

55 лет
инновационному
Центру микроэлектроники
в Зеленограде

Малашевич Б.М.

В 1979-1991 гг:

- **нач. отраслевой лаборатории, отдела по координации разработок МП и МСВТ в МЭП СССР и со смежниками,**
- **главный конструктор МЭП по системной совместимости МСВТ.**

8 августа 1962 г.

ВЫШЛО

Постановление ЦК КПСС и СМ СССР

№ 831-353

о

создании

Центра микроэлектроники

и других предприятий микроэлектроники.

Предпосылки

1

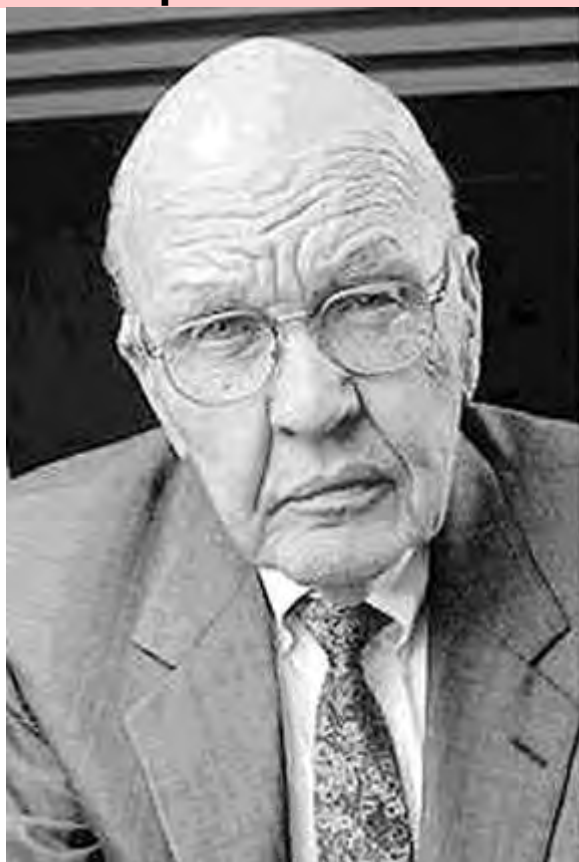
К концу 1950-х годов технология сборки радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) из дискретных элементов исчерпала свои возможности.

Мир пришёл к острейшему кризису РЭА, требовались радикальные меры.

Идей было немало,

но развитие, каждый по-своему, получили только три проекта:

- Джека Килби из Texas Instruments (TI, США),
- Роберта Нойса (Fairchild, США),
- Юрия Валентиновича Осокина (КБ РЗПП, СССР, по заказу НИИРЭ).

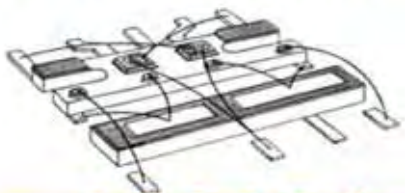


Три первые в мире полупроводниковые интегральные схемы

Дж. Килби
Texas Instruments



Макет ИС. Сентябрь 1958 г.



Триггер "Type 502". Март 1959 г.



ИС серии "SN-51".
Серийное произв. – начало 1962 г.

Р. Нойс
Fairchild



Триггер. Сентябрь 1960 г.



ИС серии "Micrologic".
Серийное произв. – начало 1962 г.

Ю.В. Осокин
РЗПП



ИС P12-2
Германиевая пластина. Сентябрь 1962 г.



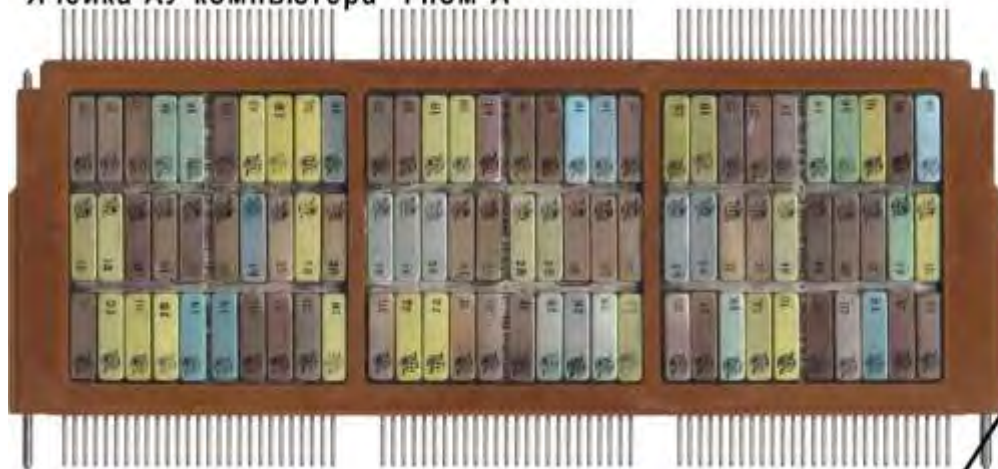
ИС P12₂
Кристалл в ИС корпусе.
В 1962 г. выпущено 5000 ИС.



ГИС «Модуль Квант».
НИИРЭ, 1963 г.

Первые в стране изделия электроники третьего поколения

Ячейка АУ компьютера "Гном-А"



Компьютер "Гном-А"

Ячейка АУ на ИС Р12-2 и бортовой компьютер "Гном-А" на ИЛ-76 (НИИРЭ)

Ячейка и телефонная централь П-439 (ВЭФ)



Приоритеты

2

Дж. Килби – патент США №3138743,
Р. Нойс патент США №2981877,
Ю. Осокин и Д. Михалович АС СССР № 36845.

Из этой троицы наиболее достойным Нобелевской премии, безусловно, был Р. Нойс – автор основной технологии, по которой микроэлектроника развивается и поныне.

И менее всего на неё имел право Дж. Килби, предложивший серийно непригодную микросхему.

Но!!!

В 2000 г. именно Дж. Килби за изобретение ИС стал одним из лауреатов Нобелевской премии, поделив её с Ж.И. Алфёровым.

