

А где чипы ?

Автор: Шоба Евгений Владимирович, к.т.н.

В связи с последними событиями и рядом санкций, последовавших за ними, большинство европейских и американских производителей электронных компонентов ушли с российского рынка. Особый интерес представляли выпускаемые ими микроконтроллеры (МК).

На данный момент осталась возможность заказать их продукцию, однако цены на некоторые позиции завышены в 100 и более раз. Например: за МК, который раньше стоил 10–12\$ просят заплатить 1800\$, что неприемлемо.

В данной статье попытаемся разобраться:

- Что такое "Чип" и МК;
- Рассмотрим нашу историю использования МК;
- Дадим рекомендации по выбору МК в 2023 году;
- Рассмотрим существующих российских производителей, выпускающих МК;
- Рассмотрим перспективы производства МК в России;
- Сделаем выводы о возможности локализованного производства чипов.

Что такое "Чип"

Под термином "Чип" будем подразумевать интегральную микросхему, изготовленную на полупроводниковой подложке и помещённую в неразборный корпус. МК является частным случаем чипа. Современный МК является сверхбольшой интегральной схемой (СБИС), так как содержит более 10 тыс. транзисторов на кристалле.

Информации о количестве транзисторов, содержащихся в современных МК найти не удалось. Доступна информация о количестве транзисторов в микропроцессорах Intel, см. Таблица 1

Таблица 1. Количество транзисторов в микропроцессорах Intel

Процессоры	Год выпуска	Число транзисторов
Intel 4004	1971	2250
Intel 8008	1972	2500
Intel 8080	1974	5000
Intel 8086	1978	29 000
Intel 286	1982	120 000
Intel 386	1985	275 000
Intel 486DX	1989	1 180 000
Intel Pentium	1993	3 100 000
Intel Pentium II	1997	7 500 000
Intel Pentium III	1999	24 000 000
Intel Pentium IV	2000	42 000 000
Intel Itanium II	2002	220 000 000
...
Intel Core i7	2012	2 270 000 000

Данная информация может быть применима и к современным МК. Из **Таблица 1** видно, что МК очень сложное техническое изделие, каждый элемент которого имеет очень маленькие размеры, что сильно усложняет его производство и ограничивает круг лиц, способных выпустить данное изделие.

МК является базовым элементом любого современного электронного прибора. Его основной задачей является выработка необходимого набора управляющих сигналов. Эти сигналы формируются на основе алгоритмов, заложенных в исполняемую программу МК.

Сформированные управляющие сигналы используются для включения/выключения промежуточных устройств (реле, пускатели), которые используются для управления различными исполнительными устройствами (двигатели, преобразователи частоты (ПЧ) и т.п.).

Также МК содержит встроенные дополнительные устройства, такие как: память, порты ввода/вывода, интерфейсы связи, таймеры, ШИМ, часы реального времени и др. и может быть использован для решения большого набора требуемых задач. На Рисунок 1 показана общая структура МК семейства AVR

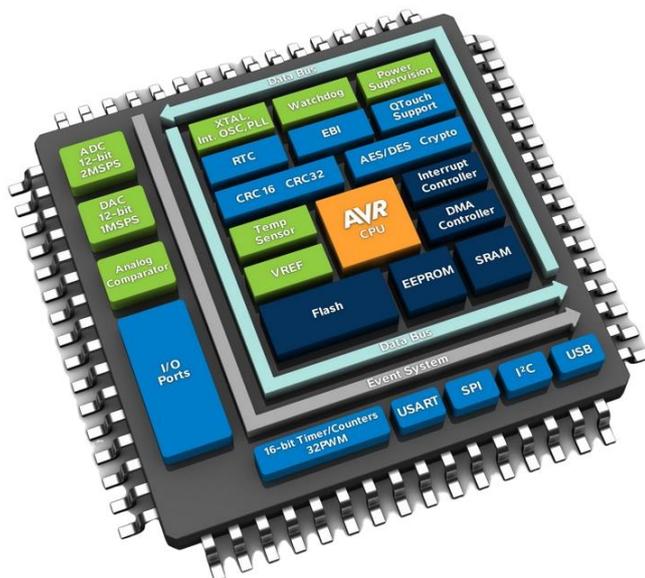


Рисунок 1. Общая структура МК семейства AVR

Наша история использования Микроконтроллеров

Первыми, используемыми нами в серийном производстве МК, были чипы, производства норвежской компании Atmel (в настоящее время MicroChip (<https://www.microchip.com/>)).

