

# «Мир информатики»

Журнал для тех, у кого информатика – любимый школьный предмет

Выпуск № 69, август 2022 г.

## Спасибо вам, уважаемые коллеги!

За активную работу с учащимися по материалам интернет-журнала “Мир информатики” издательство «Образование и информатика» и редакция журнала “Информатика в школе” выражают благодарность:

- Балка Ольге Олеговне, Ставропольский край, г. Зеленокумск, школа № 11;
- Брунову Александру Сергеевичу, средняя школа села Ириновка, Новобурасский р-н Саратовской обл.;
- Букиной Елене Юрьевне, г. Зеленокумск Ставропольского края, школа № 1;
- Букиной Елене Юрьевне, г. Зеленокумск Ставропольского края, школа № 2;
- Вознесенской Марине Васильевне, Иркутская обл., г. Слюдянка, школа № 2
- Волковой Татьяне Петровне, Владимирская обл., г. Струнино, школа № 11;
- Волкову Андрею Юрьевичу, Владимирская обл., г. Александров, школа № 3;
- Волкову Юрию Павловичу, Владимирская обл., г. Струнино, школа № 11;
- Дгебуадзе З.А., Ставропольский край, г. Зеленокумск, школа № 14;
- Дикову Андрею Валентиновичу, г. Пенза, школа № 73;
- Елистратовой Анжелике Александровне, Московская обл., г. Мытищи, ЧУОШ «Логос М»;
- Зудину Василию Павловичу, Ардатовский областной многопрофильный техникум, поселок Ардатов Нижегородской обл.;
- Каменецкой Татьяне Семёновне, Москва, школа № 1530 «Школа Ломоносова»;
- Козыревой Людмиле Владимировне, Ставропольский край, поселок Селивановка, основная школа № 16;
- Комбаровской Светлане Ивановне, г. Воронеж, лицей № 2;
- Косенко Елене Викторовне, Ставропольский край, г. Зеленокумск, школа № 12;
- Лукьяновой Наталии Владимировне, Барнаульский государственный педагогический колледж;
- Муравьевой Ольге Викторовне, средняя школа деревни Муравьево, Вологодская обл.;
- Пичугину Виталию Владимировичу, средняя школа рабочего поселка Пинеровка, Саратовская обл., Балашовский р-н;
- Порываевой Нафисе Сабитовне, Республика Татарстан, Мамадышский р-н, совхоз “Мамадышский”, политехнический колледж;
- Савченко Елене Александровне, Ставропольский край, село Солдато-Александровское, школа № 6;
- Тощевой Татьяне Валентиновне, Владимирская обл., г. Карabanово, школа № 7 им. А.П. Чулкова;
- Фирсовой Марии Николаевне, Волгоградская обл., г. Фролово, школа № 1 имени А.М. Горького;
- Цапиной Таисии Александровне, Владимирская обл., Александровский р-н, г. Карabanово, школа № 7;
- Ярцевой Ольге Владимировне, г. Ярославль, школа № 33.

## Из истории двоичной системы счисления. Томас Харриот

Д.М. Златопольский,  
В.В. Шилов

В большинстве источников можно найти информацию о том, что современная двоичная система была впервые описана великим немецким учёным 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.



Рис. 1. Томас Харриот

Томас Харриот (1560–1621) — английский математик, географ и астроном, воспитанник Оксфордского университета, составитель ценного описания и карты исследованной им в 1685-1686 гг. части Северной Америки (в настоящее время — штат Северная Каролина США), карты Луны, которую он наблюдал через зрительную трубу в одно время с Галилеем [2, 1], 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 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].

Учёный прожил очень бурную жизнь [9]: он участвовал в экспедициях в Америку, был заключен в тюрьму по подозрению в участии в знаменитом Пороховом заговоре...<sup>1</sup>

Харриот, оставивший несколько тысяч страниц рукописей, при жизни свои работы по математике и астрономии не публиковал. В силу различных обстоятельств многие его труды не увидели свет ещё целых три с половиной столетия; их научно подготовленные публикации стали появляться только в конце XX века [10, 6].

В рукописях Харриота есть записи, которые показывают его интерес к двоичной системе счисления. Впервые они были опубликованы в 1951 г. биографом Харриота и исследователем

<sup>1</sup> И ещё. 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 развился рак кожи...

его научного наследия Джоном Ширли [8]. Эти записи также приведены и проанализированы в книге [4].

В одной из рукописей учёного приведена, без комментариев, следующая таблица:

		16	16
1	1	17	16 + 1
2	2	18	16 + 2
3	2 + 1	19	16 + 2 + 1
4	4	20	16 + 4
5	4 + 1	21	16 + 4 + 1
6	4 + 2	22	16 + 4 + 2
7	4 + 2 + 1	23	16 + 4 + 2 + 1
8	8	24	16 + 8
9	8 + 1	25	16 + 8 + 1
10	8 + 2	26	16 + 8 + 2
11	8 + 2 + 1	27	16 + 8 + 2 + 1
12	8 + 4	28	16 + 8 + 4
13	8 + 4 + 1	29	16 + 8 + 4 + 1
14	8 + 4 + 2	30	16 + 8 + 4 + 2
15	8 + 4 + 2 + 1	31	16 + 8 + 4 + 2 + 1

Можно сказать, что в таблице приведены представления чисел от 1 до 31 в виде суммы степеней числа 2 (1, 2, 4 и т. д.). Как известно, такие представления используются при переводе десятичных чисел в двоичную систему счисления методом выделения максимальных степеней двойки.

На следующих примерно ста страницах рукописи приведены различные варианты табличного представления всех подмножеств из  $n$  предметов для  $n = 1, 2, 3, 4$  и 5 (после чего следует сокращение «и т. д.»). Первая такая таблица имеет вид, показанный на рис. 2.

a	1	a		a
		b		b
		c		c
a		d		d
b	3	ab		e
ab		ac		ab
		ad		ac
		bc	15	ad
a		bd		ae
b		cd		bc
c		abc		bd
ab	7	abd		be
ac		acd		cd
bc		bcd		ce
abc		abcd		de
				abc
				abd
				abe
				acd
				ace
				ade
				bcd
				bce
				bde
				cde
				abcd
				abce
				abde
				acde
				bcde
				abcde
				31

Анализ показывает, что в ней приведены представления десятичных чисел с использованием цифр  $a, b, c, d$  и  $e$  равных, соответственно, 1, 2, 4, 8 и 16, и каждое число равно сумме значений цифр. Например, число 3 записывается в виде  $ab$  ( $1 + 2$ ), число 6 как  $bc$  ( $2 + 4$ ), число 25 —  $ade$  ( $1 + 8 + 16$ ) и т. п.

