

Нестеров А.В. Цифровая метафора и метафора цифровизации: история возникновения и сущность. М.: РУДН, электронный препринт, сентябрь 2021. 14 с. URL: www.nesterov.su

Аннотация. Значение слова «цифра» и производных от него слов испытало несколько метаморфоз, которые можно обозначить как «цифровая метафора», а в 21 веке произошла новая метаморфоза в виде «метафоры цифровизации», значение которой можно выразить как «цифровая трансформация», где ключевым словом является «трансформация». Показаны этапы этих метаморфоз, а также сущность, называемая цифрой. Человечество живет не в «цифровую эпоху», а цифровизация – это только очередной, четвертый этап автоматизации жизни-деятельности людей. Новая метафора «цифровые инновации» фактически обозначают цифровые системы, метафорически названные «ИТ-технологией блокчейна» («цепочка блоков»). Также метафорично выглядит объединение всех современных смарт-систем названием «цифровые технологии».

Ключевые слова. История, цифры, числа, оцифровка, цифровизация, двоичная система.

В связи с тем, что ООН объявила о цифровой эпохе в докладе «The age of digital interdependence» (Эпоха цифровой взаимозависимости. 2019 г.) [URL: <https://www.un.org/en/pdfs/DigitalCooperation-report-for%20web.pdf>], наверное, настало время разобраться, кто создал цифровую метафору и когда она возникла, т.к. до цифрового мира, был электронный, а раньше – информационный, а еще раньше, – компьютерный. Отсюда следует, что «цифровая эпоха» совсем не эпоха и не эра, а только очередной, четвертый этап автоматизации жизни-деятельности людей.

Цифровая метафора возникла в глубокой древности и отображена в мифах о «цифре», поэтому прежде, чем обсуждать современную метафору цифровизации необходимо рассмотреть историю ее возникновения.

Исторический аспект цифровой метафоры

В древнем Средиземноморье использовались непозиционные системы счисления, построенные на алфавитных числах, в частности, финикийская, семитская, греческая, римская. В них буквы алфавита использовались как числовые знаки и имели значения от 1 до 9, а также от 10 до 90, от 100 до 900. Считается, что знаковые непозиционные системы возникли примерно 3000 лет до н.э. в Египте на основе иероглифов.

Метафора цифры, скорее всего, возникла у арабов, во время перевода с индийского на арабский, когда они познакомились с индийскими числами, которые они называли «ар-кам хиндия» – «индийские числа» или «индийским счетом» (хисаб ал-Хинд).

Индийская нумерация (способ записи чисел)

Известно, что примерно в 7 веке индийские математики, начиная с Брахмагупты, стали использовать знак нуля как одноразрядное число, вместе с остальными одноразрядными десятичными числами позиционной системы счисления, и называли ноль – сунья (шунья), значение которого переводится как «ничего» [1] и обозначали его в виде, изображенном на рис. 1.



Рис. 1. Древнеиндийский ноль. URL: <https://interesnye-istorii.in.ua/zerohistory/> (17.09.2021).

Арабские числа

Считается, что, когда в VIII в. арабы познакомились с индийской системой счисления, знак «сунья» перевели как «сыфр» (пустой). Неудивительно, что арабы стали его изображать кружком. Известно, что сохранились: трактат математика Ас-Сиджизи, датированный 969 годом, и копия трактата астронома Аль-Бируни, датированная 1082 годом, содержащие индийские числа [2]. До появления у арабов индийских числовых знаков, они использовали для обозначения чисел буквы арабского алфавита.

Библейский миф о слове «цифра»

Также известна альтернативная (библейская) гипотеза о появлении арабского слова «цифра». В публикации [3] считается, что термин «цифра» является транслитерацией на латинский язык библейского корня С.Ф.Р. (САФАР) имеющего значения: считать, исчисляться, число, пересчет и т.д. Автор этой публикации ссылается на Бытие 15:5: «И вывел его вон и сказал: посмотри на небо и сосчитай (СЕФОР, от С.Ф.Р.) звезды, если ты можешь счесть (ЛИСПОР, от С.Ф.Р.) их. И сказал ему: столько будет у тебя потомков».