Использование их нами было начато в 1997 году. В то время компания Atmel активно выходила на российский рынок, открывала представительства во многих городах России, проводила семинары, предоставляла бесплатные образцы и отладочные средства. Очень успешной оказалась среда разработки для данных чипов: AVR Studio, которая позволяла симулировать работу с МК даже при его физическом отсутствии.

Мы начинали с микросхем серии AT89C2051, с системой команд MCS-51. Далее были чипы AT90S2313, AT90S8515, AT90S8535 с системой команд AVR.

Использовали их в медицинских приборах, разрабатываемых в то время (кардиомониторы, электрокардиографы, пульс-оксиметры, носимые регистраторы ЭКГ и давления и т.п.). Также использовали их при разработке теплосчётчиков, радиомодемов, систем охраны периметров, систем позиционирования и др.

Параллельно были попытки использования 8-битных МК фирмы Motorola семейства MC68HC908, а также 16 битных микроконтроллеров MCS-96 фирмы Intel и MSP430 фирмы Texas Instruments. Однако до серийного использования данных чипов дело не дошло по ряду причин.

Использование МК Atmel в новых разработках продолжалось примерно до 2005 г. В то время мы уже сменили области проектирования и разрабатывали устройства для лифтовой тематики. Такими устройствами являлись блоки диспетчерской связи, каналы связи, системы управления лифтами.

Эксплуатация этих устройств происходила при высоких уровнях электромагнитных помех, генерируемых преобразователями частоты, двигателями, пускателями, длинными линиями связи и т.п.

В то время на смену серии AT90SXXXX пришла новая линейка МК серии ATMEGAXXX (ATMEGA8, ATMEGA16, ATMEGA128).

Применение этих МК в новых изделиях привело к отрицательным результатам. Наблюдались сбои в работе устройств, МК пересбрасывались при возникновении электромагнитных помех, наблюдались искажения информации в ячейках RAM и EEPROM. После пересброса от помехи, МК мог начать работать на другой частоте, что естественно было не допустимо.

Переразводка печатных платы, установка супервизоров питания, гальваническая развязка и экранирование, помогли решить проблемы лишь частично. И после 2005 г. от использования МК фирмы ATMEL нам пришлось отказаться.

Выбор был сделан в пользу МК производства фирмы NXP (бывшая Freescale (бывшая Motorola)) (<https://www.nxp.com/>). Использовались 8 битные МК семейства MC9S08XX и 16 битные МК семейства 56F8300. Данные чипы зарекомендовали себя исключительно хорошо. За всё время использования не было выявлено ни одного пересброса или порчи ячеек памяти.

В конце нулевых годов на рынке МК в России, стали появляться чипы на основе 32 битной архитектуры ARM. Основным производителем данных чипов являлась европейская компания STMicroelectronics (<https://www.st.com>). Данные чипы имеют большую рабочую частоту, более развитую периферию, большой набор готовых программно-отладочных средств и предлагались по цене, сопоставимой со стоимостью 8-

битных МК и даже ниже. И в перспективе должны были вытеснить 8-битные МК, как более медленные и устаревшие.

В 2015 г. мы переходим на использование чипов на основе 32 битной архитектуры ARM. Выбираем по-прежнему производителя NXP из-за надёжности данных изделий. Используется семейство Kinetis, серии МК10DN(DX), МК20DN(DX), МК60DN(DX).

Какой чип выбрать в 2023 году ?