Рис. 2. Одна из страниц рукописи

Всю таблицу можно представить в виде:

$a$	1
$b$	2
$ab$	$1 + 2 = 3$

$a$	1
$b$	2
$c$	4
$ab$	$1 + 2 = 3$
$ac$	$1 + 4 = 5$
$ad$	$1 + 8 = 9$
$\underline{bc}$	$2 + 4 = 6$
$\underline{bd}$	$2 + 8 = 10$
$\underline{cd}$	$4 + 8 = 12$
$abc$	$1 + 2 + 4 = 7$
$abd$	$1 + 2 + 8 = 11$
$acd$	$1 + 4 + 8 = 13$
$bcd$	$2 + 4 + 8 = 14$
$abcd$	$1 + 2 + 4 + 8 = 15$

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

Рис. 3. «Реконструированный» вариант рис. 2

Видно, что приведены представления чисел в виде суммы степеней числа 2.

Через несколько страниц Харриот описывает другой вариант представления чисел. Он также приводит примеры для случаев от  $n = 1$  до  $n = 5$  (и также с фразой «и т. д.»). Чтобы проиллюстрировать этот вариант, покажем случай для  $n = 3$ :

-	-	+	}	7
+	+	-		
+	+	+		
-	+	-		
-	+	+		
+	-	-		
+	-	+		
+	-	+		

Рис. 4. Представление чисел от 0 до 7

Видимо, Харриот имел в виду следующее. Если условно обозначить столбцы слева направо —  $a$ ,  $b$ , и  $c$ , то знак «+» на рис. 4 будет соответствовать тому, что «Да, этот символ (буква) используется в комбинации чисел на рис. 3» и знак «-» — как «Нет, не используется». Это значит, что можно говорить о двоичном представлении чисел.

В конце Харриот приводит такой вариант таблицы:

+	+	+	7
+	+	-	
+	-	+	
+	-	-	
-	+	+	
-	+	-	
-	-	+	
-	-	-	

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

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).

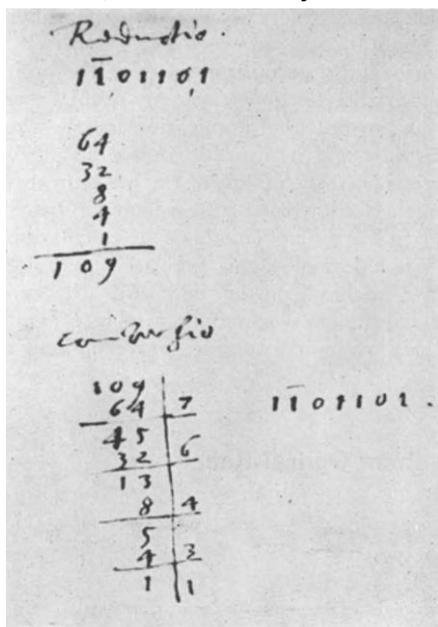


Рис. 6. Примеры перевода чисел из десятичной системы в двоичную и обратно

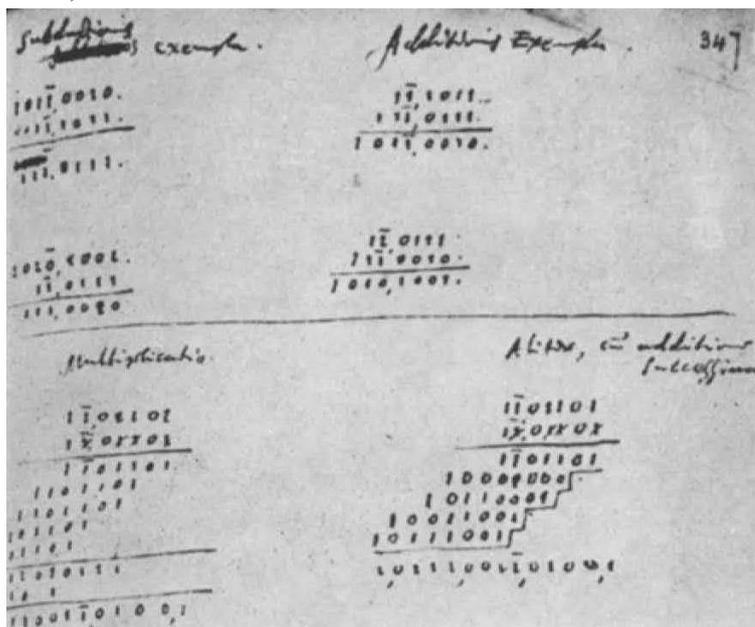


Рис. 7. Примеры вычитания, сложения и умножения в двоичной системе счисления

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

*Conversio<sup>2</sup>*

109		
<u>64</u>	7	1101101
45		
<u>32</u>	6	
13		
<u>8</u>	4	
5		
<u>4</u>	3	
1	1	

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

Видно, что применён уже упоминавшийся метод выделения максимальных степеней двойки (цифрами справа показаны увеличенные на 1 показатели степеней числа 2, которые потом используются для записи единиц в двоичном представлении).

На рис. 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
<u>1</u>
109

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

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

*Subductionis exempla*

10110010	10101001
<u>111011</u>	<u>110111</u>
1110111	1110010

*Рис. 10. Реконструированные примеры вычитания двоичных чисел*

---

<sup>2</sup> Все заголовки реконструированных примеров приводятся на латыни, как в оригинале.

### *Additionis exempla*

$$\begin{array}{r} 111011 \\ \underline{1110111} \\ 10110010 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 110111 \\ \underline{1110010} \\ 10101001 \end{array}$$

*Рис. 11. Реконструированные примеры сложения двоичных чисел*

### *Multiplicatio*

$$\begin{array}{r} 1101101 \\ \underline{1101101} \\ 1101101 \\ 1101101 \\ 1101101 \\ 1101101 \\ \underline{1101101} \\ 10111001101001 \end{array}$$

*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).

### *Aliter, cum additione successiva*

$$\begin{array}{r} 1101101 \\ \underline{1101101} \\ 110110\mathbf{1} \\ 1000100\mathbf{0} \\ 1011000\mathbf{01} \\ 1001100\mathbf{1} \\ \underline{10111001} \\ 10111001\mathbf{101001} \end{array}$$

*Рис. 13. Реконструированный пример оригинального метода умножения двоичных чисел*

Анализ показывает, что при вычислениях по этому методу происходит «снос» одной или двух цифр первого 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 «сносённых» цифр только что указанное число (11011) складывается с первым множителем — получается 10001000.

4. Так как во втором множителе четвёртая справа цифра — 1, то в результат «сносится» 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 «сносится» 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 рис. 12, сначала многократно выписывается первый множитель, после чего результат определяется однократным сложением всех цифр по разрядам).

