4$) и 12 (3×4). Арифметика с архаических времён шла рука об руку с астрологией, и это придавало числам сакральный смысл.

Пифагорейцы соединили арифметику с геометрией. Они назвали свою науку «математикой» — от греческого слова «матема», т.е. «знание». Геометрический подход к арифметике породил новую связь (отличную от астрологической) между абстрактным числом и реальностью. Пифагорейцы отделили числа

от их конкретного вещественного носителя, но сохранили абстрактную геометрическую структуру числа. Они видели числа оформленными в треугольных и квадратных комбинациях. Числа 3, 6, 9 и т. д. пифагорейцы называли треугольными на том основании, что число единиц в этих числах можно разместить в форме треугольника. По аналогии числа 4, 8, 12 и т. д. они называли квадратными. Число единичных элементов в этих числах можно разместить в форме квадрата.

Пифагорейцы совершили великое открытие. Они обнаружили, что геометрические фигуры имеют масштабные инварианты — численные величины, которые не изменяются при изменении масштаба геометрических фигур. Например, число π — отношение длины окружности к её диаметру. Осмысление этой удивительной связности, лежащей вне вещественного, было лейтмотивом пифагорейской философской традиции. В числе они видели первооснову сущего. Аристотель в «Метафизике» (кн. I) дал пространное описание пифагорейского учения:

«Так называемые пифагорейцы, занявшись математикой, первыми развили её и, овладев, стали считать её начала началами всего существующего... В числах пифагорейцы усматривали большие сходства с существующим и возникающим, чем в огне, земле и воде. Они видели, что свойства и отношения, присущие гармонии, выразимы в числах. А потому среди начал числа по природе суть первое из начал. Они предположили, что элементы чисел — суть элементы всего существующего, ибо есть гармония и число».



Филолай в труде, посвящённом пифагорейским доктринам, сформулировал основное положение пифагорейцев так:

«В основе всех вещей лежит число. Познать мир — значит познать управляющие им числа».



Пифагорейская космология в своей основе десятирична. В центре Вселенной — огонь. Вокруг него вращаются земля,

солнце, Луна, планеты и постоянные звёзды. Всего — девять сфер. Но этого мало. Невидимая «противоположная земля» завершает эту декаду. Число 10 — число совершенства. После 10 числа просто повторяются. Что же касается числа три, оно никуда не исчезает. Треугольник становится основой базы всех поверхностей, а число четыре — основой всех объёмных тел. Ведь если четвёртая точка устанавливается в серединной точке над треугольником и соединяется линиями со всеми его вершинами, то получаются пирамида или тетраэдр.

Идеи пифагорейцев развивал Платон. В своём трактате «Тимей» он сопоставил каждую из четырёх стихий (землю, воздух, воду и огонь) определённому правильному многограннику: земля — куб, воздух — октаэдр, вода — икосаэдр, а огонь — тетраэдр.

Для возникновения данных ассоциаций были следующие причины: жар огня ощущается чётко и остро (как маленькие тетраэдры); воздух состоит из октаэдров: его мельчайшие компоненты настолько гладкие, что их с трудом можно почувствовать; вода выливается, если её взять в руку, как будто она сделана из множества маленьких шариков (к которым ближе всего икосаэдры); в противоположность воде, совершенно непохожие на шар кубики составляют землю, что служит причиной тому, что земля рассыпается в руках, в противоположность плавному току воды. Пятый элемент Платона — додекаэдр — образец Вселенной.

Аристотель, ученик Платона, добавил ещё один элемент — эфир. Он говорил, что небеса сделаны из этого элемента, но он не говорил, что это и есть пятый элемент Платона. Аристотель заложил основания логики. Он высказал ряд идей относительно определений и аксиом.



Аристотель предчувствовал, что, манипулируя со знаками, он создаёт знание, причём знание высшего порядка.

Евклид на основе аксиом построил геометрию. В последней, XIII книге «Начал» он доказывал, что не существует других правильных многогранников, кроме тел Платона.

Быть может, первое достижение Евклида — это концепция логического доказательства. Критерий истинности

математического утверждения, по Евклиду, — это возможность доказательства путём последовательных логических шагов из того, что уже известно. И второе по значению достижение Евклида — осознание того факта, что есть исходные утверждения, которые нельзя доказать (аксиомы). Наконец, третье достижение Евклида — это систематизация математических знаний в «Началах».