После начавшихся проблем с 2018 г. с поставками МК компании STM и последующего ухода европейских и американских производителей МК с российского рынка, освободившиеся ниши стали активно занимать китайские производители чипов.

В 2015 китайская компания Giga Device Semiconductor (<https://www.gigadevice.com/>), представляет МК серии GD32 которые основаны на архитектуре ARM, а некоторые микросхемы GD32 совместимы по контактам с серией STM32 и имеют более высокие характеристики чем МК семейства STM32.

В 2015 году появляются клоны популярных МК линейки Atmega88-328. Выпускает их китайская компания Logic Green (<http://www.lgtic.com/>). Серия LGT8F.

В 2018 года появляются новые китайские компании, которые копируют и выпускают клоны МК STM32:

- Компания WCH (<http://www.wch-ic.com/>) представляет клоны МК серии STM32 (серия CH32);
- Компания Hangshun Chip Technology (<https://en.hsxp-hk.com/>) представляет клоны МК серии STM32 (серия HK32);
- Geehy Semiconductor (<https://global.geehy.com/>) представляет клоны МК серии STM32 (серия APM32);
- Компания CKS (сайт не найден). Представляет клоны МК серии STM32 (серия CKS32).

На данные момент основные российские дистрибьютеры электронных компонентов предлагают сразу несколько вариантов клонов популярной серии STM32.

Популярные китайские площадки, по-прежнему, предлагают МК европейских и американских производителей, но цены также завышены и возможны проблемы с работоспособностью данных чипов.

Таким образом, если в ближайшее время (1-2 года), не появится возможность поставки европейских или американских чипов по адекватной цене, то единственный вариант, это переход на МК китайских производителей.

Анализ текущих российских производителей МК

А что же у нас в России ? Имеются ли свои производители конкурентных решений МК. Давайте попробуем собрать информацию по данному вопросу.

Рассматривать будем производства, удовлетворяющие 2 критериям:

- **Способные выпускать чипы по технологическому процессу от 180 нм и ниже.**

Большинство предприятий, работающих в настоящее время, ведут свою историю с "советских времён" и работают по технологии больше микрона. Их рассматривать не будем.

Для понимания из Википедии, по ссылке https://en.wikipedia.org/wiki/180_nm_process, можно увидеть какие чипы были выпущены по техпроцессу 180 нм и в какие года. Техпроцесс уровня 180 нм – это 1999 г. Чипы, выпущенные по данному техпроцессу это AMD Duron, Intel Celeron, и др.

- **Работающие на кремниевых пластинах 200, 300 мм.**

Современное производство чипов работает на пластинах либо 200 мм (что позволяет выпускать чипы по техпроцессу 90 нм), либо 300 мм (что позволяет выпускать чипы по техпроцессу 65 нм и ниже)

Современное оборудование для технологий меньше 65 нм имеется только для пластин 300 мм. Поэтому сделать высокотехнологичные чипы на 200 мм пластинах не возможно. Оборудование для пластин 300 мм существенно дороже, чем оборудования для пластин 200 мм.

Какие же современные российские предприятия имеются в настоящее время:

НИИЭТ научно-исследовательский институт электронной техники, г. Воронеж (<https://niiet.ru/>)

История предприятия началась в 1959 году на базе Особого конструкторского бюро, которое через два года, в 1961 г. было преобразовано в Центральное конструкторское бюро (ЦКБ) при Воронежском заводе полупроводниковых приборов (ВЗПП).

В 1965 году по поручению министра электронной промышленности СССР в ЦКБ была создана первая отечественная микросхема в области твердотельной микроэлектроники (легендарная серия 104 микросхем диодно-транзисторной логики).

Разработанная на предприятии технология создания биполярных микросхем с окисной (диэлектрической) межкомпонентной изоляцией (КСДИ структуры) была внедрена в массовое производство на ВЗПП,

Брянском, Минском, и Запорожском полупроводниковых заводах, а изделия нашли исключительно широкое применение в высоконадежной аппаратуре.