#### **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. Pp. 1–16. DOI: 10.1177/007327536700600101.

## Из истории двоичной системы счисления. Хуан Карамюэль

Д.М. Златопольский,  
В.В. Шилов

Как отмечалось в предыдущей статье, хотя в некоторых источниках можно найти утверждение, что современная двоичная система была впервые описана великим немецким учёным Готфридом Вильгельмом Лейбницем в 1703 году в статье «Explication de l'Arithmétique Binaire» [7], это не совсем так. Двоичная система была известна и до Лейбница: в качестве примера приводилась и описывалась работа Томаса Харриота. В данной статье рассказывается о вкладе испанского полимата<sup>3</sup> Хуана Карамюэля (Juan Caramuel y Lobkowitz, 1606–1682) (рис. 1).



Рис. 1. Хуан Карамюэль

Он родился в Мадриде и с детства отличался необыкновенными способностями к наукам, особенно к математике – в десять лет он уже опубликовал рассчитанные им астрономические таблицы! Юный вундеркинд был замечен учёными монахами, он был принят в цистерцианский орден и сделал блестящую церковную карьеру. В разное время Карамюэль служил аббатом в Шотландии, настоятелем монастыря в Вене, главным викарием архиепископа Праги, епископом в Отранто и Виджевано (Италия). Во время пребывания в Праге он показал себя как отважный воин: когда в 1648 году в ходе Тридцатилетней войны город осадили шведские войска, он вооружил и возглавил отряд священнослужителей [6].

Но все-таки главной страстью в его жизни была наука.

Как и многие учёные того времени, Карамюэль был настоящим энциклопедистом. Он знал множество языков, включая не только латынь и древнегреческий, но и древнееврейский, арабский и китайский (и даже составлял его грамматику). Подсчитано, что он опубликовал не менее 262 работ по астрономии, физике, математике, логике, а также по архитектуре, военному делу, грамматике, политике, ораторскому искусству, каноническому праву и др.

Вероятно, одной из самых известных работ Карамюэля, является опубликованная в 1670 году книга «Mathesis biceps vetus et nova» («Два лика математики – старый и новый») [4] – см. рис. 2. Некоторые историки считают ее самым полным сводом математических знаний того времени. В ней он описал применение десятичной системы счисления с использованием арабских цифр в различных отраслях науки, культуры и техники, а в первой главе «Arithmetica» – рассмотрел и обсудил системы счисления с различными основаниями<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Полимат (*polymathēs*, греч. πολυμαθής – от πολυ – «много» и μαθής – «занятия») – «универсальный человек», энциклопедист, человек эпохи Возрождения, тот, чьи интеллектуальные способности, интересы и деятельность не ограничены одной областью знаний и единственной областью их применения.

<sup>4</sup> Всего в книге 40 глав.



Рис. 2. Титульный лист книги Карамюэля

Описание двоичной системы занимало несколько страниц первой главы книги. В частности, была приведена таблица двоичных представлений чисел от 1 до 32 (см. рис. 3).

o	o	aoooo	16
a	1	aoooo	17
ao	2	aooao	18
aa	3	aooaa	19
aoo	4	aoaoo	20
aoa	5	aoaao	21
aoa	5	aoaao	22
aoa	5	aoaao	23
aoa	5	aoaao	24
aoa	5	aoaao	25
aoa	5	aoaao	26
aoa	5	aoaao	27
aoa	5	aoaao	28
aoa	5	aoaao	29
aoa	5	aoaao	30
aoa	5	aoaao	31
aoa	5	aoaao	32. &c.

Рис. 3. Таблица с двоичной записью чисел

Видно, что при записи чисел вместо цифр 0 и 1 использовались, соответственно, буквы o и a.

Представлена также таблица значения степеней двойки от нулевой до 50-й (1 125 899 906 842 624).

Интересным является изображение из книги, показанное на рис. 4.

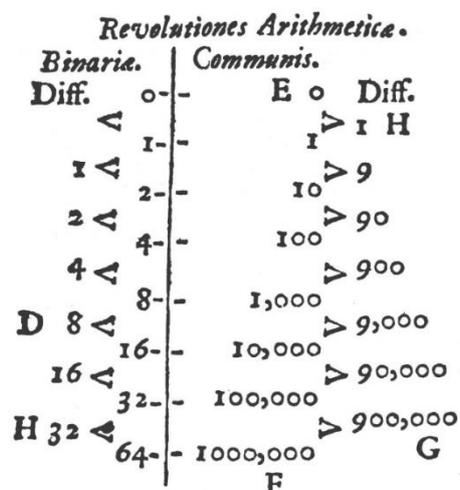


Рис. 4. Сравнение двоичной и десятичной систем

Информацию на рис. 4 можно представить в виде следующей таблицы:

Двоичная система			Количество конечных нулей в записи	Десятичная система	
Увеличение значения	Соответствующее десятичное значение	Двоичное число		Соответствующее значение	Увеличение значения
	1	1	0	1	
1	2	10	1	10	9
2	4	100	2	100	90
4	8	1000	3	1000	900
8	16	10000	4	10000	9000
16	32	100000	5	100000	90000
32	64	1000000	6	1000000	900000

Можно сказать, что автор проводит сравнение значений, которые можно получить при добавлении одного разряда в записи чисел в двоичной и десятичной системах, и показывает, что в десятичной системе такое добавление гораздо эффективнее, то есть запись одного и того числа в двоичной системе получается гораздо «длиннее». Карамюэль не только описал двоичную систему, но и высказал предположение о её возможном использовании, в частности, в музыке.

Таблицы, аналогичные таблице на рис. 2 и таблице степеней двойки, приведены также для троичной (с «цифрами» *o, a, b*, обозначающими, соответственно 0, 1 и 2), и четверичной (с «цифрами» *o, a, c, i*) систем. Для систем счисления от пятеричной до девятеричной Карамюэль дает только таблицу степеней оснований этих систем.

Затем в книге была подробно рассмотрена десятичная система с использованием арабских цифр 0–9 (относительно новая для того времени!).

Интересно, что, приводя далее в разделах, связанных с двенадцатеричной и шестидесятеричной системами, значения степеней чисел 12 и 60, Карамюэль записывает

показатели степени по-разному: в первом случае – арабскими цифрами (от 1 до 6), во втором – «по старинке» – римскими (от I до VII).

Гораздо менее известно, что к идее рассмотреть двоичную систему счисления Карамюэль пришел как минимум на 30 лет раньше. О системах нумерации с разными основаниями, в том числе двоичной, он писал еще в сочинении «*Mathesis audax*» («Дерзновенная математика») [3], увидевшем свет в 1644 году. Правда, примеров записи чисел в двоичной системе в нем не было. Отметим, что такое название было вполне оправдано, поскольку Карамюэль впервые, задолго до работ Лейбница, поставил в нем вопрос о необходимости создания «универсального языка» науки, в основе которого лежала бы математика. В этом труде он призывал широко использовать язык математики для решения задач в логике, физике и даже... в богословии, и давал примеры (с сегодняшней точки весьма наивные) таких решений с помощью чисел и линий<sup>5</sup>.