В 331 году до нашей эры войска Александра Македонского вошли в Вавилон. В походе Александра сопровождали многие греческие учёные. Вавилонские жрецы, халдеи, в это время обладали астрономическими знаниями, намного превосходившими по своей точности греческие. Греки позаимствовали в Вавилоне систему мер, связанную с астрономическими наблюдениями: деление суток на 24 часа (по два часа на каждое созвездие Зодиака), деление окружности на 360 градусов (Солнце проходит по эклиптике примерно 1° в сутки), деление часа на 60 минут, минуты на 60 секунд, деление градуса на угловые минуты и секунды. Неудивительно и то, что около 300 года до нашей эры греки создали солнечный календарь, привычный нам, используя астрономические знания халдеев.

Римляне также использовали буквы для обозначения цифр, но не столь расточительно, как греки. Мы довольно часто используем римские цифры, обозначая порядковый номер монарха, номер века или тысячелетия (XVIII век, III тысячелетие до н. э.), номер тома в многотомной книге, на циферблатах часов «под старину».

Римских цифр всего семь. Большинство из нас помнят I, V и X, но путают L, C, D и M. Между тем существует простое мнемоническое правило для запоминания римских цифр: «Мы Дарим Сочные Лимоны, Хватит Всем Их». Это значит M, D, C, L, X, V, I согласно заглавным буквам каждого слова:

I — 1;
V — 5;
X — 10;
L — 50;
C — 100;
D — 500;
M — 1000.

Римские цифры описывают натуральный числовой ряд благодаря трём правилам позиционирования символов:

1. Сначала пишутся тысячи и сотни, а затем — десятки и единицы.

2. Если большая цифра стоит перед меньшей, то они складываются (принцип сложения), если же меньшая — перед большей, то меньшая вычитается из большей (принцип вычитания).

3. Одна черта сверху означает умножение всего числа на 1000.

Греческую математическую традицию продолжали индийцы. Они усовершенствовали позиционную систему счисления, изобретая тот способ записи и чтения чисел, которым теперь пользуется весь мир. Они сократили перечисления разрядов. Как если бы мы называли число 13137 не «тринадцать тысяч сто тридцать семь», а просто «один, три, один, три, семь». Мы так поступаем с телефонными номерами. Этот простой упрощающий переход создавал одну проблему. Одна и та же цифра 3 в числе 301 обозначает три сотни, а в числе 31 — три десятка. Чтобы не получалось путаницы, при записи на месте «пустого» разряда индийцы ставили точку. Позднее вместо точки стали рисовать кружок. Такой кружок назывался «сунья». На языке хинди «сунья» значит «пусто», «пустое место». Современное слово «нуль» родилось сравнительно недавно. Оно происходит от латинского слова «nulla» — «никакая».

Благодаря удачному упрощению записи и введению нуля индийская система обозначений цифр оказалась очень удобной для вычислений. Ноль сам по себе не выражает никакого количественного значения. Однако в системе цифрового исчисления он своего рода замковый камень. В строительстве замковый камень укладывается последним, служит прочности и жёсткости арки в месте наибольшей нагруженности. Ноль — очень насыщенное понятие. Ноль, символизирующий «ничто», есть «нечто». Осознание этого стало настоящим прорывом абстрактного мышления в реальность. «Ничто» невозможно почувствовать. «Ничто» сложно себе представить. Но абак, древнейшая счётная доска, на котором все бусинки опущены вниз, — даёт простую и конкретную иллюстрацию того, что такое ноль. Так техника с самого начала придавала смысл тому, что недоступно чувственному восприятию.

Цифры деваногари, Индия, IX в.	१ २ ३ ४ ५ ६ ७ ८ ९ ०
Цифры западных арабов, X в.	۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶ ۷ ۸ ۹ ۰
Испанские апексы, 976 г.	۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶ ۷ ۸ ۹
Французские апексы, XIII в.	۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶ ۷ ۸ ۹ ۰
Французские цифры, XIII в.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
Готические цифры, ок. 1400 г.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
Цифры эпохи Возрождения, ок. 1500 г.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
Современные цифры	1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Краткая эволюция индийских цифр в современные

Арабские учёные заимствовали индийскую систему исчисления. В IX веке в среднеазиатском Хорезме жил и работал математик Мухаммед ибн Муса аль Хорезми. Он написал книгу об общих правилах решения арифметических задач и уравнений. Она называлась «Китаб аль Джебр». Эта книга дала имя науке алгебре. Аль Хорезми также подробно описал индийскую арифметику. Триста лет спустя книга Аль Хорезми была переведена на латынь английским математиком Робертом Честерским и испанцем Иоанном Севильским. Под непосредственным влиянием этого труда находился такой выдающийся европейский математик XIII века, как Леонардо Пизанский (он же Леонардо Фиббоначи).