1 января 1983 года ЦКБ при ВЗПП стало самостоятельным предприятием: его переименовали в Научно-исследовательский институт электронной техники. В 1986 году ФГУП «НИИЭТ» был определен головным предприятием отрасли по созданию цифровых процессов обработки сигналов (DPS) для специальной техники.

За годы своего развития НИИЭТ разработал и освоил свыше 150 типо-номиналов мощных СВЧ-транзисторов и множество интегральных схем различного назначения.

Сегодня НИИЭТ специализируется на разработке и производстве сложных изделий микроэлектроники: микроконтроллеров, микропроцессов, цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей, интерфейсных интегральных микросхем, СВЧ-транзисторов и модулей усиления мощности СВЧ – диапазона.

Среди нового оборудования можно выделить установку мультипликации и экспонирования фоторезиста NSR-2205il2D (Nikon, Япония) с минимальной шириной воспроизводимого элемента 0,28 мкм. Именно от этой установки в первую очередь зависят проектные нормы, а следовательно, возможности производства по изготовлению компонентов с малыми размерами и высокой степенью интеграции.

С 2020 года предприятие сделало упор на диверсификацию выпускаемой продукции. В настоящий момент выпущен и реализован ряд микросхем в пластиковых корпусах, в том числе и МК. Изображения выпускаемых МК, см. **Рисунок 2**

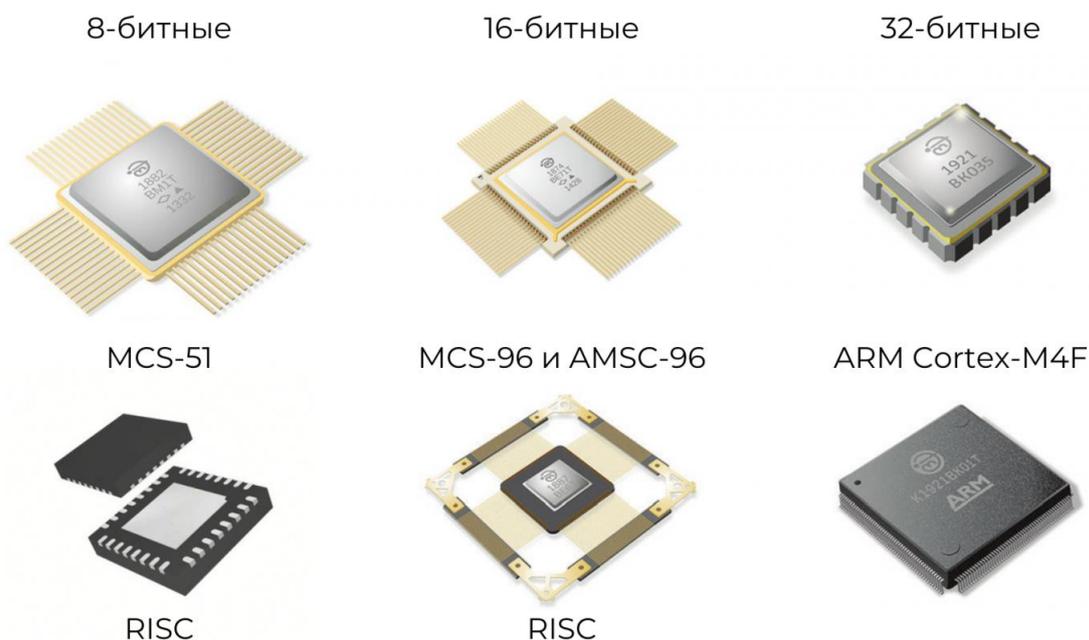


Рисунок 2. Изображения выпускаемых МК

8 битные МК НИИЭТ:

На данный момент на сайте НИИЭТ представлены следующие семейства 8-битных МК:

с архитектурой и системой команд MCS-51: 1830BE, 1882BE, 1882BM, K1830BE;

с RISC архитектурой: 1887BE: 1887BE4У и 1887BE7Т и K1946BM014.