В заключение заметим, что данное Карамюэлем в 1670 году описание двоичной системы стало *первым, опубликованным в печати*. В то время контакты между учёными не были слишком интенсивными, как правило, – личными, по переписке. А если не было личной связи, то ни о полученных коллегами результатах, ни о выходе у них книг другие учёные могли и не знать. Да и в принципе, как мы видели на примере Томаса Харриота, авторы не всегда публиковали свои открытия. Поэтому некоторые идеи «переоткрывались» по многу раз независимо разными людьми. С двоичной системой как раз это и произошло. Мысль представлять числа двумя цифрами начиная с XVII в. неоднократно возникала у европейских учёных – Харриота, независимо от него Карамюэля, да и некоторых других [6]. Однако книга Карамюэля «*Mathesis biceps vetus et nova*» европейским учёным была прекрасно известна, и, судя по всему, Лейбниц её знал [1].

При этом следует обязательно сказать, что в глазах учёных того времени двоичная система явно не представляла практического значения (например, для производства вычислений), и виделась им лишь неким математическим курьёзом. Возможно, поэтому новаторская идея Карамюэля и не вызвала большого интереса современников. И только работа Лейбница, бывшего не только великим математиком, но и не менее великим философом, и который пришёл к рассмотрению двоичной системы в силу своих философских воззрений, заставила математиков обратить на неё внимание.

### Литература

1. *Ares J., Lara J., Lizcano D. et al.* Who Discovered the Binary System and Arithmetic? Did Leibniz Plagiarize Caramuel? // *Science and Engineering Ethics*, 2018. Vol. 24. P. 173–188. DOI: [10.1007/s11948-017-9890-6](https://doi.org/10.1007/s11948-017-9890-6).
2. *Caramuel y Lobkowitz, Juan.* *Arquitectura civil recta y oblicua...* Vigevano, 1678.
3. *Caramuel, Ioanne.* *Mathesis audax...* Lovanii, 1644.
4. *Caramuelis, Ioannis.* *Mathesis biceps vetus et nova...* Campania, 1670.
5. *Glaser A.* History of binary and other nondecimal numeration. 1981. DOI: 10.2307/3104691.
6. *Juan Caramuel Lobkowitz: The Last Scholastic Polymath.* Prague, 2008.
7. *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.

---

<sup>5</sup> А еще в одном сочинении Карамюэль разработал основанную на математических законах теорию архитектурных сооружений [2].

# «Совершенная арифметика» Вацлава Йозефа Пеликана

Златопольский Д.М.

## О том, как автор статьи всё узнал

В 1971 году Антон Глазер, профессор математики Пенсильванского университета (США) опубликовал книгу [1] «History of binary and other nondecimal numeration» («История двоичной и других недесятичных систем счисления»). Этот фундаментальный труд, выдержавший два издания, включает подробный обзор всех известных работ по истории недесятичных систем счисления с конца XVI века до момента появления компьютеров. Только библиографический список содержит около 250 источников!

На стр. 83 упомянутой книги можно прочесть: «Чарльз Хаттон в 1815 году опубликовал “Математический и физический словарь”<sup>6</sup>. Он объясняет понятие “двоичная арифметика” как “... разновидность арифметики, которая ... лучше, чем обычная, приспособлена для исследования свойств чисел ...”».

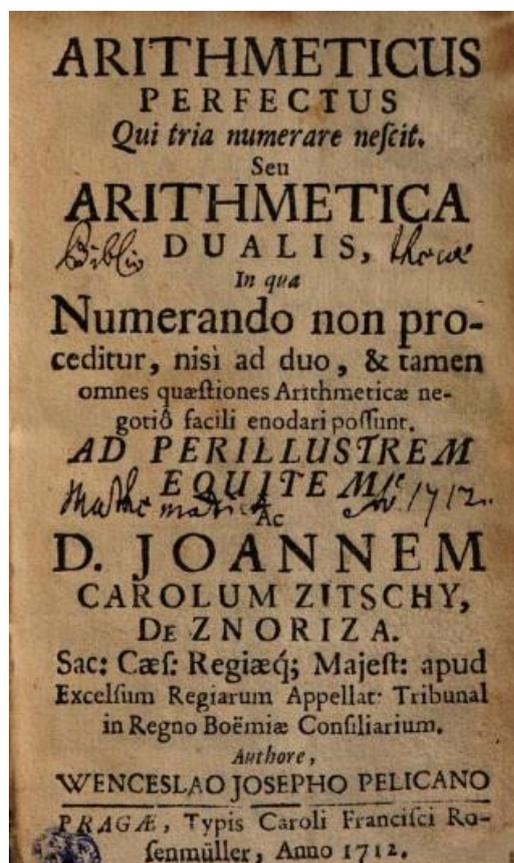


Рис. 1

Автор этой статьи ознакомился с работой Хаттона. Выяснилось, что в ней, кроме приведённой цитаты, представлена и другая информация, связанная с двоичной арифметикой. В частности, упоминается книга [3] автора «Jos. Pelican, of Prague...», изданная в 1712 году (А. Глазером в перечне литературы к [1] она не указана). Мы нашли указанную книгу [3]<sup>7</sup>. Её полное название на латыни звучит так: «Arithmeticus Perfectus Qui tria numerare nescit. Seu Arithmetica Dualis, In qua Numerando non proceditur, nisi ad duo, & tamen omnes quaestiones Arithmeticae negotio facili enodari possunt». Его можно перевести как «Совершенная арифметика для тех, кто не умеет считать до трех, или двоичная арифметика, в которой человек действует считает только до двух, считая, и все же все арифметические задачи могут быть решены без особых проблем». Автор – Вацлав Йозеф Пеликан<sup>8</sup>.

<sup>6</sup> См. [2]. – Д.З.

<sup>7</sup> Эта книга не представлена в книге [1].

<sup>8</sup> Мы приводим современное написание имени и фамилий на чешском языке.

## Содержание книги

Книга Пеликана имеет объём 86 стр. и включает предисловие, обращение к читателю и четыре главы. Эпиграф к книге «Servorum minimus» можно истолковать как «Используй минимум».

Глава I «De numeris Arithmeticae Dualis integris» посвящена целым двоичным числам. В разделе I данной главы представлена общая характеристика двоичной системы счисления, отмечена её простота. Так, указано, что таблица умножения в ней состоит всего из одной строчки:  $1 \times 1 = 1$ .