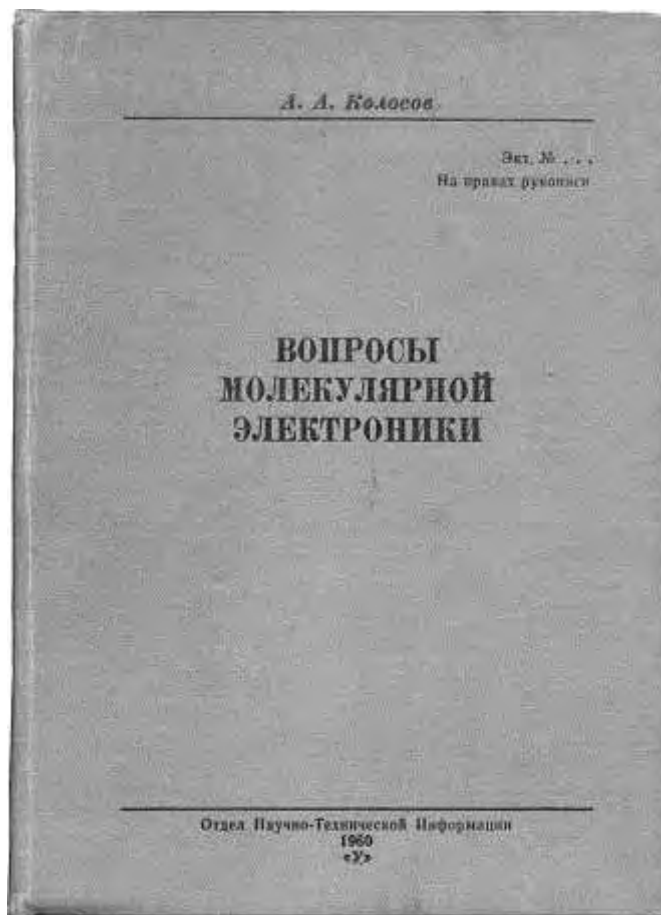
Р. Нойс не дождался мирового признания – по положению Нобелевская премия не присваивается посмертно.

А работы Ю. Осокина (РЗПП, ИС Р12-2) и А. Пелипченко (НИИРЭ, модули Квант) не были известны Нобелевскому комитету, да и в нашей стране были забыты и должным образом не оценены.

Первопроходцы отечественной микроэлектроники

Две группы:

- в Госкомитете электронной технике (ГКЭТ под руководством министра А.И. Шокина,
- в КБ-1 (позже НПО “Алмаз”) под руководством главного инженера Ф.В. Лукина.



Монография А.А. Колосова (КБ-1), 132 стр., 1960 г.

Стратегия

**А.И. Шокин с группой специалистов из НИИ-35 и аппарата ГКЭТ
пришёл к выводу о том, что необходимо создавать
принципиально новую подотрасль – МИКРОЭЛЕКТРОНИКУ.**

**Именно подотрасль,
то есть систему НИИ, КБ, опытных и серийных заводов,
распределённых по всей стране
и решающих все специальные проблемы
по созданию и тиражированию изделий микроэлектроники
и всего для этого необходимого.**

**Головная организация подотрасли -
инновационный Центр микроэлектроники (ЦМ, позже – НЦ).**

**Было найдено и место для ЦМ –
строящийся город "Спутник" близ ст. Крюково,
будущий Зеленоград**

Из старасоведения

3

До сих пор живы легенды
об огромной роли на этом этапе
таинственных

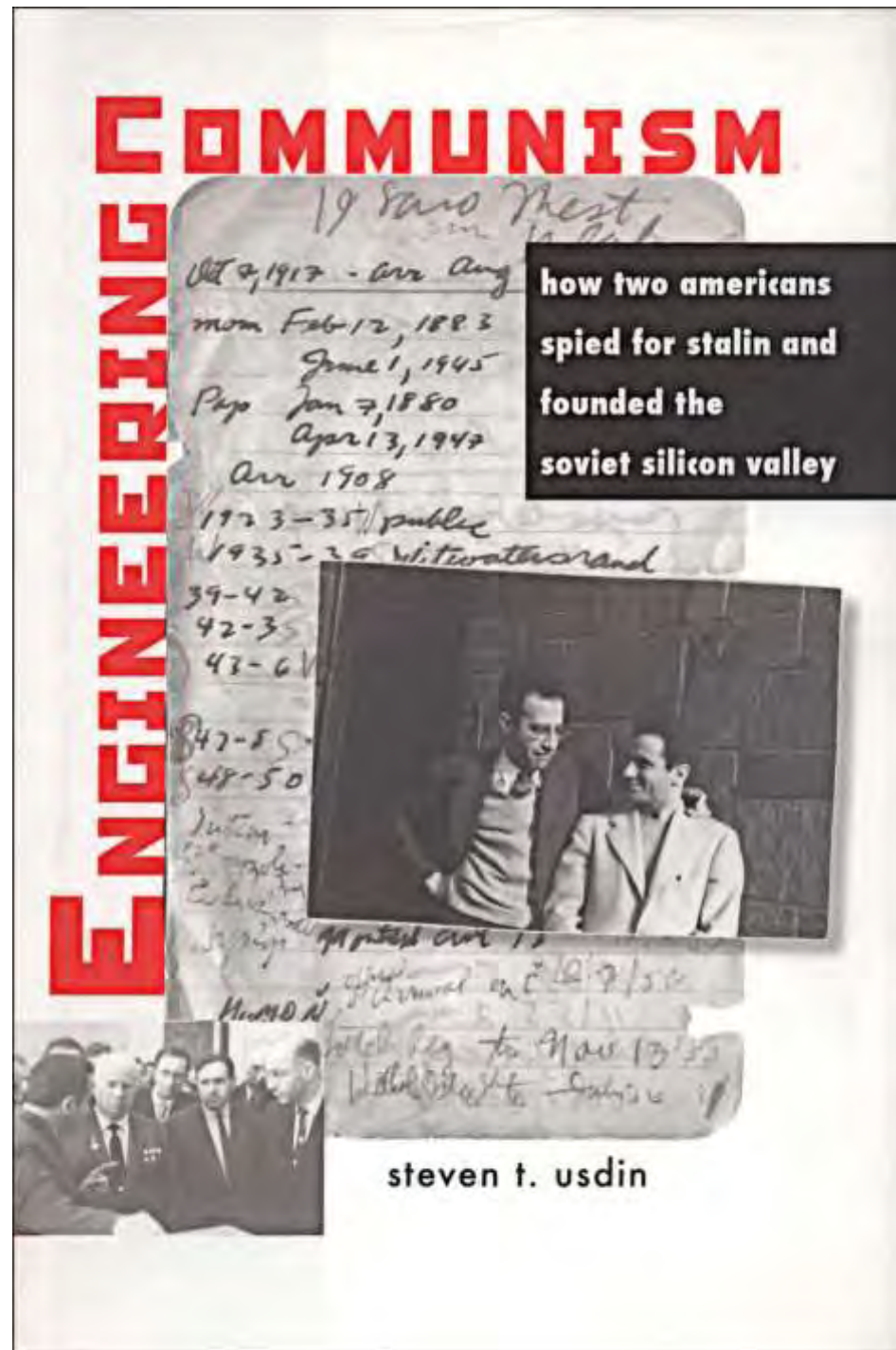
Филиппа Георгиевича Староса
и

Иозефа Вениаминовича Берга,

представляющие их
светилами американской электроники,
эмигрировавшими в СССР.

