



Д. М. Златопольский

Музей истории вычислительной техники школы № 1530 «Школа Ломоносова», г. Москва, Россия

В. В. Шилов

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Россия

ИЗ ИСТОРИИ ДВОИЧНОЙ СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ. ТОМАС ХАРРИОТ

Аннотация

В статье впервые в русскоязычной литературе приведен анализ трудов английского математика, географа и астронома Томаса Харриота (1560–1621), связанных с двоичной системой счисления. Приведены представленные в его трудах различные варианты двоичной записи чисел, примеры перевода десятичного числа в двоичное и обратно, примеры четырех арифметических действий в двоичной системе счисления, методы выполнения которых совпадают с современными, а также пример умножения оригинальным методом, название которого на латыни можно перевести как «другой метод — последовательного сложения». Все это позволяет сделать вывод о том, что Томас Харриот описал двоичную систему счисления раньше великого немецкого ученого Готфрида Вильгельма Лейбница, сделавшего это в своей работе «Explication de l'Arithmétique Binaire...» в 1703 году.

Ключевые слова: история информатики, двоичная система счисления, Томас Харриот.

DOI: 10.32517/2221-1993-2020-19-6-19-23

В большинстве источников можно найти информацию о том, что современная двоичная система счисления была впервые описана великим немецким ученым Готфридом Вильгельмом Лейбницем в 1703 году в работе «Explication de l'Arithmétique Binaire...» [5]. Однако это не совсем так. Двоичную систему описывали и до Лейбница. В качестве примера можно привести работы Томаса Харриота.

Томас Харриот (1560–1621) — английский математик, географ и астроном, воспитанник Оксфордского университета, составитель ценного описания и карты исследованной им в 1585–1586 годах части Северной Америки (в настоящее время — штат Северная Каролина, США), карты Луны, которую он наблюдал через зрительную трубу в одно время с Галилеем [1, 2], и, наконец, автор труда «Artis Analyticae Praxis» («Применение аналитического искусства к решению алгебраических уравнений») [7],

изданного в Лондоне спустя 10 лет после его смерти в 1631 году. В последнем сочинении, во многом примыкающем к алгебраическим трудам Ф. Виета, Харриот поставил себе задачей изложить «аналитическое искусство» своего предшественника легче и проще для понимания и применения. Именно в этом сочинении он первым предложил использовать математические знаки «>» и «<» [3]. Ученый прожил очень бурную жизнь [9]: он участвовал в экспедициях в Америку, был заключен в тюрьму по подозрению в участии в знаменитом Пороховом заговоре*...

Харриот, оставивший несколько тысяч страниц рукописей, при жизни свои работы по математике и астро-

* И еще. Он был, вероятно, первым человеком, который умер от курения. Дело в том, что именно Харриот привез из Америки табак, всячески его пропагандировал и постоянно курил трубку. В результате у него развился рак кожи...

Контактная информация

Златопольский Дмитрий Михайлович, канд. тех. наук, доцент, руководитель музея истории вычислительной техники, школа № 1530 «Школа Ломоносова», г. Москва, Россия; *адрес:* 107014, Россия, г. Москва, ул. Егерская, д. 4; *e-mail:* zlatonew@gmail.com

Шилов Валерий Владимирович, канд. тех. наук, ст. научный сотрудник, профессор, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Россия; *адрес:* 101000, Россия, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20; *e-mail:* valery-54@yandex.ru

D. M. Zlatopolski

School 1530 "Lomonosov School", Moscow, Russia

V. V. Shilov

National Research University "Higher School of Economics", Moscow, Russia

FROM THE HISTORY OF THE BINARY NUMBER SYSTEM. THOMAS HARRIOT

Abstract

For the first time in the Russian-language literature, the article analyzes the works of the English mathematician, geographer and astronomer Thomas Harriot (1560–1621) related to the binary number system. The various variants of the binary notation of numbers presented in the works, examples of converting a decimal number to a binary number and vice versa, examples of four arithmetic operations in the binary number system, the execution methods of which coincide with modern ones, as well as an example of multiplication by an original method, the name of which can be translated in Latin as "another method is sequential addition" are given. All this allows us to conclude that Thomas Harriot described the binary number system earlier than the great German scientist Gottfried Wilhelm Leibniz, who did so in his work "Explication de l'Arithmétique Binaire" in 1703.