Действительно, археологически подтверждено, что иврит возник примерно 1000 лет до н.э., а его буквы имели числовые значения. Арабский алфавит возник из набатейского, т.е. на основе семитского, и сформировался примерно в 6 веке. Поэтому, возможно, что ивритское слово «сфр» оказалось в арабском языке и стало использоваться для обозначения счета на основе десятичной позиционной системы счисления. Это объясняет, почему в Европе одноразрядные десятичные числа стали называть цифрами.

Естественно, возникает вопрос: почему евреи не использовали индийскую систему счета? Несомненно, еврей-торговцы ее использовали, но иудеи как носители священных идей и знаков Торы, не могли в ней исправить ни одного знака или внести в Тору изменения. Поэтому священнослужители, которые использовали гематрию, по-прежнему пользуются числительными в виде букв иврита. Евреи, которые несколько раз подвергались рассеиванию по миру, могли устанавливать торговые связи не только с Европой, но и с Индией, и Китаем. Поэтому при торговле в конкретной стране, они пользовались не только национальным языком, но и системой счета.

Десятичная позиционная система счисления в Европе

Слово «цифра» появилось в Европе от арабского слова *صفر* (*ṣifr*). При переводе арабских сочинений на латынь слово «сыфр» было оставлено без перевода в виде *cifra*. Европейцы познакомились с позиционной системой счисления примерно в 12 веке и все числа от 0 до 9 стали называть цифрами [4]. С середины XVI века слово «цифра» стала рассматриваться как знак числа

(Декарт). В России десятичная позиционная система счисления появилась в Петровские времена.

Слово «число» в русском языке имело значение «счёт, величина, количество» и его начали употреблять в русском языке с XI века. При этом, число использовалось не только для счета, но и для обозначения даты в хронологии [5].

Впервые на индийское происхождение «арабских цифр» обратил внимание русский востоковед Георгий Яковлевич Кер (1692—1740), что было признано в науке в XIX веке [6].

Вычисления в Древнем Китае

Возможно, что пустой разряд десятичного числа, индийцы переняли у китайцев, т.к. у них известна более древняя система счета в виде счетной доски, в которой использовалась идея пустого места [7, 8, 9].

В Древнем Китае не знали цифры 0, но у них есть древняя «Книга Перемен» (И Цзин), которая основывается на двоично-троичной системе [10]. В ней двоичный разряд имеет два значения: разомкнутая черта (- -) или замкнутая черта (---), которые можно интерпретировать как 0 или 1. Из этих разрядов образованы триграммы, совокупность которых, в виде плоского расположения, представлена на рис. 2.

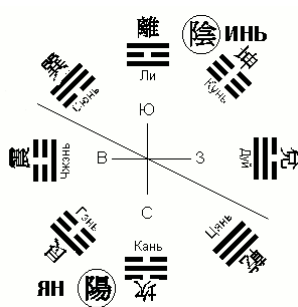


Рис. 2. Ба гуа по Вэнь-вану.

Вавилонский ноль

Первая идея нуля для обозначения знакоместа в числах, появилась у вавилонян. На рис. 3 представлена схема изображения вавилонских чисел, включающих 0. И это произошло до начала новой эры.

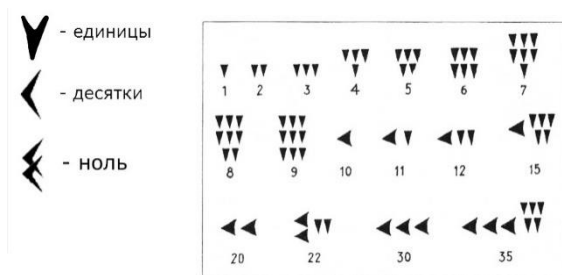


Рис. 3. Вавилонский ноль. URL: <https://test-dev.gazetargub.ru/?p=8100> (17.09.2021).