В разделе II «Numeratione Arithmeticae Dualis» описываются особенности записи двоичных чисел, а в разделах III–VI рассматриваются основные арифметические действия (сложение, вычитание, умножение и деление) в двоичной системе. Всем расчётам предшествуют подробные разъяснения, а по окончании вычислений автор даёт заключительные комментарии. Как правило, во всех примерах справа записаны соответствующие десятичные (в книге их название – *vulgares*) числа.

Перейдём к упражнениям, представленным в книге. Первое действие – сложение.

b	a	Numeri Vulgaris
Г	О О О О О	32.
Г	Г О О О	56.
Г	Г . О Г Г Г	55.
Г	О Г . Г . Г . О	46.
Г	Г . О Г Г О О	108.
Г	Г . О Г . Г . О	54.
<hr/>		
Г	О Г О Г Г Г Г	351.

Рис. 2. Пример сложения чисел из книги Вацлава Пеликана

Видно (см. рис. 2), что при сложении в разряде двух единиц получающийся перенос единицы «в уме» отмечается точкой, которая учитывается в соседнем слева разряде. Если количество единиц в разряде (с учётом переноса) равно четырём, то единица переносится в разряд, являющийся вторым слева от текущего (и также отмечается точкой в этом разряде). Данная форма записи облегчает сложение большого числа слагаемых.

Ещё более подробно объясняется методика вычитания: в предварительном тексте и в примере каждая цифра уменьшаемого и вычитаемого обозначается некоторой буквой (см. рис. 3). Заимствование единицы отмечается в соседнем слева разряде «штрихом».

Exemp: primum.		Numeri Vulgares.
	r q p m n	
B.	Г ' О ' Г ' О ' О Г	41
	e d c b a	
A	Г . Г . Г . О . Г Г	27
<hr/>		
C.	О О Г Г Г О	14

Рис. 3. Пример вычитания чисел в книге Вацлава Пеликана

К сожалению, во втором примере вычитания двоичных чисел (см. рис. 4) имеется «опечатка» в десятичном значении полученной разности.

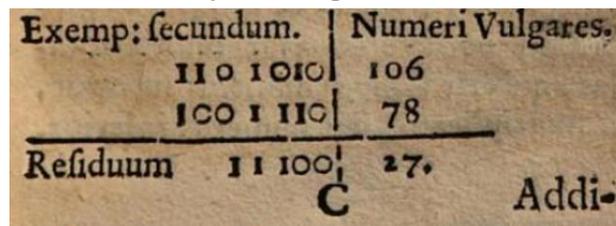


Рис. 4

В конце раздела «Вычитание» автор приводит дополнительный комментарий, смысл которого в том, что каждая цифра разности может быть равна только 0 (когда цифры уменьшаемого и вычитаемого равны) или 1.

Так же подробно в книге описывается и умножение (см. рис. 5):

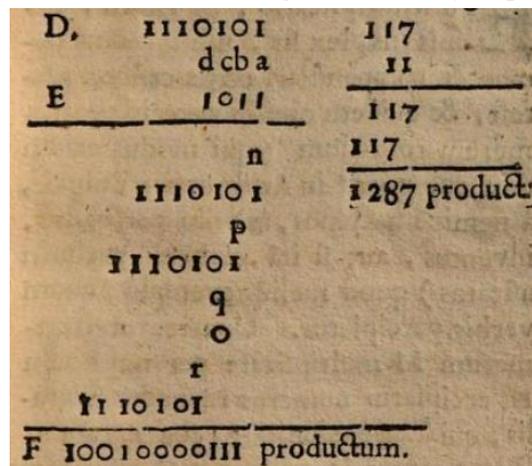


Рис. 5. Пример умножения чисел из книги Вацлава Пеликана

Интересно, что во втором примере (см. рис. 6) Пеликан не смещает промежуточные числа на уровень единиц в множителе, как в первом примере, а учитывает только количество дополнительных нулей в каждом из двух промежуточных значений.

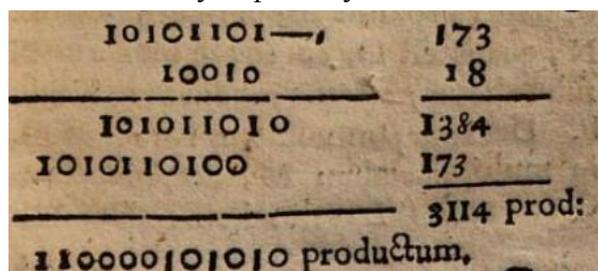


Рис. 6

Приведённый пример можно интерпретировать так:

$$\begin{array}{r}
 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1 \\
 \phantom{1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1} 1\ 0\ 0\ 1\ 0 \\
 \hline
 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0 \\
 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0 \\
 \hline
 1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0
 \end{array}$$

Поскольку в записи множителя 10010 единицы присутствуют только во втором и пятом разрядах, умножение на них будет подразумевать «смещение» промежуточных результатов

вправо на соответствующее число разрядов (сравните с умножением десятичных чисел, в записи которых есть нули).

В примечании после раздела, посвящённого умножению, автор, наряду с общими методическими вопросами, приводит интересный пример умножения числа 1110111 на 11110 (см. рис 7).

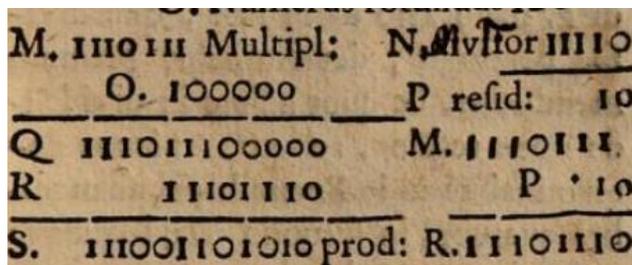


Рис. 7

Анализ используемого в нём способа решения показывает, что Пеликан рассматривает множитель 11110 как разность двух чисел 100000 и 10. Умножение на эти числа проводится очень просто (на рис. 7 результаты обозначены соответственно буквами Q и R), а искомое «основное» произведение S равно разности значений Q и R. По сути, автором применён дистрибутивный закон умножения по отношению к вычитанию. Такой приём (подчеркнём: предложенный в начале XVIII века!) эффективнее многократного умножения множимого на 1 и последующего сложения.

В примерах деления (первый из которых также подробно описан – см. рис. 8, где рассматривается процедура деления 1001101 на 101) результаты получаются в виде смешанных чисел – соответственно,  $1111\frac{10}{101}$  (рис. 8),  $100\frac{1011}{11011}$  (рис. 9) и  $110\frac{101}{1000}$  (рис. 10 справа). Таким образом, автор непосредственно рассматривает деление с остатком. Возможность деления нацело при этом не исключена.

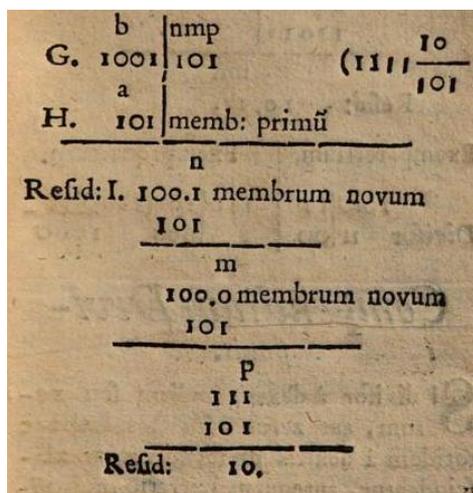


Рис. 8. Описание деления 1001101 на 101

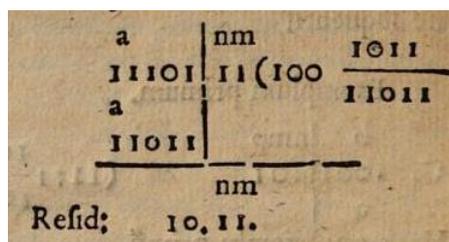


Рис. 9. Деление 1110111 на 11011

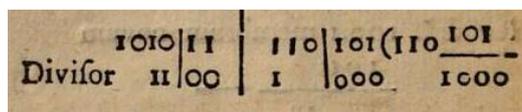


Рис. 10. Деление 110101 на 1000

Анализ примера на рис. 9 показывает, что Пеликан старается предупредить возможные ошибки при делении: заметим, что неполное частное здесь оканчивается двумя нулями, теряя которые ни в коем случае нельзя.

В дополнении после раздела о делении чисел автор книги отмечает, что в ряде случаев процедура деления упрощается. Например, если делитель оканчивается одним или несколькими нулями, то можно провести деление на него без конечных нулей, отбросив (справа) в делимом соответствующее количество цифр (см. пример на рис.10).

Далее он излагает оригинальную (и эффективную!) методику определения результатов деления, в которой вместо многократного вычитания используется операция сложения, умножение на число из единицы и нескольких нулей, а также деление на такое число.

После описания арифметических действий Пеликан рассказывает (во фрагменте, названном им «Examen præditarum specierum») о том, как можно проверить полученные результаты:

- вычитания – путём сложения (и наоборот);
- деления – путём умножения (и наоборот).

При этом он ссылается на приведённые ранее примеры. Конечно, такая проверка вполне современна.

В главе II книги рассматриваются дроби, которые в настоящее время называют «обыкновенными». Описываются основные арифметические действия с ними и приводятся примеры расчётов. Активно применяются свойства дробей. Например, при делении на дробь  $\frac{10}{101}$  используется умножение на обратное ей число  $\frac{101}{10}$  (см. рис. 11).

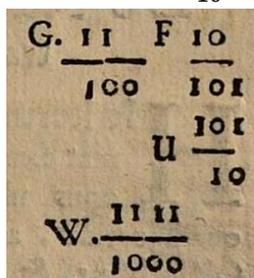


Рис. 11. Нахождение частного дробей  $\frac{11}{100}$  и  $\frac{10}{101}$

Пример умножения дробей показан на рис. 12.

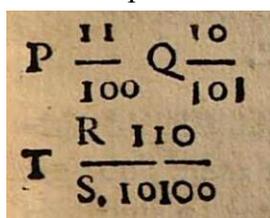


Рис. 12. . Нахождение произведения дробей  $\frac{11}{100}$  и  $\frac{10}{101}$

Буквенные символы в примерах используются автором при описании методики вычислений (обратите внимание, например, на рис. 7–8). Заметим, что действия с дробями в двоичной системе Пеликан описал впервые в истории.

Следующая глава книги Пеликана, по нашему мнению, – просто выдающаяся! В ней рассматриваются (впервые) правила извлечения квадратного и кубического корней из двоичных чисел. В небольшой преамбуле говорится, что методика основана на формулах квадрата и куба суммы двух чисел. Эти формулы приводятся применительно к двоичным числам  $a$  и  $b$  в следующем виде (см. рис. 13):

$$a^2 + 10ab + b^2$$

$$a^3 + 11a^2b + 11ab^2 + b^3$$

Рис. 13. Формулы квадрата суммы чисел и куба суммы чисел в книге Вацлава Пеликана

Приведём представленные в книге примеры извлечения квадратного и кубического корней (см. рис. 14–15).

Рис. 14. Извлечение квадратного корня из числа 110010110001 (3249 в десятичной системе)

Рис. 15. Извлечение кубического корня из числа 111100001011110111 (493 039 в десятичной системе)

Данным примерам предшествует подробное описание методики расчётов, в котором используются буквенные обозначения промежуточных результатов (их можно видеть и на рисунках).

Анализ показывает, что методы извлечения квадратного и кубического корней из двоичного числа аналогичны соответствующим методам для десятичных чисел, которые ранее изучались в школах и назывались «методами извлечения корней столбиком». Подробное описание этих методов представлено в нашей статье [4].

В заключительной главе IV «De Regulis Arithmeticae Dualis practicae», название которой можно перевести как «Правила практического использования двоичной арифметики», представлены:

1) вступительный текст, в котором рассказывается о том, что десятичное число 7653 можно рассматривать как сумму значений  $7000 + 600 + 50 + 3$ . Эта особенность учитывается автором далее;

2) таблица I, в которой представлено двоичные числа, соответствующие десятичным значениям 1, 2, ..., 9, 10, 20, ..., 90, 100, 200, ..., 900, 1000, 2000, ..., 9000, 10 000, 20 000, ..., 90 000 ..., 100 000, 200 000, ..., 600 000 (см. рис. 16);

400000	1	100000	1	10	10	100000000
500000	1	1	1	10	100000	100100000
600000	1	00	100	1	1	1000000

Рис. 16

3) таблица II, в левом столбце которой представлено количество цифр в двоичной записи десятичных чисел 1, 2, 4, 8, ...,  $2^{33}$  и  $2^{34}$ . Первые и последние десятичные значения показаны на рис. 17:

1	1
2	2
3	4
4	8
5	16

34	8589934592
35	17179869184

Рис. 17

4) параграф, в котором иллюстрируется перевод десятичных чисел в двоичные и наоборот. В первом случае (на примере перевода числа 7653 – см. рис. 18) применяется оригинальная методика, заключающаяся в том, что искомое двоичное число определяется как сумма двоичных чисел, соответствующих десятичным числам 7000, 600, 50 и 3 (которые представлены в таблице I книги – см. выше);