В своей «Книге абака» (*Liber abaci*, 1202) Фиббоначи подробно изложил возможности применения арабских (индийских) цифр и дал примеры решения практических задач, по большей части, связанных с торговым делом. Стоит отметить, что книга Фиббоначи никакого отношения к абаку не имела, а была так названа в силу того, что к этому времени понятие «абак» стало означать «арифметику». Фактически это был учебник «индийской» арифметики для всех европейских народов. Европейцы получили позиционную систему счёта и современные цифры от арабов. Поэтому привычные нам цифры называют арабскими. В эпоху Возрождения индо-арабская позиционная система исчисления окончательно укоренилась в европейской культуре.

На сайте <http://s4erbinin.ru/math/hinduarab/hinduarabsread> приводятся результаты любопытных исследований, проведённых в Великобритании в 2000—2001 годах (проект *Arethmeticke*). Целью проекта было определение периода,

Alles von neuem jetunde widerumb er-
lern und Erörtern.



Brand. Ver. Chr. Egen. Erben. 1574.

Иллюстрация на обложке одного из первых массовых учебников арифметики на немецком языке Адама Ризе (1574), демонстрирующего преимущество «цифрного счёта» – соревнование абациста с алгоритмом, считающим в столбик

в течении которого произошла смена в использовании римских цифр на индо-арабские. Изучались заверенные описи имущества при оформлении наследства (было исследовано 2422 документа периода с 1540 по 1700 годы). Результаты исследования говорят о том, что наиболее характерный период перехода — примерно с 1590 по 1650 годы. При этом основной срок ограничивается 20—30 годами, которые, возможно, связаны со сменой поколений. При этом доминирование индо-арабской нумерации в обозначении годов, итоговых сумм и описании предметов произошло намного раньше, чем при обозначении стоимости отдельных предметов. Отмечается интересный факт как смешанного употребления обоих типов цифр в переходный период (бицифирность) даже в пределах одной суммы, так и использование индо-арабских цифр для расчётов на полях документов, которые, тем не менее, были полностью оформлены римскими цифрами.

Индийское происхождение так называемых «арабских цифр» было признано в науке лишь в XIX веке. Первым учёным, высказавшим эту, для того времени новую, мысль, был немецкий востоковед Георгий Яковлевич Кер, с 1731 года служивший в Москве переводчиком коллегии иностранных дел.

Славянская кириллическая нумерация была создана вместе со славянской алфавитной системой для перевода священных библейских книг греческими монахами братьями Кириллом и Мефодием в IX веке. Эта форма записи чисел получила большое распространение в связи с тем, что имела полное сходство с греческой ионийской записью чисел. До XVII века эта форма записи чисел была официальной на территории

ЭВОЛЮЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЦИФР

I. ИНДИЙСКИЕ БРАМИНСКИЕ ЦИФРЫ БЕЗ ПОЗИЦИОННОЙ ИДЕИ

- Надпись Ашока около 250 г. н.э.
- Надписи Нана Гхат около 150 г. н.э.
- Надпись Насик около 100 г. до н.э.
- Монеты Кшатрапа около 200 г. н.э.
- Надписи Гупта 300—400 гг. н.э.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	॑	॒	॒	+	॒	॒	॒	॒	॒	॒
2	—	—	—	॒	॒	॒	॒	॒	॒	॒
3	—	—	—	॒	॒	॒	॒	॒	॒	॒
4	—	—	—	॒	॒	॒	॒	॒	॒	॒
5	—	—	—	॒	॒	॒	॒	॒	॒	॒
6	—	—	—	॒	॒	॒	॒	॒	॒	॒
7	—	—	—	॒	॒	॒	॒	॒	॒	॒
8	—	—	—	॒	॒	॒	॒	॒	॒	॒
9	—	—	—	॒	॒	॒	॒	॒	॒	॒
0	—	—	—	॒	॒	॒	॒	॒	॒	॒