➤ **Семейство 1830BE** представлено микроконтроллером: 1830BE91Т (**Функциональный аналог AT89C2051**)

Архитектура и система команд: MCS-51, Тактовая частота 24 МГц, Память Flash: 2К байт, Память RAM: 128 байт;

Микроконтроллеры поставляются в 20-выводном металлокерамическом корпусе типа 4153.20-5.

➤ **Семейство 1882BE** представлено микроконтроллером: 1882BE53 (**Функциональный аналог AT89S8253**)

Архитектура и система команд: MCS-51, Тактовая частота 24 МГц, Память Flash: 12К байт, Память RAM: 256 байт, Память EEPROM: 2К байт.

Микроконтроллеры 1882BE поставляются в металлокерамическом корпусе типа H16.48-2B5133.48-3 (48 выводов).

➤ **Семейство 1887BE** представлено двумя микроконтроллерами:

- 1887BE4У (**Функциональный аналог ATmega 8535**)

Архитектура и система команд: RISC, Тактовая частота 16 МГц, Память Flash: 8К, Память ОЗУ: 512 байт, Память EEPROM: 1К байт.

- **1887BE7T (Функциональный аналог Atmeg128)**

Архитектура и система команд: RISC, Тактовая частота 16 МГц, Память Flash: 128К, Память ОЗУ: 4К байт, Память EEPROM: 4К байт.

16 битные МК НИИЭТ:

На данный момент на сайте НИИЭТ представлены следующие семейства 16-битных МК с архитектурой и системой команд (A)MCS-96: 1874BE76T, 1874BE7T, 1874BE86T, 1874BE8T, 1874BE96T, 1874BE36T (**Функциональный аналог 83C196KB-12 (Intel)**)

Архитектура и система команд: AMCS-96, Тактовая частота до 33 МГц, Память Flash: до 64К, Память RAM: до 2К байт.

На данный момент на сайте НИИЭТ представлены следующие семейства 16-битных МК с архитектурой RISC и системой команд C-166: 1887BE3T, 1887BE6T, 1874BE9T (**Функциональный аналог: Нет**)

Архитектура и система команд: AMCS-96, Тактовая частота до 80 МГц, Память Flash: до 256К, Память ОЗУ: до 16К байт.

Микроконтроллеры 1874BEXX поставляются в металлокерамических корпусах, содержащих от 88 до 208 выводов.

Данный тип процессора функционально можно использовать при проектировании лифтового оборудования. Однако корпус является не подходящим. Непонятна цена и сроки поставки.

32 битные МК НИИЭТ:

На данный момент на сайте НИИЭТ представлены следующие семейства 32-битных МК с архитектурой и системой команд RISC-32: 1921BK028, 1921BK035 (**Функциональный аналог: LM4F132 семейства Stellaris (Texas Instruments)**)

Архитектура и система команд: RISC-32 бит, Тактовая частота до 200 МГц, Память Flash: до 2М байт, Память RAM: до 704К байт.

Микроконтроллеры 1921BKXX поставляются в металлокерамических корпусах, содержащих от 48 до 400 выводов. Развитая периферия (множество ШИМ каналов, АЦП, аналоговый компаратор, CAN, USB, Ethernet). позволяет использовать данный микроконтроллер для построения системы управления. Однако корпус является не подходящим. Не понятна цена и сроки поставки.

На данный момент на сайте НИИЭТ представлены следующие семейства 32-битных МК с архитектурой и системой команд RISC-32: 1921BK01T1, K1921BK01T1 (**Функциональный аналог: LM4F132 семейства Stellaris (Texas Instruments)**)

- Архитектура и система команд: ARM Cortex M4F;
- Тактовая частота до 100 МГц;
- Память Flash: до 1М;
- Память ОЗУ: до 192К байт.

Микроконтроллеры K1921BK01T поставляется в пластиковом корпусе, содержащем 208 выводов. Данный тип процессора в пластиковом корпусе, единственный вариант, который может быть применён при построении СУЛ. Однако корпус LQFP208 является избыточным. Непонятна цена и сроки поставки.