Современные мифы возникновения цифровизации как метафоры

Известно два слова: «цифровизация» и «оцифровка», которые являются метафорами, базирующимися на «цифровой метафоре». Считается, что современная интерпретация «цифровой метафоры» возникла не в 1995 г. с появлением статьи «Двоичная цифровая жизнь» [11] и книги «Цифровая экономика» [12], а значительно раньше, в частности, в публикации [13] указывается дата 1933 г., когда вышла статья В. А. Котельникова [14].

Для того, чтобы понять, как в науке и технике появились слова на основе слова «цифра», необходимо рассмотреть непрерывные и дискретные функции, используемые в математике. В науке известны непрерывные и аналоговые величины, которые характеризуются тем, что все их свойства описываются функциями времени и непрерывной совокупностью возможных значений.

Кроме непрерывных величин спектр частот, которых имеет практически бесконечную величину, используется их обозначение в виде «аналоговые» величины, у которых спектр частот конечен. Наверное, потому, что аналоговая величина в технике аналогична непрерывной в теории, она получила такое название. В соответствии с теоремами Котельникова при определенном соотношении спектров частот непрерывного электрического и/или электромагнитного потока, его можно отобразить в виде аналогового без потери приемлемой точности, а аналоговый сигнал преобразовать в прерывистый.

В практике используют аналоговую несущую частоту электрического напряжения и/или напряженности электромагнитного поля, которые

модулированы огибающей частотой, отображающей сигнальное сообщение (сигналы). При этом в соответствии с Котельниковым полоса частот несущего потока должна быть больше полосы частот модулирующей частоты не менее, чем в два раза, что обеспечивает возможность передачи сообщения без существенных потерь.

Аналоговый сигнал может быть преобразован в прерывистый сигнал, который может быть дискретным и/или двоичным (называемый цифровым). Аналоговый сигнал преобразуют в дискретный, когда уровень модуляции передается в фиксированные интервалы времени. Двоичный сигнал представляет собой квантованный сигнал за счет квантования уровня модуляции в соответствии с фиксированными квантами уровней, которые определяются совокупностью двоичных разрядов, в частности, байтов. Особенностью квантования аналоговой величины является то, что эти величины в интервалы времени, могут принимать лишь конечный ряд квантованных значений – уровней квантования [15]. Такая передача сигнальных сообщений (сообщений) в двоичной форме позволяет кодировать и/или шифровать сообщение, а также выявлять и исправлять случайные ошибки при передаче сообщения.

При двоичном квантовании округление числа определяется значением младшего разряда такого числа. Поэтому «цифровая» величина фактически является двоично-числовой величиной, что нашло отображение в системах с числовым программным управлением (computer numerical control). Считается, что первое применение двоичных кодов, нанесенных на перфокарты, началось в жаккардовом ткацком станке, созданном в 1804 году. Станок с электронным числовым управлением появился благодаря Дж. Пэрсонсу в 1945 г.

Подчеркнем, что значение двоичного кода (знаков) может не быть двоичным числом, а отображать любую величину, при этом цифровое представление величины может быть двоичным, десятичным или иным.

История аналого-цифровых преобразователей

Исторически сложилось так, что преобразователи аналоговых величин в двоичные, стали называться аналого-цифровыми (Analog-to-digital converter, ADC), благодаря Полу Рейни, который подал заявку на патент США на «Facsimile Telegraph System» в 1921 г. и получил его в 1926 г.

АЦП представляет собой электронное устройство, преобразующее электрическое напряжение в двоичный код. Простейшим одноразрядным двоичным АЦП называется компаратор, который сравнивает две входные непрерывные величины по уровню и выдает последовательность двоичных импульсов в зависимости от того, превышает ли значение одного из них значение другого.

О теории преобразования аналоговых и цифровых величин

Хотя считается, что первым обосновал соотношения частот при преобразовании аналоговых и дискретных величин в телеграфной передаче сигналов, Г. Найквист, но общий случай был доказан В. А. Котельниковым. В публикации Г. Найквиста [16] обсуждается минимальный диапазон частот, необходимый для передачи при заданной скорости телеграфных сигналов, а не преобразования произвольных аналоговых величин в дискретные. При этом, он говорил о «выборках сигнала», которые должны различаться интервалами времени, равными приблизительно обратной полосе его спектральной (частотной) ширины. Эта частота стала называться частотой дискретизации Найквиста. В своей публикации он не использовал слова «цифровая» и «аналоговая» величина.