Многие у нас всё ещё называют их
"отцами советской микроэлектроники".

Всё прояснилось с выходом в 2005 г. в США
книги Стивена Юсдина:
"Инженерный коммунизм.
Как два американца шпионили для Сталина
и создали
советскую
Кремниевую долину".



Из старасоведения продолжение

Выяснилось, что они американцы
Альфред Сарант (Сарантопуос) и Джоэл Барр (родители – Сбарские),
коммунисты,
участники группы Ю. Розенберга,
работавшей на советскую разведку.

По раскрытии ФБР группы в 1950 г. бежавшие в СССР.

В США они бакалавры в электротехнике,
в профессии выполняли *"низкоуровневую техническую работу"*, и ту бросили:
Сарант в 1946 г.,
Барр в 1947 г.,
т.е. до изобретения транзистора.

О транзисторах и ИС они узнали уже в СССР.

К 1962 г. Ф.Г. Старос возглавлял в Ленинграде СКБ-2,
уже имевшее опыт разработки ЭВМ и в тонкоплёночной гибридной технологии.
Поэтому А. Шокин подключил его к работе по созданию Центра микроэлектроники.

Как утверждает, со слов И.В. Берга, С. Юсдин,
Старос мечтал в результате этой работы создать и возглавить гигантскую фирму,
*"смоделированную с America's Bell Laboratories, где он работал,
но в сто раз большую,
превосходящую все существующее или создаваемое на Западе"*.

Но Шокин решал другую задачу – создание научно-производственной индустрии
по обеспечению электроники страны передовой элементной базой.

Это противоречие привело к самоустрашению Староса от работ по созданию ЦМ.

Подготовка

Проект постановления был результатом работы команды единомышленников из аппарата ГКЭТ, ВПК, ЦК КПСС, специалистов НИИ-35, СКБ-2 ...
Главной базой для подготовки постановления был НИИ-35.

Завершающий акт этой компании состоялся
4 мая 1962 г. в СКБ-2 Староса,
где Хрущёву
были показаны экспериментальные образцы:

- микроприёмника,
- "настольной" ЭВМ "УМ-1НХ",
- бортовой ЭВМ "УМ-2",
- технологического оборудования.



Изделия были выполнены на миниатюрных и бескорпусных транзисторах с применений технологий микроминиатюризации.

Их размеры радикально отличались от известных тогда Хрущёву ламповых приборов, что произвело на него большое впечатление.

Хрущёву был доложен и в целом одобрен проект Постановления ЦК КПСС и СМ СССР по микроэлектронике.

Постановление

4

8 августа 1962 года Постановление ЦК КПСС и СМ СССР было подписано.

Это было концептуальное постановление, первое в череде за ним последовавших.

Были определены общие положения концепции построения ЦМ, в том числе:

- Комплексный характер ЦМ с организацией пяти НИИ и трёх опытных заводов,
 - ЦМ придан статус головной организации по микроэлектронике в стране,
 - Локальное размещение ЦМ в Спутнике близ Крюково (с 1963 г. – Зеленоград).

Создание ЦМ было не обособленной акцией, а частью масштабной программы построения новой подотрасли — микроэлектроники.

В Москве, Ленинграде, Киеве, Минске, Воронеже, Риге, Вильнюсе, Новосибирске, Баку и других местах создавались НИИ с опытными заводами и серийных заводов с КБ

для массового производства:

- интегральных схем (ИС),
- специальных материалов,
- специализированного технологического оборудования,
- специализированного контрольно-измерительного оборудования ...

ЦМ был вершиной огромного "айсберга".

Основные задачи ЦМ

- Разработка и опытное производство ИС на мировом техническом уровне,

- Разработка и опытное производство специальных материалов и технологического оборудования для производства ИС на мировом техническом уровне,

- Разработка и отладка на опытных производствах технологических процессов и маршрутов для производства ИС на мировом техническом уровне,

- Создание перспективного научного задела,

- разработка принципов конструирования РЭА и ЭВМ на основе ИС, их опытное производство и передача опыта и изделий на серийные заводы,

- унификация ИС, условий их применения на заводах страны,

- подготовка кадров, в т.ч. высшей квалификации.

Создание ЦМ

1962 г. – НИИ Микроприборов (НИИМП) с заводом “Компонент”,
НИИ Точного машиностроения (НИИТМ) с “Элионом”,

8 февраля 1963 г. директором ЦМ был назначен Ф.В. Лукин,
его зам. по науке – Ф.Г. Старос,

1963 г. – НИИ Точной технологии (НИИТТ) с “Ангстремом”,
НИИ Материаловедения (НИИМВ) с “Элмой”,

1964 г. – НИИ Молекулярной электроники (НИИМЭ) с “Микроном”,
НИИ Физических проблем (НИИФП),

1965 г. – Московский институт электронной техники (МИЭТ) с зав. “Протон” (1972 г.),

1968 г. – Центральное бюро по применению интегральных микросхем (ЦБПИМС),

1969 г. – Специализированный вычислительный центр (СВЦ) с зав. “Логика” (1975 г.).

По состоянию на 1 июня 1970 г. в институтах и КБ НЦ работало 12 924 человека, в т.ч.
9 докторов и 214 кандидатов наук.

На заводах работало 16 154 человека.

Было построено 240 тыс. м² промышленных площадей.

В 1976 г. на базе НЦ было создано НПО “Научный центр”:

39 предприятий в разных городах страны,

их персонал – около 80 тыс. человек.