II. ИНДИЙСКИЕ ЦИФРЫ ПОЗИЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

- Надписи Гурджара 595 г. и.э.
- Надписи Гурджара 798 г. н.э.
- Надписи Гурджара 801 г. н.э.
- Медные доски Торкхид 813 г.
- Медные доски Торкхид 815 г.
- Надпись Гвалнор 876 г.
- Надпись Гвалнор 917 г.
- Надпись Гвалнор 972 г.
- Надпись Гвалнор 1050 г.
- Надпись Гвалнор XI в.
- Рукопись Баххшалн XII в.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1				॑	॒	॒	॒	॒	॒	॒
2				॑	॒	॒	॒	॒	॒	॒
3				॑	॒	॒	॒	॒	॒	॒
4				॑	॒	॒	॒	॒	॒	॒
5				॑	॒	॒	॒	॒	॒	॒
6				॑	॒	॒	॒	॒	॒	॒
7				॑	॒	॒	॒	॒	॒	॒
8				॑	॒	॒	॒	॒	॒	॒
9				॑	॒	॒	॒	॒	॒	॒
0				॑	॒	॒	॒	॒	॒	॒

III. АРАБСКИЕ ЦИФРЫ

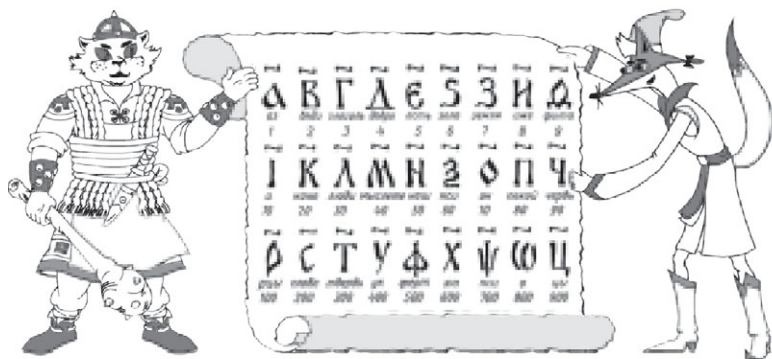
- Восточноарабские (совр.)
- Прежние восточноарабские цифры XV в.
- Прежние восточноарабские цифры 1575 г.
- Прежние восточноарабские цифры 1573 г.
- Гобар-цифры, западноарабская недатированная рукопись
- Гобар-цифры, недатированная египетская рукопись
- Древнейшие Гобар-цифры, Египет 873 г.
- Древнейшие Гобар-цифры, Египет 888 г.
- Древнейшие Гобар-цифры, Египет 961 г.
- Ширазская рукопись 970 г.
- Египетская рукопись 1169 г.
- Западноарабские цифры XII в.
- Рукопись 1573 г.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۰
2				۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
3				۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
4				۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
5				۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
6				۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
7				۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
8				۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
9				۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
0				۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸

IV. ЦИФРЫ ЗАПАДНОЕВРОПЕЙСКИЕ

- Вигиланский кодекс (испан.), 976 г.
- Альтдорфский кодекс (Цюрих), XI в.
- Рукопись Бозция (Шартр), XI в.
- Рукопись начала XII в.
- Рукопись XII в.
- Рукопись около 1200 г.
- Рукопись в Зигмарингене, 1303 г.
- Латинский кодекс, Берлин, конец XIV в.
- Рукопись Сакробоско, 1442 г.
- Рукопись эпохи 1427—1468 гг.
- Гейдельбергская рукопись, XV в.
- «Философская жемчужина», 1608 г.
- Цифры рукописи Дюрера, 1525 г.
- Цифры Региомонтана, 1474 г.
- Печатные цифры Видмана, 1489 г.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0



СЛАВЯНСКАЯ НУМЕРАЦИЯ

современной России, Белоруссии, Украины, Болгарии, Венгрии, Сербии и Хорватии. До сих пор православные церковные книги используют эту нумерацию.

Числа записывали из цифр также слева направо, от больших к меньшим. Только числа от 11 до 19 записывались двумя цифрами, причём число единиц шло перед десятком:

$$ДІ = 14, ЄІ = 15, СИ = 16, ЗІ = 17 \dots$$

Читаем дословно «четыринадцать» — «четыре и десять». Как слышим, так и пишем: не 10+4, а 4+10 — четыре и десять. Числа от 21 и выше записывались наоборот, сначала писали знак полных десятков.

Запись числа, использованная славянами, аддитивная, то есть в ней используется только сложение:

$$\overline{ѠѢѦ} - 863 = 800 + 60 + 3.$$

Для того чтобы не перепутать буквы и цифры, использовались титла — горизонтальные чёрточки над числами, что мы видим на рисунке.

Для обозначения чисел больших, чем 999, использовались специальные значки, которые дорисовывались к букве. Так обозначались числа: