

УДК 004.386

## ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ТРОИЧНОГО КОМПЬЮТЕРА

*Н. А. Краснянский*

Донской государственной технической университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что традиционная (кремниевая) микроэлектроника, выстроенная на двоичной системе счисления, подходит к пределу своих технологических возможностей. Возрождается интерес к исследованию способов построения вычислительных средств, использующую отличную от двоичной систему счислений. В данной статье рассматривается история перспективных компьютеров, использующих троичную систему счисления с симметричным основанием (с цифрами  $-1, 0, +1$ ) и несимметричным основанием (с цифрами  $0, 1, 2$ ).

**Ключевые слова:** ЭВМ, двоичная система счисления, троичная система счисления, троичная логика, троичный компьютер.

## THE HISTORY OF THE TERNARY COMPUTER CREATION

*N. A. Krasnyansky*

Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

The relevance of the chosen topic is due to the fact that the traditional (silicon) microelectronics, built on a binary numeral system, is approaching the limit of its technological capabilities. The interest is revived in the study of ways to build computing hardware that use a different from the binary system of notation. This article discusses the history of prospective computers that use the ternary numeral system with balanced base (with digits  $-1, 0, +1$ ) and unbalanced base (with digits  $0, 1, 2$ ).

**Keywords:** computing hardware, binary numeral system, ternary numeral system, three-valued logic, ternary computer.

**Введение.** Главная особенность троичной системы — большая плотность хранения информации, по сравнению с двоичной системой счисления. Кроме того, она является системой наиболее приближенной к основанию натурального логарифма по целочисленному основанию. К особенностям также можно отнести единственность кода чисел и операций сдвига, краткость и скорость выполнения троичного слова в 1,6 раза, по сравнению с двоичной системой счисления.

**Прошлое.** Первый троичный компьютер «Сетунь» был создан в 1959-м году учёными из Московского государственного университета под руководством Николая Петровича Брусенцова. Вместо привычных бит и байт он оперировал тритами и трайтами. Трайт равняется 6 тритам. Для использования преимущества в обработке троичных чисел использовалась симметричная троичная система счисления. Это позволило в короткие сроки спроектировать и начать эксплуатировать ЭВМ. Благодаря ряду инженерных решений, связанных с устройством памяти, в том числе хранением памяти на ферритовых кольцах, использующих три состояния намагниченности (намагниченность по часовой стрелке, против часовой стрелки и ее отсутствие), удалось достичь рекордно низкой цены производства ЭВМ — 27,5 тысяч рублей. Ближайшим аналогом по цене выступал PDP-1, цена которого составляла 340 тысяч рублей. Было произведено всего 46 единиц. Нарастанию производства мешал бюрократический аппарат. Созданный компьютер также препятствовал массовому производству в Чехословацкой Социалистической Республике [1].

В 1967–1969 годах на основе машины «Сетунь» была разработана ее усовершенствованная версия — троичная машина «Сетунь 70» — машина совместимая с двоичными ЭВМ. Для нее также был разработан собственный язык программирования — ДССП (диалоговая система структурного программирования). Язык выгодно отличался от языка ассемблера простотой использования, не уступая ему в практичности и быстродействии, а также был совместим с актуальными на тот момент компьютерными платформами и операционными системами. ЭВМ была произведена только в единственном экземпляре [1, 2].

**Настоящее.** Троичные компьютеры не встречаются в настоящий момент ввиду своей высокой себестоимости. Когда обсуждалось, что некоторые операции на троичном компьютере будут выполняться быстрее, чем на двоичном, было сделано допущение. Это возможно только в том случае, если предположить, что троичный процессор при той же тактовой частоте будет обрабатывать не меньшее количество инструкций за такт и оперировать не меньшим набором данных, что и двоичный процессор. В действительности реализация вышеописанной ситуации невозможна ввиду того, что при использовании существующих материалов и технологий электронно-вычислительные машины, оперирующие троичной логикой, будут обладать низкой степенью интеграции, а проблемы, связанные с совместимостью с уже существующими программами и данными, оперирующими двоичной системой счисления, всё ещё актуальны.