Первые результаты

5

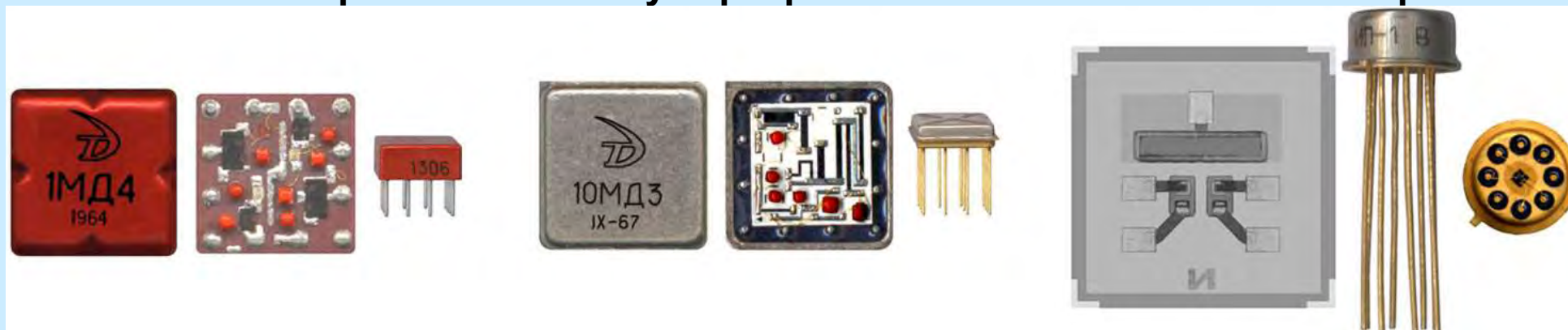
В мае 1963 г. в НИИТМ проведена модернизация полученных от СКБ-2 четырёх установок вакуумного напыления "УНУ-1".

Во второй половине 1963 г. в НИИМП был создан радиоприёмник "Микро" - первое изделие потребительской микроэлектроники в стране и мире.



В 1964 году Ангстрем выпустил разработанный НИИТТ толстоплёночные ГИС "Тропа"

В 1965 г. "Микрон" начал выпуск разработанной в НИИМЭ п/п ИС "Иртыш."



–В 1966 г. "Элма" уже выпускает 15 видов разработанных в НИИМВ спец. материалов, а "Элион" — 20 типов созданного в НИИТМ специального оборудования.

В 1969 г. "Ангстрем" и "Микрон" производят уже более 200 типов ИС, к 1975 г. в НЦ были разработаны 1020 типов ИС.

Все это передавалось на серийные заводы Минэлектронпрома.

Условия создания

Международная изоляция:

Международный Координационный комитет по экспортному контролю (КОКОМ) блокировал поставки в СССР всего нового, всего стратегически значащего: электроники, оборудования, технологий, материалов, лицензий и т.п. Спецслужбы добывали кое-что из запрещённого, но в мизерных количествах.

Внутренняя изоляция:

Профильные ведомства (Минрадиопром, Минприбор, Минмаш, Минстанкопром, Минхимпром и др.) уклонялись от поставок профильных им, но соответствующих требованиям микроэлектроники приборов, оборудования и материалов.

МЭПу все самое сложное, самое точное и самое чистое разрабатывать и тиражировать в нужных объёмах приходилось самому.

Для этого в МЭП вынуждено были созданы собственные специальные:

- материаловедение,
- машиностроение,
- промышленное строительство.

В таких условиях создание инновационного центра микроэлектроники позволяло максимально сконцентрировать имеющиеся ресурсы, было единственно возможным способом успешного развития микроэлектроники в СССР.

И это дало результаты.

Расцвет

Благодаря такой концентрации ресурсов результаты Минэлектронпрома, и в первую очередь его НЦ, многие годы неплохо смотрелись на уровне мировой микроэлектроники.

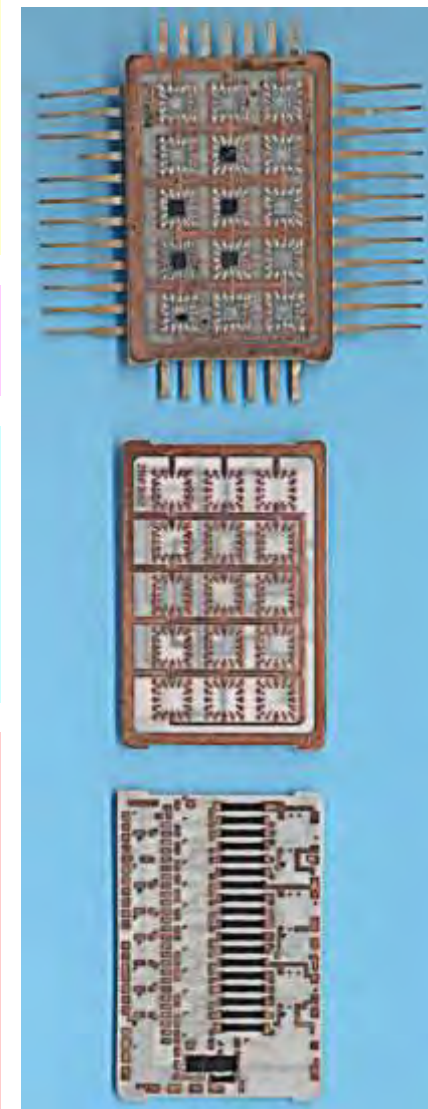
Уже первое изделие — радиоприемник “Микро” – не имело равных в мире.

Первые гибридные ИС серий Тропа, Трапеция, Терек, Посол, Тактика ... соответствовали мировому уровню.

В 1972 г. в НИИТТ были разработаны не имеющие аналогов многослойные ИС “Талисман”...

В полупроводниковых ИС мы сначала немного отставали, но вскоре догнали мировых лидеров. Так ДОЗУ 64 Кбит Ангстрем и Intel выпустили на рынок практически одновременно, в 1979 году.

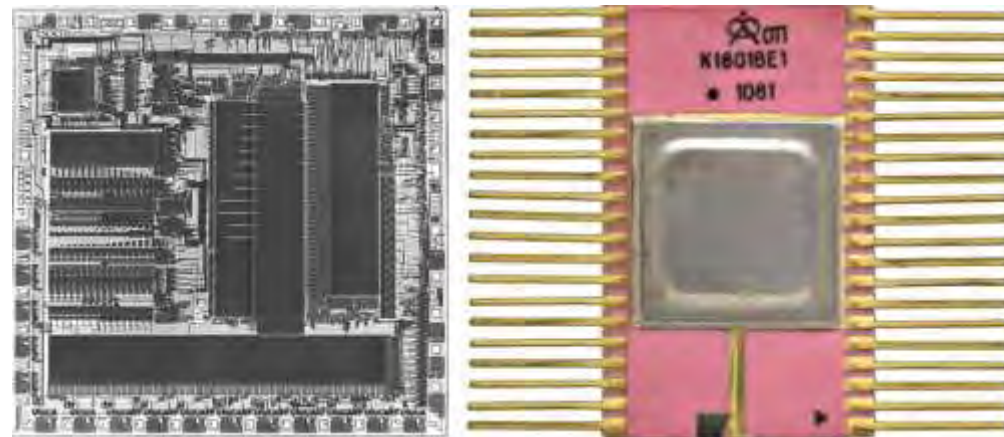
Аналогичная ситуация была и в НИИМЭ с заводом “Микрон”. В начале 1970-х годов специалисты ф. Motorola, исследовав ИС серии 500, констатировали:
«Ваши схемы действительно имеют более высокое быстродействие по сравнению с МС10000. У Вас хорошая технология».



Расцвет, продолжение

6
Кульминацией этого соревнования стал 1979 г,
когда в НИИТТ
была разработана
однокристальная 16-разрядная ЭВМ
К1801ВЕ1.

По совокупности параметров
она превосходила
зарубежных современников.



Тогда же на основе К1801ВЕ1 был сделан первый в стране экспериментальный
ПЕРСОНАЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕР
"Электроника НЦ-80-10".

Позже он трансформировался в самый массовый в СССР домашний компьютер
"Электроника БК-0010".



**Основные предприятия Центра микроэлектроники
(первое поколение)**

НИИ Микроприборов (НИИМП) с оп. зав. "Компонент"

Основная тематика – бортовые ЭВМ (БЦВМ) и системы для космических аппаратов

Основные принципы создания бортовых систем:

- максимальное применение интегральных технологий в конструкциях, и в элементах,
 - применение бескорпусных компонентов,
 - многослойная коммутация и в платах, и в шлейфах,
- корпусирование и герметизация аппаратуры на уровне устройств,
 - специальные методы резервирования аппаратуры,
- предварительная тренировка и отбраковка компонентов,
 - машинное проектирование, САПР,
- собственная разработка специальных ИС и других компонентов ...

Виды продукции:

- Разработка и передача на производство Ангстрему микрорадиоприёмника "Микро",
 - радиомаяки (КВ и УКВ диапазона) типа "Соната",
- телеметрические системы сбора и передачи на Землю информации типа "Сириус",
- ряда БЦВМ и управляющих информационно-вычислительных систем "Салют –хх",
 - ряд систем защищённой спутниковой связи "Сургут-хх",
- ряд оптико-электронных средств дистанционного зондирования Земли "Сплав",
 - системы спутниковой связи "Сокол" и "Банкир" ...

НИИ Точного машиностроения (НИИТМ) с оп. зав. “Элион”

7

В базовом процессе производства БИС ОЗУ 4К бит использовалось:

- 109 типов основного оборудования,
- 210 типов вспомогательного оборудования.

Разработка технологического оборудования, его тиражирование и поставка заводам:

- вакуумного для процессов нанесения плёнок,
- физико-термического для диффузии, окисления, осаждения, отжига,
- проекционного для контактной и бесконтактной фотолитографии,
- лазерного для обработки и маркировки пластин,
- контрольно-измерительного для разных этапов техпроцессов,
- промышленных роботов ...

Разработка технологических линий, их тиражирование и поставка заводам:

- для производства гибридных ИС,
- для производства планарных транзисторов и полупроводниковых ИС,
- для сборки и герметизации гибридных и полупроводниковых ИС,
- для изготовления цилиндрических магнитных плёнок,
- для контроля статических и динамических параметров ИС,
- для управления складами и участками механообработки,
- роботизированные гибкие автоматизированные производственные системы,
- автоматические производственные поточные линии.

Разработка, тиражирование и поставка накопителей на гибких и жёстких дисках.

Разработка, тиражирование и поставка в торговлю кассетных магнитофонов.

НИИ Точной технологии (НИИТТ) с оп. зав. “Ангстрем”

Разработка и отладка базовых технологий и ИС для серийных заводов:

- для производства толстоплёночных гибридных ИС,
- для производства тонкоплёночных гибридных ИС,
- для производства полупроводниковых униполярных ИС,
- для производства корпусов гибридных и полупроводниковых ИС.

Разработка, отладка, применение и постановка в НИИ и КБ гаммы САПР ИС.

Разработка, отладка в опытном производстве ИС и передача их серийным заводам.

Разработка и серийное производство микропроцессоров, БИС памяти ...

Разработка и производство ряда микро-ЭВМ "Электроника НЦ-хх",

Разработка и производства микропроцессорных систем ЧПУ, связи ...

Разработка и производство ряда бортовых микро-ЭВМ и систем,

Разработка и производство блоков электронной памяти для ЭВМ,

Разработка и производство изделий медицинской электроники,

Разработка, производство и поставка в торговлю потребительской электроники: кардиостимуляторов, микрокалькуляторов, часов, электронных игр ...

НИИ Материаловедения (НИИМВ) с оп. зав. “Элма”,

Основные задачи – разработка и передача в производство специальных материалов для микроэлектроники, оптоэлектроники, лазеров, ИК-приборов ...:

- монокристаллический кремний,
- кремниевые полированные пластины и эпитаксиальные структуры,
- монокристаллы фосфита галлия, арсенида галлия, сапфира
- монокристаллические ленты сапфира,
- структуры "кремний на сапфире" для радиационно-стойких ИС,
- высокочистые вещества и газовые смеси,
- заготовки для фотошаблонов,
- фоторезисты,
- металлоорганические соединения,
- жидкокристаллические индикаторы,
- ИС магнитной памяти на цилиндрических магнитных доменах,
- устройства и системы для получения монокристаллов полупроводников в условиях невесомости в космосе.

НИИ Молекулярной электроники (НИИМЭ) с оп. зав. “Микрон”

8

Основная задача – разработка биполярных технологий и ИС для серийных заводов

- для производства РТЛ и ДТЛ ИС,
- для производства ТТЛ и ТТЛШ ИС,
 - для производства ЭСЛ ИС,
- эпитаксиальных структур со скрытыми легированными слоями,
 - арсенид-галлиевых ИС,
- для изготовления ИС с боковой изоляцией компонентов,
 - для ППЗУ с плавкими переключками,
 - с двухуровневой металлизацией,
- с изоляцией компонентов окислом (изопланар),
 - с применением ионного легирования,
 - суперсовмещённая технология ИС.

Разработка, отработка и передача серийным заводам РТЛ, ДТЛ, ТТЛ, ТТЛШ, ЭСЛ, КМОП ... технологий и серий ИС на их основе.

Разработка и производство ИС ПЛМ и БМК

Разработка и производство установки измерения электрических параметров ИС,

Созданы мощные САПР БИС на отечественных ЭВМ,

Потребительская электроника: часы, будильники ...

Серийные заводы в городах: Минске, Киеве, Риге, Баку, Тбилиси, Ноосибирске, Павлово-Посаде, Фрязино, Саранске, Москве, в Польше ...

НИИ Физических проблем (НИИФП)

Основная задача – фундаментальные поисковые исследования, создание научного задела для развития микроэлектроники.

Исследования:

бионических принципов построения вычислительных сред; принципов построения молекулярной электроники; приборов с зарядовой связью; ЗУ на цилиндрических магнитных доменах; криоэлектроники на основе эффекта Джозефсона; интегральной оптоэлектроники; нелинейных явлений в различных средах; приборов функциональной электроники; волновых и корпускулярных явлений в твёрдом теле; использования синхротронного излучения в литографии и диагностическом контроле ...

Передача в НИИ МЭП перспективных результатов исследований по темам: репрограммируемые ЗУ, холодные автокатоды, жидкокристаллические индикаторы, приборы на соединениях A^2B^6 и A^3B^5 , датчики Джозефсона, криоэлементы ...

Математическое и физическое моделирование:

методов САПР субмикронных и нанометровых приборов; субмикронных технологических процессов; электронных, ионных и термодиффузионных технологий; оптической и рентгеновской литографии ...

Разработки:

газоаналитических кремниевых приборов и датчиков; мембранных чувствительных элементов и датчиков; высококогерентной аппаратуры для дистанционного контроля биологических и технических объектов; средств технического видения и измерения субмикронных линейных размеров ...

Московский институт электронной техники (МИЭТ) с оп. зав. “Протон”

**Основные задачи: подготовка инженеров, аспирантов,
научные исследования, опытное производство**

Учебные структуры:

1966 г. - кафедры: высшей математики, вычислительной математики, общей физики, теоретической и экспериментальной физики, неорганической и аналитической химии, электротехники, технологии приборо- и машиностроения ...

**1967 г. – факультеты: микроприборов и технической кибернетики (МП и ТК), физико-технический (ФТ), физико-химический и электронного машиностроения (ФХ и ЭМ).
Кафедры: технической механики, микроэлектроники, интегральных полупроводниковых схем, физико-химических основ микроэлектроники.**

1968 г. – кафедры: начертательной геометрии, физической химии, схемотехники, специальных материалов микроэлектроники, радиоэлектроники, пром. автоматки.

1969 г. – кафедры: материаловедения.

**1970 г. – факультет ФХ ЭМ разделён на факультеты
физико-химический (ФХ) и электронного машиностроения (ЭМ).**

Научные лаборатории:

К концу 1980-х гг. - 14 отраслевых лабораторий с предприятиями МЭП

Производство:

в 1972-1990 гг. в серийном производстве более 200 изделий спецназначения.

Центральное бюро по применению интегральных микросхем (ЦБПИМС)

9

Основные задачи: обеспечение правильности разработок и применения ИС, классификация, стандартизация, координация в стране и за рубежом.

Унификация и стандартизация:

терминологии, параметрических рядов изделий, систем параметров, методов измерений, питающих напряжений, типовых форм ТЗ, ТУ ТРМ ...

Обеспечение качества разработок ИС:

набор статистики и анализ причин отказов ИС у изготовителей и потребителей, согласование ТЗ, ОТУ, ТУ, справочных листов, РТМ по применению, классификация и система условных обозначений ИС, их присвоение ...

Обеспечение правильности применения ИС:

постоянное взаимодействие с разработчиками и потребителями ИС, согласование применения ИС, выпуск и распространение справочников, каталогов, РТМ по применению ...

Межведомственное сотрудничество:

с ЦНИИ-22 МО и в/ч 25580 (16ГУ МО СССР), с МВК по надёжности ИЭТ, представление информационных баз данных по ИС Меркурий, Плутон ...

Международное сотрудничество:

с ТК47 и ПК 47А МЭК, с СЭВ и МПК по ВТ ...

Аппаратные разработки:

телефонных аппаратов, узлов и блоков цветных телевизоров, медицинских приборов рефлексодиагностики и рефлексотерапии

Специализированный вычислительный центр (СВЦ) с оп.зав. "Логика"

Разработка супер-, мини- и микро-ЭВМ и систем, микропроцессоров:

- супер-ЭВМ: Алмаз, 5353, ЭВМ-IV, Кулон, 4150,
- мини-ЭВМ и системы: Электроника НЦ-1, ЦКС Юрюзань, КВС Связь-1 ...
- периферийные устройства для мини-ЭВМ, дисплеи, ВЗУ, УСО, СУПВВ ...
- архитектура, структура и схемотехника микропроцессоров серий 532, 587, 588 ...
 - микро-ЭВМ Электроника НЦ-01, -02, -03, -04, -05,
 - система ЧПУ Электроника НЦ-31,

Головной в МЭП по АСУП, АСУТП, САПР; разработка систем:

- координация разработок АСУ в Минэлектронпроме,
 - Единая вычислительная сеть НЦ (ЕВС),
 - эскизный проект системы "САПР самолётов",
- Автоматическая информационно-диспетчерская система МЭП (АИДП) – 1-й этап,
 - Системы машинной разводки печатных плат,
 - первые подсистемы САПР ИС,
 - системы бухгалтерского учёта и учёта кадров в НЦ,
 - система контроля исполнения документов в НЦ,
- первая в стране АСУ городского хозяйства "Район", внедрённая во всей Москве,
 - первая в стране АСУ "Выборы", также внедрённая в Москве,
 - Автоматизированная система научного эксперимента (АСНИ),
 - Две из пяти подсистем АСУ предприятия "Хроматрон" ...

Преемником коллектива и работ СВЦ стали в 1976 г. НИИТТ, а в 1984 г. НИИНЦ

О зарубежных аналогах

Первые разработки ИС и изделий на их основе в ЦМ (НЦ) не имели прямых зарубежных аналогов, соответствовали мировому уровню или превышали его.

Но потребители ИС требовали прямого воспроизводства зарубежных аналогов.

Я более 10 лет занимался в НЦ формированием отраслевых планов разработок по разделу "Микропроцессоры". За эти годы не было ни одной заявки на разработку оригинальной БИС с заданными функцией и параметрами.

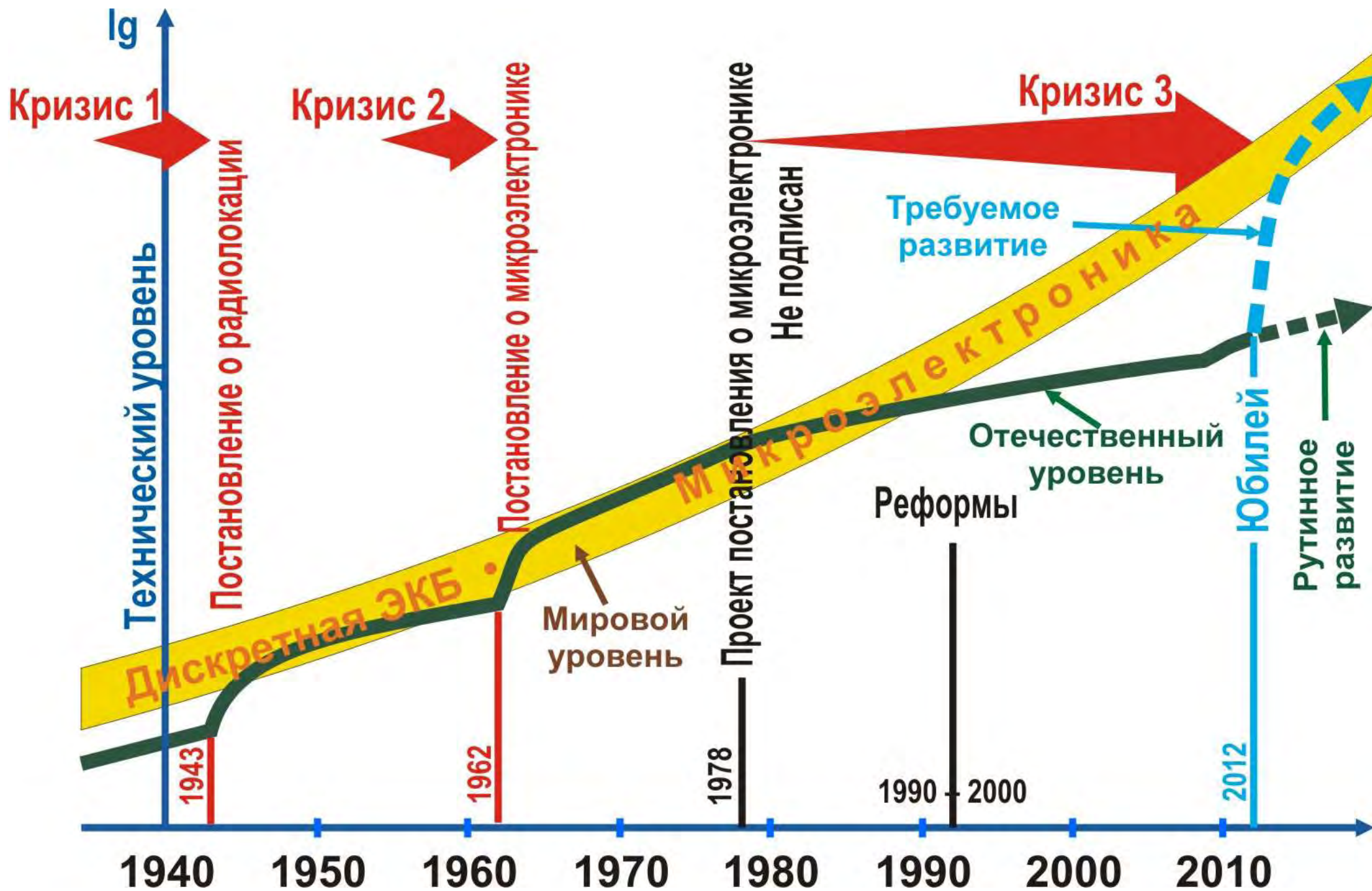
Все заявки требовали воспроизводства зарубежных микропроцессоров. То же было у моих коллег по другим разделам ("Логика", "Память", "ЦАП-АЦП" и др.).

А теперь в адрес Минэлектронпрома часто раздаются упрёки в том, что он воспроизводил аналоги. Не его это инициатива и не его вина. Это – следствие позиции заказчиков.

Своими заказами воспроизводства аналогов они сами закладывали неизбежное многолетнее отставание, как микроэлектроники, так и своей продукции. Но то была их воля.

Технический уровень

10



Технический уровень

В целом в период с 1964 по 1980 гг. уровень разработок ИС в НЦ:

- чаще соответствовал зарубежному уровню,
- иногда вырывались вперёд (оригинальные разработки),
- иногда уступал в пределах до 3-х лет.

Но примерно такая же динамика была и у ведущих зарубежных фирм, они то немного отставали от конкурентов, то опережали их.

Таким образом, можно утверждать, что разработки зеленоградского НЦ в те годы в целом соответствовали мировому уровню.

Его выходы на международные выставки вызывали, как правило, удивление зарубежных специалистов и ужесточение ограничений КОКОМ.

В 2009 г. лауреат Нобелевской премии, академик Ж.И. Алфёров дал следующую оценку уровню нашей электроники:

"В 1970-1980-е годы

существовало только три страны с развитой электроникой:

США, Япония и СССР.

По многим направлениям

советская электроника занимала передовые позиции".

Однако МЭП отставал от потребностей в объёмах производства ИС.

Запад обеспокоен

**"Запад беспокоит способность СССР
идти в ногу с современным уровнем развития интегральных схем.
СССР создал целый ряд институтов и заводов,
специализирующихся в военной электронике
в Зеленограде, городе под Москвой,
настолько секретном,
что там запрещено пребывание иностранцев,
а русским нужно специальное разрешение".**

Dun's Business Month. September 1983



Унификация и организация

11

В 2-3 рода раскрутив маховик создания микроэлектроники, Минэлектронпром сразу же оказался в кризисной ситуации. На него обрушился огромный шквал заявок на воспроизводство зарубежных ИС.