Был выполнен запрос о сроках и возможности поставки данных типов МК. Ответ:

➤ 1921BK01T1 - 2-3 квартал 2023 г.

По другим изделиям

➤ 1887BE3T - Проводятся работы по замещению корпуса импортного производства на альтернативный. Ориентировочный срок завершения работ 2-3 квартал 2023.

➤ 1887BE6T - проходит процедура возобновления производства. Срок окончания 4 квартал 2022. По результатам будет принято решение о начале процесса изготовления изделий.

С недавних пор НИИЭТ находится под санкциями, что делает не возможным производство большинства типов МК. Таким образом по результатам анализа существующих российских МК, производимых НИИЭТ, подходящих решений не обнаружено.

Микрон (<https://www.mikron.ru/>)

Микрон следующая компания, которая является российским производителем чипов и МК. Располагается в г. Зеленоград, московская область. Предприятие основано в 1959 году и начинало свою деятельность с выпуска транзисторов и интегральных схем.

Далее был выпуск ИС с программируемыми логическими матрицами. Освоены первые семейства телевизионных микросхем.

В 2006 году подписано соглашение с компанией STMicroelectronics о передаче технологии и оборудования для производства интегральных схем с топологическим уровнем 180 нм. На основе этой технологий Микрон производит чипы для банковских карт, паспортов, билетов в метро и т.д.

На данный момент, Микрон это наиболее конкурентное микроэлектронное производство в России. В работе используют 200 мм кремневые пластины, обладают технологией 180 нм (в массовом производстве). Также применяется технология 90 нм, 65 нм. Но информация о массовости отсутствует.

Единственный микроконтроллер, выпускаемый предприятием ММК32 АМУР. Построен на архитектуре RISC-V, см. **Рисунок 3** (информация взята с сайта <https://www.mikron.ru/>)

➤ Характеристики:

- Архитектура и система команд: RISC-V;
- Тактовая частота до 32 МГц;
- Память Flash: 8К байт;
- Память ОЗУ: 16К байт;
- Память EEPROM: 8К байт;

➤ Интерфейсы:

- SPI, I2C, UART, датчик температуры
- АЦП 12 бит, 8 каналов, частота дискретизации до 1 МГц
- ЦАП 12 бит, 4 канала, частота дискретизации до 1 МГц
- Часы реального времени с поддержкой полного календаря.

- Watchdog

➤ Корпус

- LGA64

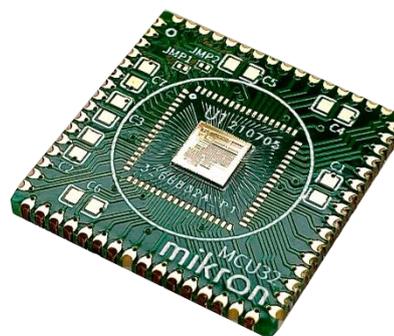


Рисунок 3. Характеристики, изображение МК ММК32 АМУР

Данный чип имеет весьма скромные характеристики, что не позволяет использовать для решения наших задач. На сегодняшний день открыта возможность пред-заказа чипов для юридических лиц со сроком поставки в конце 2023 года. Информация об использовании данного чипа в конкретных устройствах отсутствует.

Миландр (Сайт компании <https://milandr.ru/>)

Компания создана в Зеленограде в 2003 году. Представляет собой центр проектирования интегральных микросхем (ЦПИ). С 2005 года имеется участок сборочно-измерительного производства (СБИП).

Среди продукции компании: микроконтроллеры, микропроцессоры, микросхемы памяти, электронные модули, контрольно-измерительное оборудование, ПО для умного дома и т. д.

Микросхемы проектируются с топологическим уровнем до 28 нм. Изготовление осуществлялось на фабриках Юго-Восточной Азии, в частности, TSMC.