A. 7653.	
7000 Λ	b. 1101101011000
600 Λ	c. 1001011000
50 Λ	110010
3 Λ	11
7653 Λ	B. 111011100101

Рис. 18

Методика перевода двоичного числа 111011100101 в десятичное показана на рис. 19:

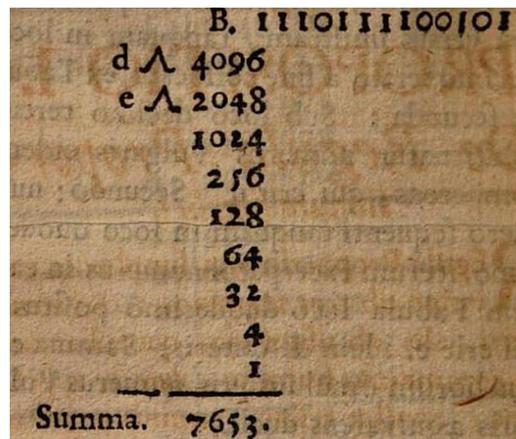


Рис. 19

Видно, что используются, как бы мы сказали в настоящее время, «весомости разрядов, в которых записаны единицы» (соответствующие значения совпадают с перечисленными в правом столбце таблицы II);

5) методика решения в двоичной системе задач на пропорции (на примере расчёта стоимости ткани; одна из задач формулируется так: «111 футов ткани стоит 1101 аурейсов; сколько ткани можно купить за 100111 аурейсов?»), задач на смеси, действий с весами, выраженными в различных единицах (фунтах, унциях и т. п.), и других расчётов «практического» характера (в соответствии с названием главы IV).

### Вывод

В целом можно сказать, что книга Вацлава Йозефа Пеликана (напомним — написанная в начале XVIII века!) представляет первый большой труд по двоичной системе счисления, а по сути, – полноценный, методически грамотный учебник арифметики с использованием этой системы, содержащий оригинальные (даже по современным меркам) решения задач. Конечно, возникают вопросы: с какой целью Пеликан написал эту книгу? Если это учебник, то как он представлял его использование? Реализовались ли его советы по практическому применению двоичной системы счисления? К сожалению, мы не знаем на них ответов...

### Литература

1. *Glaser A.* History of binary and other nondecimal numeration (revised edition). Tomash Publishers. 1981. 231 p.
2. *Hutton C.* A Philosophical and Mathematical Dictionary. London. 1815. 1 // <https://archive.org/details/philosophicalmat01hutt/page/228/mode/2up>
3. *Pelican W. I.* Arithmeticus Perfectus Qui tria numerare nescit. Seu Arithmetica dualis, In qua Numerando non proceditur, nisi ad duo, & tamen omnes quæstiones Arithmeticæ negotio facili enodari possunt. Pragæ. 1712 // <https://play.google.com/books/reader?id=cNxdAAAACAAJ&hl=ru&pg=GBS.PP14>
4. *Златопольский Д.М.* Методика извлечения квадратного и кубического корней в двоичной системе счисления // Информатика в школе, 2021, № 1.

### Ответы и решения заданий, опубликованных в мартовском номере журнала «Мир информатики», представили:

— Авдиенков Максим и Прокопенко Степан, Москва, школа № 1530 «Школа Ломоносова», учитель **Каменецкая Т.С.**;

— Аглеева Ирина, Республика Татарстан, Мамадышский р-н, совхоз «Мамадышский», политехнический колледж, преподаватель **Порываева Н.С.**;

— Бакулин Владимир и Добровольский Константин, г. Пенза, школа № 73, учитель **Диков А.В.**;

— Барсков Максим, Ильин Владислав, Сидорова Виктория, Смирнова Полина, Сырова Валерия, Федоров Глеб, Хозин Эмиль, Чистяков Владимир и Шилова Виктория, Владимирская обл., г. Струнино, школа № 11, учитель **Волков Ю.П.**;

— Башкаков Иван и Яснова Дарья, средняя школа поселка Осиновка, Алтайский край, учитель **Евдокимова А.И.**;

— Брыкина Валерия, Заботин Александр, Литвинова Анастасия, Маслова Кристина, Менько Виктория, Мусаева Милана, Новикова Виктория, Останкова Татьяна, Плешкан Елизавета, Суховерхова Софья, Устиненко Артём и Шах Мария, г. Воронеж, лицей № 2, учитель **Комбарова С.И.**;

— Угольников Игорь, средняя школа села Восточное Нижегородской обл., учитель **Долгова Г.А.**

### Полезная книга

В издательстве ДМК-Пресс вышла книга «Подготовка к успешной сдаче ОГЭ по информатике» (авторы Д.М. Златопольский, В.А. Мишин) <https://dmkpress.com/catalog/computer/handbooks/978-5-93700-121-4/>

Большинство книг, связанных с Основным государственным экзаменом по информатике, представляют собой сборники заданий для самопроверки или «решебники», в которых приводятся решение заданий без подробных комментариев. Указанная книга отличается от них тем, что в ней рассказывается о типовых вариантах заданий ОГЭ и особенностях каждого из них, приводятся различные методы их выполнения, даются полезные советы и рекомендации, обеспечивающие ускорение выполнения заданий и уменьшающие вероятность ошибки. После знакомства с этими вопросами читатель может проверить свои знания и умения, выполнив предлагаемые в книге задания для самостоятельной работы.

Кроме учащихся 9-го класса, готовящихся к сдаче ОГЭ, книгу могут использовать учителя и преподаватели информатики. Она будет также полезна учащимся 10-го и 11-го классов, поскольку многие вопросы, рассмотренные в книге, являются полезными для подготовки к ЕГЭ по информатике.

Приобрести книгу по цене, гораздо меньшей, чем в магазинах (даже с учетом стоимости доставки), можно через сайт издательства.

### Конкурс № 50 «О нумерации домов»

Задание этого конкурса связано с поиском информации.

Существуют правила нумерации домов на улицах, проспектах и т.п. Если встать в начале улицы, то с левой стороны должны быть дома с нечётными номерами, с правой — с чётными (в обоих случаях — в порядке возрастания). Но в Москве есть один проспект, на котором нумерация не соответствует этим правилам. Какой?

Ответы присылайте в редакцию. Срок представления — 30 сентября 2022 г.

### Учёные воссоздают древний компьютер

#### Странная находка

120 лет назад, в 1902 году, среди предметов, поднятых ловцами губок двумя годами раньше со дна Ионического моря с места крушения судна, случившегося 2100 лет назад, были обнаружены останки странного шестеренчатого механизма. Судно затонуло в районе греческого острова Антикитера. Поэтому со временем за механизмом закрепилось название «Антикитерский механизм».