Попытки повысить степень интеграции, используя три (открытый, наполовину открытый и закрытый) состояния транзистора вместо двух (открытый и закрытый), приводят к большим утечкам тока. Это выражается в виде повышенного энергопотребления и низкой точности, что делает вычислительные устройства на основе трёх состояний транзисторов непригодными в использовании. Тем не менее, использование трёх и более состояний применяется при создании флеш-памяти NAND и амплитудно-импульсной модуляции сигналов для передачи данных между устройствами [3].

Однако попытки создать высокоэффективные устройства с использованием троичной логики и транзисторов для коммерческого использования не прекращаются. Группа исследователей из Национального института науки и технологий Ульсана во главе с профессором Кён Рок Кимом смогла развернуть систему на несимметричной троичной логике, где величины тока утечки используются для управления выходной мощностью устройства. В настоящее время технология уже проверяется на фабрике по производству полупроводников [4].

**Будущее.** С приходом квантовых компьютеров троичные компьютеры могут получить новую жизнь. Универсальные квантовые логические вентили — краеугольный камень новорожденных квантовых вычислительных систем — требует сотни вентилях для завершения одной полезной операции. Квантовый компьютер «Орион» состоит всего из 16 кубитов — квантовый аналог битов — минимум, необходимый для управляемого вентиля «НЕТ». Профессор Б. П. Ланьон из Квинслендского университета и его исследовательская группа утверждают, что компьютер, использующий квантовые вентили, основанные на троичном представлении, сможет обойтись девятью вентилями, вместо пятидесяти, основанными на двоичном представлении [5].

Также рассматривается ещё одна возможность использования троичного компьютера — оптический компьютер с троичной системой. Компьютер, использующий волоконную оптику и уравновешенную троичную систему, будет интерпретировать темноту как 0 и две ортогональные поляризации света как 1 и  $-1$  [6].

**Заключение.** В настоящее время производство компьютеров, базирующихся на троичной логике, возможно, но в качестве массового продукта экономически нецелесообразно. Данный принцип вероятнее всего будет воплощен в будущих квантовых или оптических компьютерах.

**Библиографический список**

1. Брусенцов, Н. П. Троичные ЭВМ «Сетунь» и «Сетунь-70» / Н. П. Брусенцов, Х. Р. Альварес // Развитие вычислительной техники в России и странах бывшего СССР: история и перспективы : сб. трудов I междунар. науч. конф. — Петрозаводск, 2006. — Т. 1. — С. 45–511.
2. Брусенцов, Н. П. Троичная ЭВМ «Сетунь 70» / Н. П. Брусенцов, Х. Р. Альварес // Развитие вычислительной техники и ее программного обеспечения в России и странах бывшего СССР : сб. трудов VII междунар. науч. конф. — Великий Новгород, 2011. — С. 71–75.
3. Perrins, E., Rice, M. PAM representation of ternary CPM. IEEE Transactions on Communications. 2008 Vol. 56, no. 12. P. 2020–2024.
4. Tunnelling-based ternary metal–oxide–semiconductor technology / W. J. Jae, C. Young-Eun, K. Woo-Seok [et. al]. // *Nature Electronics*. — 2019. — 2. — P.307–312.
5. Simplifying quantum logic using higher-dimensional Hilbert spaces / B. P. Lanyon, M. Barbieri, M. P. Almeida [et. al]. // *Nature Physics*. — 2009. — 5. — P. 134–140
6. Yi, J. Ternary Optical Computer Architecture / J. Yi, H. Hua-can & L. Yangtian // *Physica Scripta*. — 2005. — P. 98–101.

*Об авторе:*

**Краснянский Никита Андреевич**, студент кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [123knotka123@mail.ru](mailto:123knotka123@mail.ru)

*About the Author:*

**Krasnyanskiy, Nikita A.**, Student, Department of Software of Computer Technology and Automated Systems, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [123knotka123@mail.ru](mailto:123knotka123@mail.ru)