При определенных условиях в соответствии с теоремой Котельникова, аналоговые величины могут преобразовываться в дискретные. Однако и В. А. Котельников при дискретизации аналогового сигнала использовал слово «селекция».

Особенность двоичного («цифрового») сигнала при его передаче является то, что его можно передать абсолютно точно и он сохраняется при перезаписи «бит в бит».

Числа и знаки

Число является числовым знаком и может быть одноразрядным (цифрой), иметь конечное количество разрядов или неопределенное их количество. Так как категории буквенных и числовых знаков могут логически пересекаться, цифры могут выступать в качестве букв и наоборот.

С помощью букв и/или чисел, как знаков, обозначают значения количественных и/или качественных величин. Качественные величины могут быть номинальными и/или порядковыми. Числа используются для измерений и/или логико-математических операций, в частности, вычислений (счета). В общем случае можно говорить о знаках в виде: числовых, языковых (лингвистических) и/или графических. Также известны музыкальные (звуковые, акустические) и иные знаки.

Хотя в народной традиции числа и цифры считают синонимами, они существенно различаются. Число может иметь знак, запятую и иные специальные знаки, а цифры в десятичной системе – только знаки, которые в пределах одного разряда могут выступать в качестве чисел. Кроме того, числа в совокупности с буквами, например, А123 – обозначают алфавитно-цифровой знак, в частности, артикул товара, с которым невозможно осуществлять арифметические действия. Поэтому клавиатуры электронных устройств содержат: буквы, цифры и иные знаки. Отметим, что цифра – это только знак, с помощью которого обозначаются значения в числах. При этом, кроме десяти знаков-цифр в числах используются иные знаки, в частности, запятая, отделяющая целую часть от десятичной. Простейшей системой счисления является двоичная. Исторически сложилось так, что двоичные знаки стали называть цифровыми, что неверно.

Таким образом, цифры – это знаки, т.е. одноразрядные обозначения значений количественных и/или качественных величин, которые использовались до «цифровой эпохи», используются сейчас и будут использоваться в следующих этапах развития жизни-деятельности людей.

Двоичные знаки

Двоичные числа стали известны в 1703 году в работе Лейбница «Объяснение двоичной арифметики» (Explication de l'Arithmétique Binaire). В двоичной системе счисления Лейбница были использованы числа 0 и 1.

В 1854 году Джордж Буль предложил алгебру логики, в которой логическое исчисление осуществлялось с помощью знаков в двоичном виде, которые используются в современных двоичных электронных схемах.

В 1948 году К. Шеннон стал использовать слово «bit» (двоичный разряд) со ссылкой на Дж. Тьюки для обозначения наименьшей единицы количества информации в статье «Математическая теория связи». К. Шеннон правильно интерпретировал «двоичную цифру» как «двоичный разряд», однако исторически сложилось так, что этот разряд снова стали называть цифрой.

Двоичный файл представляет собой последовательность произвольных байтов (восьми битов, которые содержат двоичные знаки (0 или 1)). То, что не известны цифровые разряды и цифровые форматы данных, еще раз подтверждает, что байты, файлы и электронные документы являются двоичными, а не цифровыми.

Стандартный двоичным формат данных появился в Протоколе TCP/IP (Transmission Control Protocol (TCP) и Internet Protocol (IP)), представляющим собой сетевую модель передачи данных в двоичной форме в 1972 году, которая определила двоичные форматы данных. Современный двоичный формат данных CBOR (Concise Binary Object Representation (сжатое бинарное представление объекта)) был продюцирован в 2013 г.

Ноль – особенное число

Ноль обозначает целое число 0, которое разделяет отрицательные и положительные целые числа. Ноль может быть значимым, если он стоит в середине или в конце числа. Если же он стоит перед числом, например, 0123, это обозначение пустого разряда (знакоместа) числа.