О причудливой находке стало известно миру благодаря греческому археологу Валериосу Стаису (Valerios Stais), который первым обратил на неё внимание.



*В таком виде артефакт был поднят со дна моря*

Первое время, еще не понимая, что именно попало им в руки, археологи считали найденный механизм навигационным прибором – неким подобием астролябии (астролябия — это один из старейших астрономических инструментов, служивший для измерения горизонтальных углов и определения широт и долгот небесных тел). И называли находку «астролябией».



*Древняя астролябия – тоже причудливый прибор*

#### Что же это такое?

Спустя 50 лет за древнегреческую «астролябию» взялся английский историк Дерек Джон де Солла Прайс (Derek John de Solla Price), который провел рентгеновское исследование заскорузлых останков и к 1971 году первым понял, что никакого отношения к астролябиям они не имеют. Механизм служил не для определения широты и долготы, как ошибочно предполагали его предшественники, а демонстрировал движение небесных тел.

К 2017 году учёные, которые работали по греко-британскому проекту Antikythera Mechanism Research Project и были вооружённые компьютерным томографом, весьма точно

разобрались из каких конкретно деталей состояла древняя конструкция целиком и как она выглядела. Одни детали они «разглядели» среди 82 сохранившихся, которые составляли примерно треть элементов всего механизма. О существовании других догадались.

Британские учёные из Университетского колледжа в Лондоне (University College London) развивают достигнутый успех. В марте 2021 года они разгадали принцип работы знаменитого Антикитерского механизма. Команда, которой руководил профессор Тони Фрит (Professor Tony Freeth) вроде бы окончательно разобралась в устройстве таинственного артефакта и даже создала его компьютерную модель. О чем учёные сообщили в журнале Scientific Reports.



*Виртуально реконструированный механизм: слева общий вид, справа – внутренне устройство*

В нынешнем — 2022 году — «моделисты» планируют смастерить уже действующий образец. Они вытачивают детали из более-менее современных материалов и с помощью современных инструментов. Хотят убедиться, что в собранном виде смоделированный механизм будет работать.

В конце концов учёные намерены уподобиться древним грекам – то есть изготовить все детали Антикитерского механизма из дерева и бронзы и посредством технологий, которые были доступны до нашей эры. Успех посрамит скептиков, которые сомневаются в способностях древних греков. Неудача – добавит мистики в историю появления артефакта.

### **Кручу-верчу, что в космосе творится, узнать хочу**

В 2021 году исследователи из группы профессора Фрита провели сложнейшие расчеты. На их основе была создана полная принципиальная схема Антикитерского механизма и его виртуальная 3D-реконструкция.

«Нам впервые удалось создать модель, которая учитывает все сведения о физическом объекте и соответствует тем научным описаниям, которые нанесены на сам механизм», — приводит слова профессора газета «The Daily Mail».

Учёные полагают: 37 шестеренок, из которых уцелело 30, находились в деревянном ящике размером 33 x 18 x 9 сантиметров. На передней и задней стенках располагались циферблаты, лимбы, концентрические кольца, стрелки. Вся эта механика приводилась в движение ручкой, расположенной на боковой стенке. Пользователь крутил ручку, шестеренки вращались, стрелки и кольца двигались.

Стенки ящика были покрыты панелями с описанием механизма и с инструкциями по его эксплуатации. Благодаря самым современным технологиям часть текста удалось недавно прочитать – в том числе и тот, который был едва заметен и прежде недоступен.

Обретенные надписи содержали несколько ключевых подсказок, относившихся к тем циклам движения планет, на которые опирались создатели механизма. Они помогли подобрать передаточные числа зубчатых передач. В итоге, оба прибора — и древний, и виртуально реконструированный — стали соответствовать инструкции и описанию. Конкретно позволили следить за текущим движением Меркурия, Венеры, Марса, Юпитера, Сатурна и предсказывать их расположение в будущем. А еще ящик с ручкой отображал время вхождения Луны в ту или иную фазу, предсказывал даты лунных и солнечных затмений и в общей

сложности охватывал 42 астрономических события. Одно слово – компьютер. Аналоговый. Многие так и называют Атикитерский механизм — астрономический аналоговый компьютер. И не верят, что смастерили его древние греки то ли в первом, то ли во втором веке до нашей эры.

### **Доисторические «левши» обошлись без советов инопланетян**

Главный парадокс: Антикитерский механизм потрясающе сложен, собран с ювелирной точностью, но принципиально неправильно.

Учёные признаются, что пока не представляют себе, каким именно образом и с помощью каких инструментов древнегреческие мастера изготовили, к примеру, полые полуоси, которые потом — при сборке — они вложили друг в дружку и соединили с концентрическими кольцами. Конечно, полуоси, да и сами кольца можно было бы выточить на токарном станке. Но тогда его еще не изобрели.

Доисторические «левши» пользовались советами инопланетян? Исключено. Помогая в изготовлении и расчетах, пришельцы не могли не рассказать и об устройстве мироздания. Работа же Антикитерского механизма основана на неверном представлении о космосе – на бытовавшем в доисторической научной среде заблуждении о том, что Солнце и планеты вращаются вокруг Земли.

Соответственно, в центр главного циферблата своего «компьютера» древние греки поместили Землю — сообразно теориям своего времени и господствующей тогда геоцентрической модели Солнечной системы. Дальше — по кругу — расположили Луну, Меркурий, Венеру, Солнце, Марс, Юпитер и Сатурн — все небесные тела, которые были известны на тот момент. А о том, что существуют еще и Уран, Нептун и Плутон, никто не просветил. Инопланетяне обязаны были бы. Но очевидно, что мастера обошлись без них.



*Циферблат Антикитерского механизма: Земля – в центре*

Занятно, однако, что при всем своем научном недоразумении, доисторический «компьютер» обеспечивал пусть и не абсолютную, но весьма пристойную точность предсказаний — то есть расчётов положений небесных тел.

Есть и другие загадки. Исследователей группы профессора Фрита сильно смущает то, что Антикитерский механизм уникален в своем роде. Других таких нет. Ничего отдалённо похожего обнаружено не было. Почему?

И самое удивительное: почему, владея продвинутыми технологиями обработки металлов, разбираясь в механике, в зубчатых передачах, циферблатах и стрелках, древние греки не мастерили часы?

Можно, конечно, предположить, что Антикитерский механизм достался древним грекам от представителей какой-то еще более древней цивилизации – «продвинутой» в механике и металлообработке, но не слишком сведущей в астрономии. Подобная гипотеза многое бы объяснила. Но никаких доказательств ей нет.

Видеосюжет о работе «древнего компьютера» представлен на сайте <https://www.kp.ru/daily/28374/4528094/>, по материалам публикации на котором подготовлена данная статья (автор статьи на сайте — Владимир Лаговский).