8 битные МК Миландр:

Ранее была информация о серии 1886ВЕХХ:

- Процессорное ядро PIC17;
- Архитектура и система команд: RISC;
- Тактовая частота до 35 МГц;
- Память Flash: до 64К байт;
- Память RAM: 902 байт.
 - 1886ВЕ1У (Функциональный аналог: PIC17C756-331/L);
 - 1886ВЕ2У (Функциональный аналог: PIC17C756A);

- 1886BE3У (Функциональный аналог: ST7FSR1E4 AT89C5131A-M). Единственный, имеет корпус LQFP64
- 1886BE4У (Функциональный аналог: ST72F651 AT89C5131A-M);
- 1886BE5У (Функциональный аналог: PIC17);
- 1886BE61У, 1886BE71У.

Микросхемы имеют металлокерамический корпус. Имеется вариант 1886BE3У в корпусе LQFP64. На данный момент информация о наличии и стоимости этих микросхем на сайте отсутствует.

32 битные МК:

Ранее была информация о серии K1986BEXX:

- Тактовая частота до 144 МГц;
- Память Flash: до 128К байт;
- Память RAM: до 48К байт.
- K1901 (Ядро RISC, DSP. Корпус: LQFP-144);
- K1986BE1QI (Ядро RISC. Корпус: LQFP-144);
- K1986BE2QI (Ядро Cortex-M3. Функциональный аналог: STM32F103x. Корпус: LQFP-64);
- K1986BK214 (Ядро Cortex-M0. Для однофазного электросчётчика. Корпус: LQFP-64);
- K1986BK234 (Ядро Cortex-M0. Для трёхфазного электросчётчика. Корпус: LQFP-64).

Также в разработке находятся микросхемы:

- K1986BK01GI (Ядро: 2xCortex-M4F, 1xCortex-M0);
- K1986BK025 (Ядро: RISC-V).

Функционально данные чипы могут быть применены для решения некоторых задач в нашей тематике. На данный момент информация о наличии и стоимости этих микросхем на сайте компании отсутствует.

В ноябре 2022 года, в отношении компании были введены санкции <https://www.interfax.ru/business/872412>. Учитывая, что производственные мощности располагались в других странах, ситуация с наличием этих комплектующих в будущем не понятна.

Таким образом, существующие МК российского производства, плохо подходят для удовлетворения наших потребностей и могут быть применены только при отсутствии конкурентных МК, либо при требованиях Заказчика. Разработанные на их основе изделия, будут иметь меньший функционал и более высокую стоимость, что понижает их конкурентно-способность.

Перспективы производства микроконтроллеров, микропроцессоров в России.

Данная информация собрана из открытых источников, систематизирована и упорядочена для лучшего восприятия. Некоторые материалы доступны <https://habr.com/ru/post/656677/>

Попытки построить полностью локализованное производство высоко-технологичных чипов в России, с проектными нормами ниже 180 нм, предпринимались неоднократно.

Одним из первых примеров была компания: **Ангстрем–Т, г. Зеленоград.**

Началом активной деятельности можно считать 2008 год, когда на кредитные средства Ангстрем–Т приобрел оборудование 130 нм, у компании AMD (сейчас Global Foundries).

В то время AMD начал переход на 300 мм пластины и продал все оборудование и технологии на 200 мм Ангстрему–Т. На тот момент это была относительно свежая технология. Однако процесс передачи этого оборудования затянулся, но финансирование проекта продолжалось и в 2012 г. компания купил технологию 90 нм у IBM.

Долгие годы ушли на освоение технологии, обучение специалистов и т. д. Лишь к 2018-му началось производство по 90 нм с перспективой перехода на 65 нм. В 2018-м компания успела отгрузить первую партию продукции в Китай по заключенным ранее контрактам, но потом внезапно поставки прекратились.

По информации из официальных источников <https://regnum.ru/news/economy/2767858.html> основной кредитор потребовал погасить кредит, подав иск о банкротстве. И это привело к краху самого завода.