Метафора «оцифровка»

Слово «оцифровка» в просторечии обозначает сканирование печатного документа в виде преобразования его изображения в данные в двоичном

формате. Кроме того, такое преобразование может осуществляться со звуками или иными непрерывными величинами. Необходимо различать «двоичный вид» данных при сканировании печатных документов и «двоичную форму» данных, которые сразу продуцируются в таком формате.

Об электронных вычислительных машинах

Первые, массово выпускаемые ЭВМ (компьютеры), были сделаны на электронных лампах и осуществляли вычисления в десятичной системе счисления, в частности, ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer – электронный числовой интегратор и вычислитель).

Однако, первый компьютер появился раньше. Это компьютер Атанасова — Берри (Atanasoff-Berry Computer, ABC), работающий в двоичной системе, который они назвали «дискретным». Однако он не был программируемым, имел вращающиеся барабаны конденсаторной памяти и двухполярное (+/-) воплощение импульсов. Идея компьютера возникла в 1939 году, а в 1942 году он была успешно собран и протестирован [17].

В СССР в 1948 г. была разработана ламповая вычислительная машина МЭСМ (модель (малая) электронно-счетная машина)), а в 1950 г. она заработала. В 1951 году в СССР была спроектирована ламповая вычислительная машина БЭСМ (большая (быстродействующая) электронно-счётная машина), а в 1952 году началась её эксплуатация.

Однако, Б. Рамеев и И. Брук представили проект цифровой вычислительной машины, на его основе подали заявку на изобретение с названием «Автоматическая цифровая электронная машина» в 1948 г. и в 1950 г. получили авторское свидетельство на это изобретение. Особенностью этой машины было использование полупроводниковых диодов, а сама машина появилась в 1953 г.

Таким образом, слово «цифровая» ЭВМ появилось в СССР, а элементной базой были полупроводниковые, а не ламповые диоды. Отметим, что первой публикацией в СССР с названием «Электронные цифровые машины» была монография [18].

Первые компьютеры-вычислители (ЭВМ) оперировали только с числами, но затем они стали выполнять операции с любыми знаками, которые имелись на автоматизированных пишущих машинках. Поэтому набор литер в этих машинках получил название алфавитно-цифровой. Однако все эти алфавитно-цифровые знаки воплощались в компьютерах в виде двоичных знаков в двоичных разрядах.

Поэтому неудивительно, что, когда появились ЭВМ, одна из них получила название цифровой, хотя на самом деле в ее основе лежат двоичные знаки.

Метафора цифровизации

Метафоры «цифровая экономика», «цифровизация» и «цифровая трансформация» появились в РФ в официальных документах, в частности, в Указе Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы». В этом Указе содержится следующая формулировка; «Цифровая экономика - хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг».

Однако фактически метафора цифровизации появилась с публикацией [19] в 2008 г., в которой был описан «блокчейн». По нашему мнению, блокчейн является цифровой системой, т.к. в ней использовалось словосочетание «digital signatures» (цифровая метка), а единица вознаграждения майнеров была названа «Bitcoin» (монета двоичного разряда).

Анонимный автор «блокчейна» фактически создал первую цифровую систему распределенного реестра, т.к. в ней используется хэширование в виде автоматического продуцирования цифровой метки (подписи) в виде шифра, содержащего знаки в виде битовой строки конечного размера, которая отображается в виде цифр, включающих буквенные значения и одноразрядные

числовые (десятичные) значения. Поэтому появление названия «цифровая валюта» на основе цифровой системы распределенного реестра, в частности, в виде цифрового рубля, вполне обосновано.

Наверное, современное обозначение цифровых систем как «цифровых инноваций» никто менять не будет, т.к. шифрование данных с помощью хэширования можно рассматривать как цифровой элемент, имеющий основополагающее значение.

В публикации [20] наиболее подробно описано применение блокчейна, который может функционировать не только для спекуляций с криптовалютой, но и в любой отрасли деятельности. В частности, появление гибридной блокчейн-системы с распределено-иерархической структурой позволяет центральным банкам продуцировать цифровую валюту, привязанную к курсу национальной валюты.