Keywords: informatics history, binary number system, Thomas Harriot.

<i>a</i>	1
<i>b</i>	2
<i>ab</i>	$1 + 2 = 3$

<i>a</i>	1
<i>b</i>	2
<i>c</i>	4
<i>ab</i>	$1 + 2 = 3$
<i>ac</i>	$1 + 4 = 5$
<i>bc</i>	$2 + 4 = 6$
<i>abc</i>	$1 + 2 + 4 = 7$

<i>a</i>	1
<i>b</i>	2
<i>c</i>	4
<i>d</i>	8
<i>ab</i>	$1 + 2 = 3$
<i>ac</i>	$1 + 4 = 5$
<i>ad</i>	$1 + 8 = 9$
<i>bc</i>	$2 + 4 = 6$
<i>bd</i>	$2 + 8 = 10$
<i>cd</i>	$4 + 8 = 12$
<i>abc</i>	$1 + 2 + 4 = 7$
<i>abd</i>	$1 + 2 + 8 = 11$
<i>acd</i>	$1 + 4 + 8 = 13$
<i>bcd</i>	$2 + 4 + 8 = 14$
<i>abcd</i>	$1 + 2 + 4 + 8 = 15$

<i>a</i>	1
<i>b</i>	2
<i>c</i>	4
<i>d</i>	8
<i>e</i>	16
<i>ab</i>	$1 + 2 = 3$
<i>ac</i>	$1 + 4 = 5$
<i>ad</i>	$1 + 8 = 9$
<i>ae</i>	$1 + 16 = 17$
<i>bc</i>	$2 + 4 = 6$
<i>bd</i>	$2 + 8 = 10$
<i>be</i>	$2 + 16 = 18$
<i>ce</i>	$4 + 16 = 20$
<i>de</i>	$8 + 16 = 24$
<i>abc</i>	$1 + 2 + 4 = 7$
<i>abd</i>	$1 + 2 + 8 = 11$
<i>abe</i>	$1 + 2 + 16 = 19$
<i>acd</i>	$1 + 4 + 8 = 13$
<i>ace</i>	$1 + 4 + 16 = 21$
<i>ade</i>	$1 + 8 + 16 = 25$
<i>bcd</i>	$2 + 4 + 8 = 14$
<i>bce</i>	$2 + 4 + 16 = 22$
<i>cde</i>	$4 + 8 + 16 = 28$
<i>abcd</i>	$1 + 2 + 4 + 8 = 15$
<i>abce</i>	$1 + 2 + 4 + 16 = 23$
<i>abde</i>	$1 + 2 + 8 + 16 = 27$
<i>acde</i>	$1 + 4 + 8 + 16 = 29$
<i>bcde</i>	$2 + 4 + 8 + 16 = 30$
<i>abcde</i>	$1 + 2 + 4 + 8 + 16 = 31$

Рис. 3. «Реконструированный» вариант рисунка 2

то знак «+» на рисунке 4 будет соответствовать тому, что «Да, этот символ (буква) используется в комбинации чисел на рисунке 3», и знак «-» — что «Нет, не используется». Это значит, что можно говорить о двоичном представлении чисел.

В конце Харриот приводит вариант таблицы, представленный на рисунке 5.

Рассуждая аналогично, но считая, что $a = 4$, $b = 2$, $c = 1$, можно утверждать, что в последней таблице представлены записи десятичных чисел, равные сумме элементов, обозначенных знаком «+». Такое представление совпадает с двоичной записью чисел 7, 6, ..., 0 с использованием цифр 0 и 1:

111
110
101
100
011
010
001
000

В записях Харриота имеются также примеры перевода чисел из десятичной системы счисления в двоичную и обратно (рис. 6) и примеры вычислений в двоичной системе — сложения, вычитания и умножения (рис. 7).

Анализ показывает, что эти методы аналогичны современным. Так, на рисунке 8 представлен реконструированный авторами пример перевода десятичного числа 109 в двоичную систему счисления и обратно.

-	-	-	+	+	+
-	-	+	+	+	-
+	+	-	+	-	+
+	+	+	+	-	-
-	+	-	-	+	+
-	+	+	-	+	-
+	-	-	-	-	+
+	-	+	-	-	-

Рис. 4. Представление чисел от 0 до 7

Рис. 5. Представление чисел от 7 до 0 (вариант 2)

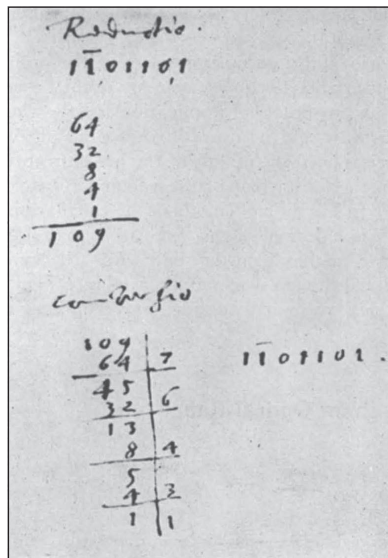


Рис. 6. Примеры перевода чисел из десятичной системы в двоичную и обратно

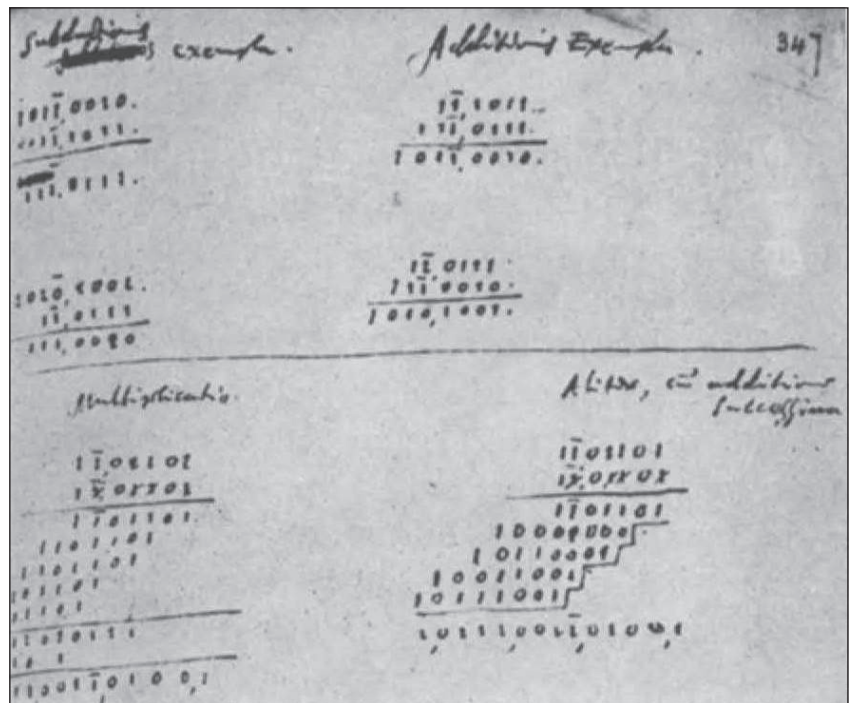


Рис. 7. Примеры вычитания, сложения и умножения в двоичной системе счисления

Conversio*

109		
64	7	1101101
45		
32	6	
13		
8	4	
5		
4	3	
1	1	

Рис. 8. Реконструированный пример перевода десятичного числа 109 в двоичную систему

Видно, что применен уже упоминавшийся метод выделения максимальных степеней двойки (цифрами справа показаны показатели степеней, которые потом используются для записи единиц в двоичном представлении).

На рисунке 9 приведен пример преобразования двоичного числа 1101101 в десятичное (происходит сложение весовостей разрядов — степеней двойки в разрядах с единицей).

Reductio

1101101
64
32
8
4
1
109

Рис. 9. Реконструированный пример перевода двоичного числа 1101101 в десятичную систему

На рисунках 10–12 представлены примеры вычитания, сложения и умножения двоичных чисел.

Subductionis exempla

10110010	10101001
111011	110111
1110111	1110010

Рис. 10. Реконструированные примеры вычитания двоичных чисел

Additionis exempla

111011	110111
1110111	1110010
10110010	10101001

Рис. 11. Реконструированные примеры сложения двоичных чисел

Multiplicatio

1101101
1101101
1101101
1101101
1101101
1101101
1101101
10111001101001

Рис. 12. Реконструированный пример умножения двоичных чисел

Обратим внимание на отсутствие в приведенных примерах знаков операций.

