

Intel 4004

Материал из Википедии — свободной энциклопедии

Intel 4004 — 4-битный микропроцессор, разработанный корпорацией Intel и выпущенный 15 ноября 1971 года. Эта микросхема считается первым в мире коммерчески доступным однокристальным микропроцессором^[к 1].

Содержание

История

Специализированные микросхемы серии 4xxx

Коллекционирование

Технические характеристики

Примечания

Ссылки

История

В 1969 году небольшая японская компания *Nippon Calculating Machine, Ltd.* (впоследствии Busicom Corp.), занимавшаяся производством калькуляторов, заказала у Intel 12 микросхем (логический дизайн системы был разработан сотрудником Busicom — Масатоси Сима (嶋正利)), которые должны были использоваться в новом настольном калькуляторе. Такие микросхемы всегда характеризовались узкоспециализированными функциями и предназначались для выполнения строго определённой работы, поэтому для каждого нового применения приходилось заново разрабатывать весь набор микросхем. Такой подход сотрудникам Intel показался невыгодным. 32-летний Маршиан Эдвард (Тед) Хофф предложил руководству Intel и Busicom уменьшить число микросхем, используя центральный процессор, который

Intel 4004

Центральный процессор



Микропроцессор Intel 4004 в керамическом корпусе с серыми полосами

Производство	с 15 ноября 1971 по 1981
Производитель	<u>Intel Corp.</u>
Частота ЦП	500—740 <u>кГц</u>
Технология производства	10 <u>мкм</u>
Наборы инструкций	46 инструкций
Разъём	<u>DIP16</u>
Ядра	

Intel 4040 →

должен будет выполнять арифметические и логические функции, один вместо нескольких микросхем. Идея была одобрительно принята руководством обеих фирм. В течение осени 1969 года Тэд Хофф с помощью Стэнли Мэйзора предложил новую архитектуру микросхем, число которых было сокращено до 4, включая центральный процессор: 4-разрядный центральный процессор (ЦПУ), ПЗУ для хранения ПО и ОЗУ для хранения данных пользователя. Развитие микропроцессора началось только в апреле 1970 года, когда Федерико Фаджин (Federico Faggin), физик из Италии, начал работать в Intel главным проектировщиком семейства MCS-4. Фаджину, благодаря глубокому знанию технологии МОП с кремниевым затвором, разработанной им в Fairchild в 1968 году, и большому опыту, полученному в 1961 году в итальянской фирме Olivetti в области логического проектирования компьютеров, удалось свести микропроцессор CPU в один-единственный чип. В 1968 году, когда Федерико работал в фирме Fairchild, он также реализовал первую в мире коммерческую микросхему, которая использовала технологию кремниевых затворов: Fairchild 3708.

В фирме Intel Фаджин разработал новый, до тех пор не существовавший метод проектирования схем произвольной логики и внёс свой вклад во многие нововведения по разработке процессов и микросхем, весьма важные для реализации микропроцессора в одном чипе. Масатоси Сима, который работал инженером по программному обеспечению в фирме Busicom и не имел никакого опыта в конструировании устройств МОП, помог Фаджину в разработке MCS-4, а позже стал работать с ним в фирме Zilog, созданной в конце 1974 года Фаджином и Ральфом Унгерманном и полностью посвящённой микропроцессорам. Фаджин и Сима вместе разработали микропроцессор Zilog Z80.

15 ноября 1971 года вышла микросхема 4004 — первый микропроцессор, который при стоимости 200 долларов реализовывал на одном кристалле функции процессора большой ЭВМ. Первый в мире микропроцессор был анонсирован в ноябре 1971 года в журнале Electronic News. Микропроцессор 4004 выпускался в 16-контактном корпусе типа DIP, размеры кристалла были 12 мм² (3×4 мм). Процессор мог выполнять 60 000 (в среднем; максимально — до 93 000) инструкций в секунду (для сравнения, один из первых полностью электронных компьютеров — американский ЭНИАК — выполнял только 5000 (максимально) инструкций в секунду с разрядностью 20 бит, занимал 280 м², весил 27 тонн и потреблял 174 кВт энергии). Фирма Intel предугадала решающее значение микропроцессоров в миниатюризации компьютеров и поэтому выкупила у фирмы Busicom авторские права на микропроцессор 4004 и его усовершенствованные версии за 60 000 долларов^[2].

Однако в 1971 году процессор так и не стал хитом продаж. Стратегия фирмы Intel была направлена на то, что сбыт 4004 расширяет рынок намного более популярных микросхем памяти

Почему 4004?

Каждой категории продукции было присвоено своё число. Первыми изделиями Intel стали микросхемы памяти (PMOS-чипы), которым была присвоена нумерация 1xxx. В серии 2xxx разрабатывались микросхемы NMOS. Биполярные микросхемы были отнесены к серии 3xxx. 4-разрядные микропроцессоры получили обозначение 4xxx. Микросхемы CMOS получили обозначение 5xxx, память на магнитных доменах — 7xxx, восьми- и более разрядные микропроцессоры и микроконтроллеры принадлежали к серии 8xxx. Серии 6xxx и 9xxx не использовались.

Вторая цифра обозначала тип продукции: 0 — процессоры, 1 — микросхемы RAM, 2 — контроллеры, 3 — микросхемы ROM, 4 — сдвиговые регистры, 5 — микросхемы EPLD, 6 — микросхемы PROM, 7 — микросхемы EPROM, 8 — чипы наблюдения и схемы синхронизации в генераторах импульсов, 9 — чипы для телекоммуникаций.

1101/1103. Популярностью стал пользоваться только микропроцессор 8080 — электронный «правнук» 4004.

Специализированные микросхемы серии 4xxx

Третья и четвёртая цифры соответствовали порядковому номеру изделия, а так как для работы первого процессора требовалось ещё три специализированные микросхемы (микросхемы ROM, RAM и расширитель ввода-вывода), которые были выпущены раньше, чем 4004, то микропроцессор получил имя 4004.

Изначально чип 4004 поставлялся с тремя специализированными микросхемами: ROM, RAM и расширителем ввода-вывода. И хотя у этих микросхем была своя система обозначений (серии 1xxx, 2xxx и 3xxx), они получили второе наименование в категории 4xxx, которое стало обозначаться рядом с их обычной нумерацией:

- **4001** — 256-байтовое масочное ПЗУ (256 8-битовых программных инструкций) и один встроенный 4-битный порт ввода-вывода.
- **4002** — 40-байтовое ОЗУ (80 4-битных ячеек) и один встроенный 4-битный выходной порт; RAM в чипе организована в 4 «регистра» из двадцати 4-битных ячеек:
 - 16 ячеек данных (в оригинальном калькуляторе использовались для цифр мантиссы)
 - 4 ячейки состояния (в оригинальном калькуляторе использовались для цифр экспоненты и знаков)
- **4003** — 10-битный расширитель ввода-вывода (сдвиговой регистр, преобразующий последовательный код в параллельный)

Вместе с выпуском 4040 появились новые микросхемы, также совместимые с 4004:

- **4308** — 1024-байтовое масочное ПЗУ (1024 8-битовых программных инструкций) и четыре встроенных 4-битных порта ввода-вывода. Полная замена для четырёх схем 4001.
- **4008, 4009** — комплект для подключения стандартных чипов памяти (ПЗУ, ППЗУ, ОЗУ) и портов ввода-вывода. Позволяет подключить до 16 разных устройств памяти в формате 8 бит адреса, 8 бит данных. Для записи в ОЗУ используется ранее недокументированная команда WPM (Write Program Memory). Также поддерживается до 16 четырёхбитных портов ввода и до 16 четырёхбитных портов вывода. Intel рекомендует совместно использовать чипы: 4316 (2048 байт масочное ПЗУ), 4702A (256 байт ППЗУ/EPROM), 4101 (256 байт статическое ОЗУ).
- **4289** — схема для подключения стандартных чипов памяти и портов ввода-вывода. Более поздняя замена 4008/4009 в одном корпусе.
- **4207, 4209, 4211** — порты GPIO (4 порта по 4 бит). Схемы имеют адрес 3 в области программ, поэтому не могут использоваться совместно с 4008/4009/4289, а схемы 4001/4308 не должны занимать адрес 3. Можно использовать одновременно до восьми схем, используя для выбора линии CM-RAM.
 - **4207** — 8 бит синхронного вывода данных, 4 выходных бита управления, 4 входных бита управления.
 - **4209** — 8 бит синхронного ввода данных, 4 выходных бита управления, 4 входных бита управления.

- **4211** — 8 бит синхронного вывода данных, 8 бит синхронного ввода данных.
- **4265** — 4 универсальных четырёхбитных порта ввода/вывода. Программно поддерживаются 14 режимов. Полностью замещает один из банков ОЗУ 4002.
- **4269** — программируемый контроллер клавиатуры и дисплея. Производит циклическое сканирование двух клавиатурных матриц 8*8 (128 клавиш) и циклический вывод 2*16*4 бит данных для управления дисплеем. Полностью замещает один из банков ОЗУ 4002.
- **4201** — тактовый генератор, схема формирования сигналов RESET и STOP/ACK (не используется в 4004).

Замечание: микросхемы ПЗУ 4001/4308 не могли использоваться в системе совместно с контроллером стандартной памяти 4008/4009/4289. Они использовались в разных конфигурациях систем — мини и макси.

Семейство 400х также именовали как *MCS-4* (Micro Computer Set 4-bit).

Также фирма Intel продавала *Intellec-4* (большие синие коробки) — систему разработки и тестирования программ для 4004. Фактически это была одна из первых микро-ЭВМ, собранная на основе серии 4xxx (чипы 4004, 4201, четыре чипа 4001 и два 4002). Лишь высокая цена (5 тыс. дол.) не позволяла считать её персональным компьютером.

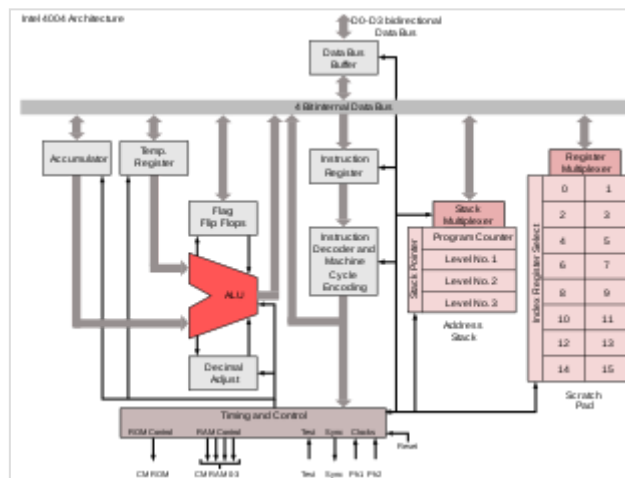
Коллекционирование

Intel 4004 стала одной из самых популярных микросхем в плане коллекционирования^[3]. Наиболее высоко ценятся бело-золотые микросхемы Intel 4004 с видимыми серыми следами на белой части (оригинальный тип корпуса)^[3]. В 2004 году такая микросхема на интернет-аукционе eBay оценивалась примерно в 400 долларов^[3]. Немного менее ценными являются микросхемы без серых следов на корпусе, обычно их стоимость составляет порядка 200—300 долларов^[3].

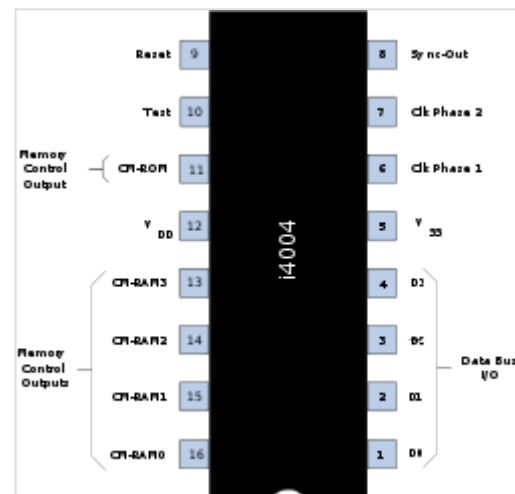
Технические характеристики

- Дата анонса: 15 ноября 1971 года
- Количество транзисторов: 2300
- Площадь кристалла: 12 мм²
- Техпроцесс: 10 мкм (P-channel silicon pie MOS technology)
- Тактовая частота: 740 кГц опорная (или 92,6 кГц тактовая, время выполнения одной инструкции 8 тактов)
- Разрядность регистров: 4 бита
- Количество регистров: 16 (16 четырёхбитных могут быть использованы как 8 восьмибитных)
- Количество портов: 16 четырёхбитных ввода/вывода (в области программ) и 32 четырёхбитных вывода (в области данных)
- Внутренняя шина: 4 бита