Однако технический прием шифрования не может определять название общественных отношений, поэтому логично предположить, что они будут названы не «цифровыми», а «виртуальными». Также интересно, как будут названы люди, которые будут проводить время в онлайн, взаимодействуя с виртуальными сущностями более 50% своего времени, за исключением сна. Может быть их будут называть онлайн-организмы (onlinorg).

Выводы. Естественно, менять названия продуктов с обозначением «цифровой» никто не будет, но необходимо понимать, что метафора «цифровой» подразумевает «двоичный», а данные представляют знаки в двоичной форме, которые могут отображать любые качественные и/или количественные величины. Например, это могут быть числовые, лингвистические и/или графические знаки, а также иные знаки. В связи с этим, лицам, принимающим решения, необходимо более тщательно относиться к терминам, обозначающим инновационные продукты, т.е. учитывать «исправление имен», о котором говорили еще Платон и Конфуций. Цифровая трансформация должна начинаться с глоссариев, тезаурусов и онтологий предметных областей.

Список ссылочных публикаций

1. Громова Л. Математика в древней и средневековой Индии (25 мар 2011) URL: https://vk.com/topic-11737981_24311235 (17.09.2021).
2. O'Connor J.J., Robertson E.F. The Arabic numeral system. URL: http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/HistTopics/Arabic_numerals.html
3. Колибаба С. Цифра – этимология. (2015 г.) URL: <https://proza.ru/2015/11/27/1534> (17.09.2021).
4. Katz V.J. A History of Mathematics: An Introduction. Reading, MA: Addison Wesley, 1998. 880 p.
5. Черникова Н. Числа и цифры // Наука и жизнь. 2010. №4. URL: http://www.gramota.ru/biblio/magazines/nauka_i_zhizn/28666 (17.09.2021).
6. Демпан И.Я. История арифметики. М.: Просвещение, 1965.
7. Банкова Л.Л. Арабские и римские цифры как часть китайской семиотической системы // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Гуманит. науки. 2020. Т. 162, кн. 5. С. 249–260.
8. Чжан Ц. Примеры использования сучжоуских цифр и анализ их значения // Цзянсу шанлунь. 2006. № 8. С. 157–159.
9. Березкина Э.И. Математика древнего Китая. М.: Наука, 1980. 312 с.
10. Нестеров А. В. Парадоксальная логика Книги Перемен. Саарбрюкен: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. 246 с.
11. Nicholas Negroponte. Being double digital. URL: <https://habr.com/ru/company/philtech/blog/354418/> (17.09.2021).
12. Tapscott, D., The Digital Economy: Promise and Peril In The Age of Networked Intelligence, McGrawHill, 1995. 342 p.
13. Козырев А.Н. Цифровая экономика и цифровизация в исторической ретроспективе (Nov 11, 2017) URL: <https://medium.com/cemi-ras/цифровая-экономика-и-цифровизация-в-исторической-ретроспективе-1ad034c16373> (17.09.2021).
14. Котельников В.А. О пропускной способности «эфира» и проволоки в электросвязи // Материалы к I Всесоюзному съезду по вопросам технической реконструкции дела связи и развития слаботочной промышленности. М.: Управление связи РККА, 1933, С. 1–19.
15. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. URL: <http://ets.ifmo.ru/denisov/dsp/lec1.htm> (17.09.2021).

16. Н. Nyquist. «Certain topics in telegraph transmission theory». Trans. AIEE, vol. 47, pp. 617–644, Apr. 1928.

17. Tasha Fridrih. Первая электронная вычислительная машина с двоичной системой счисления. Забытый проект ABC 30 марта 2016. URL: <https://habr.com/ru/company/ua-hosting/blog/392105/> (17.09.2021).

18. Китов А.И. Электронные цифровые машины. М.: Советское радио, 1956. 358 с.

19. Satoshi Nakamoto. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. 2008. 9 с.

20. Технология блокчейн: то, что движет финансовой революцией сегодня / Дон Тапскотт, Алекс Тапскотт (2016); [пер. с англ. К. Шашковой, Е. Ряхиной]. М.: Эксмо, 2017. 270 с.