Описан также оригинальный метод умножения, название которого на латыни можно перевести как «другой метод — последовательного сложения» (рис. 13).

Анализ показывает, что при вычислениях по этому методу происходит «снос» одной или двух цифр первого

* Все заголовки реконструированных примеров приводятся на латыни, как в оригинале.

Aliter, cum additione successiva

```

1101101
1101101
1101101
10001000
10110001
10011001
10111001
10111001101001

```

Рис. 13. Реконструированный пример оригинального метода умножения двоичных чисел

множителя в результат и сложение «оставшегося» числа с первым множителем. Затем последовательно с первым множителем складываются промежуточные суммы (также без одной или двух цифр). После последнего сложения получается искомый результат.

Опишем метод Харриота применительно к приведенному примеру подробно:

1. Первый множитель умножается на первую справа цифру второго множителя.
2. Так как во втором множителе вторая справа цифра — 0, то в результат «сносятся» две последние цифры числа, полученного на этапе 1 (01).
3. Оставшееся без «снесенных» цифр только что указанное число (11011) складывается с первым множителем — получается 10001000.
4. Так как во втором множителе четвертая справа цифра — 1, то в результат «сносятся» одна последняя цифра полученной суммы (0).
5. Оставшееся число (1000100) складывается с первым множителем — получается 10110001.
6. Так как во втором множителе пятая справа цифра — 0, то в результат «сносятся» две последние цифры полученного результата (01).
7. Оставшееся число (101100) складывается с первым множителем — получается 10011001.
8. Так как во втором множителе седьмая справа цифра — 1, то в результат «сносятся» одна последняя цифра полученного результата (1).

9. Оставшееся число (1001100) складывается с первым множителем — получается 10111001.

10. Все цифры второго множителя учтены — вся последняя сумма «сносится» в итоговый результат.

Можно сказать, что определенными преимуществами этого метода является то, что складываются только по два числа и что в результате иногда получаются сразу две цифры результата (при традиционном методе умножения, показанном на рисунке 12, сначала многократно выписывается первый множитель, после чего результат определяется однократным сложением всех цифр по разрядам).

В заключение заметим, что двоичная система счисления «до Лейбница» была представлена в работах и ряда других ученых. О них авторы планируют подготовить отдельную статью.

Список использованных источников

1. Alexander A. R. Lunar maps and coastal outlines: Thomas Harriot's mapping of the Moon // *Studies in History and Philosophy of Science*, 1998. Vol. 29. P. 345–368. DOI: 10.1016/S0039-3681(98)00011-9
2. Bloom T. F. Borrowed perceptions: Harriot's maps of the Moon // *Journal for the history of astronomy*, 1978. Vol. 9. P. 117–122. DOI: 10.1177/002182867800900203
3. Cajori F. A History of Mathematical Notations. Vol. 1. 1928.
4. Glaser A. History of binary and other nondecimal numeration. 1981. DOI: 10.2307/3104691
5. Leibnitz, Godefroy-Guillaume. Explication de l'Arithmétique Binaire... // *Mémoires de mathématique et de physique de l'Académie royale des sciences*, Académie royale des sciences, 1703. P. 85–89.
6. Pepper J. V. The study of Thomas Harriot's manuscripts. II. Harriot's unpublished papers // *History of science*, 1967. Vol. 6. P. 17–40. DOI: 10.1177/007327536700600102
7. Seltman M., Goulding R. (eds.). Thomas Harriot's *Artis Analyticae Praxis: An English Translation with Commentary*. Springer, 2007.
8. Shirley J. W. Binary numeration before Leibniz // *American Journal of Physics*, 1951. Vol. 19. P. 452–454. DOI: 10.119/1.1933042
9. Shirley J. W. Thomas Harriot: a biography. Oxford, 1983.
10. Tanner R. C. H. The study of Thomas Harriot's manuscripts. I. Harriot's will // *History of science*, 1967. Vol. 6. P. 1–16. DOI: 10.1177/007327536700600101

ПОДПИСКА

Журнал «Информатика в школе»

Индексы подписки (агентство «Роспечать»)
на 2-е полугодие 2020 года

- 81407 — для индивидуальных подписчиков
- 81408 — для организаций

Периодичность выхода: 5 номеров в полугодие (в июле не выходит)

Редакционная стоимость:

индивидуальная подписка — 150 руб.

подписка для организаций — 300 руб.