Другой пример компания: **Крокус Наноэлектроника (КНЭ), г. Москва (<http://crocusnano.com/>).**

Ещё одна компания, занимающаяся созданием микроэлектроники и магниторезистивной памяти с произвольным доступом. Работа велась на пластинах 300 мм с проектными нормами 90/55нм

По информации из открытых источников <https://www.kommersant.ru/doc/5707223> «Крокус Наноэлектроника» получила 1,2 млрд на создание электронных компонентов для вычислительной техники на кремниевых пластинах 300 мм. Технология, предложенная Крокус, должна была заменить энергозависимые чипы памяти (RAM) и энергонезависимые чипы памяти (NVRAM).

Исходная идея, это производство магниторезистивной памяти MRAM, которая является энергонезависимой как NVRAM, но работает со скоростью оперативной памяти RAM.

Заявленные показатели не были достигнуты. Быстродействие полученной памяти оказалось на уровне уже существующей флеш-памяти. Далее Крокус сосредоточился на продаже RFID-меток (NFC чипы), а производство MRAM запустить не удалось.

Таким образом на данный момент, это единственная в России фабрика на 300 мм пластинах с работающей технологией 65 нм., с возможностью дальнейшей модернизации до 45/32 нм. Однако есть особенности:

Изначально предполагалось, что MRAM ячейки будут изготавливаться на уровнях металлизации пластин. Так как сами транзисторы можно изготовить на любой фабрике, это легко доступный товар, то было решено не тратить на фабрику полного цикла, а построить часть фабрики, которая будет содержать только стадии по изготовлению MRAM.

Планировалось приобретать кремниевые пластины у сторонних производителей, дорабатывать их с учётом технологии MRAM и реализовывать на мировом рынке.

Но технология не заработала и предприятие осталось в стадии не полноценной фабрики, так как не делает транзисторы, а заказывать изготовление транзисторов на иностранной фабрике, а потом доделывать у себя бессмысленно, проще сразу заказать полный цикл.

Кроме того, в последнее время у компании отсутствовали заказы и накопился убыток в 1,8 млрд. В настоящее время информации о производимой и предлагаемой продукции на сайте компании найти не удалось.

Новый завод в Зеленограде для выпуска 28 нм чипов.

Весной 2022 года стало известно о том, что в Зеленограде приступили к строительству фабрики, которая, по плану, будет выпускать процессоры по 28 нм техпроцессу. Этот проект разработали уже давно и обещали построить к 2014 г, но к его реализации приступили только сейчас. Строительство идёт рядом с Ангстремом. Отмеченный выше срок завершения стройки корпусов фабрики (конец 2024 г.)

Подробная информация: https://www.cnews.ru/news/top/2022-05-05_v_rossii_nachalos_stroitelstvo. Застройщиком выступает Международный научно-технологический центр (МНТЦ) МИЭТ, который ранее заявлял, что планирует приобрести 28-нанометровую лабораторно-исследовательскую линию с участком иммерсионной фотолитографии голландской компании ASML. Насколько это реально в настоящих условиях не понятно.

Таким образом:

Из существующих в России площадок, на предприятии **Микрон** теоретически можно производить что-то уровня Intel Pentium 4 (техпроцесс 90 нм, середина 2000-х). Для меньшего техпроцесса нужен завод с оборудованием, работающим на пластинах 300 мм, а его в полностью функциональном состоянии нет.

Выводы о возможности локализованного производства чипов

Успешное современное производство микроэлектроники возможно только при наличии:

- Достаточного рынка сбыта;
- Всей линейки необходимого производственного оборудования и ЗИП;
- Сырья, материалов, расходников;
- Квалифицированного персонала;
- Длинных денег.

В одиночку, выше определенного технологического предела продвинуться невозможно. Ни одна страна в мире, самостоятельно (за железным занавесом), не сможет локализовать производство микроэлектроники по техпроцессу меньше 90 нм.

Только являясь частью технологичного мира и имея надёжные договорённости со всеми участниками рынка, возможно участие в этом проекте. Станет ли Россия опять частью этого мира ? Время покажет.