- Внешняя шина: мультиплексированная для адреса, данных, управления — 4 бита (плюс 5 линий СМ выбора банка памяти)
- Гарвардская архитектура
- Стек: внутренний 3-уровневый
- Память команд (ПЗУ/ROM, а также ОЗУ/RAM при использовании 4008/4009/4289): 4 килобайта (32768 бит)
- Память данных (чип 4002 ОЗУ/RAM): 640 байт (5120 бит) без дешифратора адреса, или 1280 байт (10240 бит) с дешифратором адреса.
- Организация адресного пространства: неоднородная, разделена для разных команд
 - область программ: 1 банк, 12 бит адреса, 8 бит данных
 - область регистров данных: 8 банков (3 бит), 8 бит адреса, 4 бита данных
 - область регистров состояний: 8 банков (3 бит), 4 бита адреса, 4 бита данных
 - область ввода-вывода (в банке программ): 1 банк, 4 бита адреса, 4 бита данных
 - область вывода (в банках данных): 8 банков (3 бит), 4 бита адреса, 4 бита данных
- Количество инструкций: 46 (из которых 41 — 8-разрядные и 5 — 16-разрядные)
- Цикл инструкций: 10,8 микросекунды (в рекламном буклете Интел есть ошибка, указана скорость выполнения операций 108 кГц вместо 93 кГц, ошибку заметили^[*кто?*] лишь на 40-летие процессора в 2011 году).
- Напряжение питания: −15 В (pMOS)
- Рабочая температура: от 0 до +70 °С
- Условия хранения и эксплуатации: от −40 до +85 °С
- Разъём: DIP16 (микросхема непосредственно впаивалась в печатную плату либо устанавливалась в специальный слот)
- Корпус: 16-контактный DIP (1 вид пластиковый или 3 вида керамического, например С4004 (белая керамика с серыми полосками), С4004 (белая керамика), D4004 (чёрно-серая керамика), Р4004 (чёрный пластик))
- Тип поставки: отдельно и в комплектах MCS-4 (ROM, RAM, I/O, CPU)



Блок-схема процессора



Назначение выводов

Примечания

Комментарии

- В 1970 году, более чем за год до выхода чипа i4004, был изготовлен военный микропроцессор, входивший в состав Central Air Data Computer (CADC) — бортового комплекса управления истребителя F-14, однако он не был однокристальным^[1].

Источники

- The F-14A “Tom Cat” Microprocessor (<https://web.archive.org/web/20090330082324/http://firstmicroprocessor.com/>) (англ.). *World’s First Microprocessor* (23 февраля 2009). Дата обращения: 6 января 2014. Архивировано из оригинала (<http://firstmicroprocessor.com/?p=10>) 30 марта 2009 года.
- 12 августа - юбилей персонального компьютера (<http://www.itunion.ru/news/index.phtml?act=show&tid=13&fid=704>). *ITUnion*. Дата обращения: 20 августа 2014. Архивировано (<https://web.archive.org/web/20140821095431/http://www.itunion.ru/news/index.phtml?act=show&tid=13&fid=704>) 21 августа 2014 года.

3. *Юрий Голубов*. *42 года назад корпорация Intel выпустила первый чип* (<http://www.vladtime.ru/allworld/320730-42-goda-nazad-korporaciya-intel-vypustila-pervyj.html>). *Vladtime.ru* (18 ноября 2013). Дата обращения: 20 августа 2014. Архивировано (<https://web.archive.org/web/20140821034053/http://www.vladtime.ru/allworld/320730-42-goda-nazad-korporaciya-intel-vypustila-pervyj.html>) 21 августа 2014 года.

Ссылки

- [Как разрабатывались первые микросхемы Intel](http://www.intel.com/corporate/europe/emea/rus/country/museum/history/history.htm) (<http://www.intel.com/corporate/europe/emea/rus/country/museum/history/history.htm>)
 - [История мирового процессоростроения от 4004 до Nehalem](https://web.archive.org/web/20090203171936/http://pc.uz/publish/doc/text10952) (<https://web.archive.org/web/20090203171936/http://pc.uz/publish/doc/text10952>)
 - [Ранние документы о технологии MOS silicon gate и микропроцессор](http://www.intel4004.com/papers.htm) (<http://www.intel4004.com/papers.htm>). 1968—1972 (англ.)
 - [Разработчик архитектуры первого микропроцессора: Тед Хофф](http://chernykh.net/content/view/458/670/) (<http://chernykh.net/content/view/458/670/>)
 - [Онлайн ассемблер Intel 4004](http://e4004.szyc.org/asm.html) (<http://e4004.szyc.org/asm.html>) (англ.)
 - [Intel отметила 40-летие первого микропроцессора](https://web.archive.org/web/20111126230447/http://ruformator.ru/news/article07AAD/default.asp) (<https://web.archive.org/web/20111126230447/http://ruformator.ru/news/article07AAD/default.asp>)
 - [intel 4004 datasheet](http://www.datasheet-pdf.com/PDF/4004-Datasheet-Intel-787753) (<http://www.datasheet-pdf.com/PDF/4004-Datasheet-Intel-787753>)
-

Источник — https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Intel_4004&oldid=127602740

Эта страница в последний раз была отредактирована 1 января 2023 в 19:02.

Текст доступен по лицензии Creative Commons «С указанием авторства — С сохранением условий» (CC BY-SA); в отдельных случаях могут действовать дополнительные условия.

Wikipedia® — зарегистрированный товарный знак некоммерческой организации Фонд Викимедиа (Wikimedia Foundation, Inc.)