Так в 1971 г., при возможностях Минэлектронпрома выполнить не более 150 разработок ИС, от потребителей поступило заказов на прямое воспроизводство более 3000 ИС разных зарубежных фирм, часто функционально и параметрически однотипных, но не взаимозаменяемых. Это был прямой путь в никуда.

Проблему МЭП решил на основе унификации и организации.

Для унификации заказов на разработки ИС были введены механизмы:

- Формирования оптимизированных функционально-параметрических рядов ИС.
- Ежегодной заявочной кампании для формирования планов разработок ИС.
- Пятилетнего комплексно-целевого планирования стратегии развития ИС.

Функционально-параметрические ряды ИС

11

С целью оптимизации номенклатуры ИЭТ (ныне – ЭКБ), исключения неоправданного дублирования однотипных изделий и обеспечения функциональной полноты номенклатуры, в МЭП формировались функционально-параметрические ряды ИЭТ.

В НЦ (головной по микроэлектронике в МЭП) эти ряды оформлялись в виде:

- пятилетних КЦП по видам ИС с концепциями их развития,
- ежегодных перечней развиваемых серий ИС.

В "**Перечень развиваемых серий ИС**"

включались:

- серийно выпускаемые ИС, рекомендуемые для применения в разработках РЭА,
 - шифры выполняемых НИР и ОКР по созданию новых ИС,
 - шифры НИР и ОКР, включённых в КЦП и планы разработок ИС.

Серийно выпускаемый ИС, планируемые к снятию с производства,

не включались в Перечень,

их применение в новых разработках РЭА не допускалось.

Заявочная кампания

**Задача ежегодной "Заявочной кампании" –
обеспечение совместно с потребителями
оптимизации номенклатуры принимаемых к разработке новых СИ.**

Заявочная кампания проводилась в три этапа:

Этап 1. Унификация министерствами-заказчиками заявок своих предприятий с формированием отраслевой заявки.

Этап 2. Унификация отраслевых заявок с формированием проекта плана разработок на следующий год.

Этап 3. Обсуждение проекта плана на межотраслевом совещании с формированием окончательной версии плана разработок ИС в МЭП.

**Результаты заявочной кампании
автоматически включались в планы разработок МЭП на следующий год.**

**Это позволяло оптимизировать номенклатуру ИС,
удовлетворив нужды всех потребителей.**

Но это же обрекало на воспроизводство зарубежных аналогов.

Комплексно-целевые программы

12

С 1975 г. Минэлектронпром ввёл 5-летнее комплексно-целевое планирование разработок по видам ИЭТ.

КЦП формировались на основе:

- анализов и прогнозов развития ИЭТ в стране и за рубежом,
- предложений потребителей по развитию ИЭТ (обычно скудных).

Каждая КЦП включала:

- пояснительную записку с деревом целей и концепцией развития вида ИЭТ,
- перечень НИР и ОКР конкретных изделий с их основными характеристиками.

В КЦП имелись разделы:

- по созданию ИЭТ соответствующего направления,
- обеспечивающие разделы по созданию специфичных материалов, оборудования ...

В части микроэлектроники НЦ разрабатывал и сопровождал КЦП:

- "Микропроцессоры", "Логика", "Память", "ЦАП-АЦП", "Операция", "МСВТ" ...
 - "Рубеж", "Наука", "Технология", "Материалы", "Оборудование" ...

КЦП обеспечивали ограничить номенклатуру ИС несколькими сотнями типов, которые обеспечивали решение тех же задач, для которых зарубежная промышленность использовала десятков тысяч типов ИС.

Упущенные возможности

В 1978 г. Минэлектронпром в форме ОСТ 11 348.901-78, затем ГОСТ-27394-87 разработал процедуру и технологию совместной разработки ИС заказчиком и изготовителем ИС.

ОСТ давал возможность разработчику аппаратуры реализовать свои оригинальные схемотехнические и архитектурные решения в интегральном исполнении, т.е. сделать собственные оригинальные ИС, реализующие их идеи, их know-how.

Позже такой порядок получил распространение во всем мире в виде этапов:

- "Front-End" (схемотехническое проектирование),
- "Back-End" (топологическое проектирование).

Но отечественные электронщики оказались не готовыми к участию в создании ИС, они так и не отказались от практики заказа воспроизводства зарубежных аналогов.

По прогрессивной технологии было создано только 6 серий ИС:
К583 ("Front-End" - рабочая группа, "Back-End" – ПО "Интеграл),
К587 ("Front-End" - СВЦ, "Back-End" – НИИТТ),
588 ("Front-End" – СВЦ, НИИТТ, "Back-End" – минское ПО "Интеграл),
К1802 ("Front-End" - НИТТ, "Back-End" – НИИМЭ),
К1802 ("Front-End" - НИТТ, "Back-End" – НИИМЭ),
К1883 ("Front-End" – СВЦ, НИТТ, "Back-End" – ROBOTRON, ГДР),

Причём только в создании серии 583 приняли участие заказчики (из Минрадиопрома).

ОСТ 11 348.901-78

Для служебного пользования
Экз. № 47

<p>СОГЛАСОВАНО</p> <p>В/ч 25580 Командир <i>Р.П. Покровский</i> "16" <i>с.н.б.</i> 1978 г.</p>	<p>УТВЕРЖДЕНО</p> <p>Организация п/я А-1501 Заместитель руководителя <i>В.Г. Колесников</i> " " " 1978 г.</p>
--	---

МИКРОСХЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ВЫСОКОЙ СЛОЖНОСТИ

Порядок проведения научно-исследовательских и
опытно-конструкторских работ

ОСТ II 348.901-78
Срок действия с IХ 1978-ЗІ.ХІ 1981г.
Организация п/я Г-4515

Заместитель руководителя	<i>В.А. Васенков</i>
Начальник отдела стандартизации	<i>Д.С. Кацовский</i>
Начальник сектора	<i>Ю.В. Терехов</i>
Начальник отдела	<i>В.А. Шахнов</i>
Руководитель разработки, начальник лаборатории	<i>Б.М. Малашевич</i>

СОИСПОЛНИТЕЛИ

от В/ч 67947

Командир	<i>В.П. Балашов</i>
Заместитель командира	<i>И.Ф. Усольцев</i>
Руководитель разработки	<i>М.А. Бедревский</i>
Исполнители:	<i>Н.С. Кручинин</i>
	<i>В.Г. Щабаров</i>
	<i>А.И. Шуклин</i>

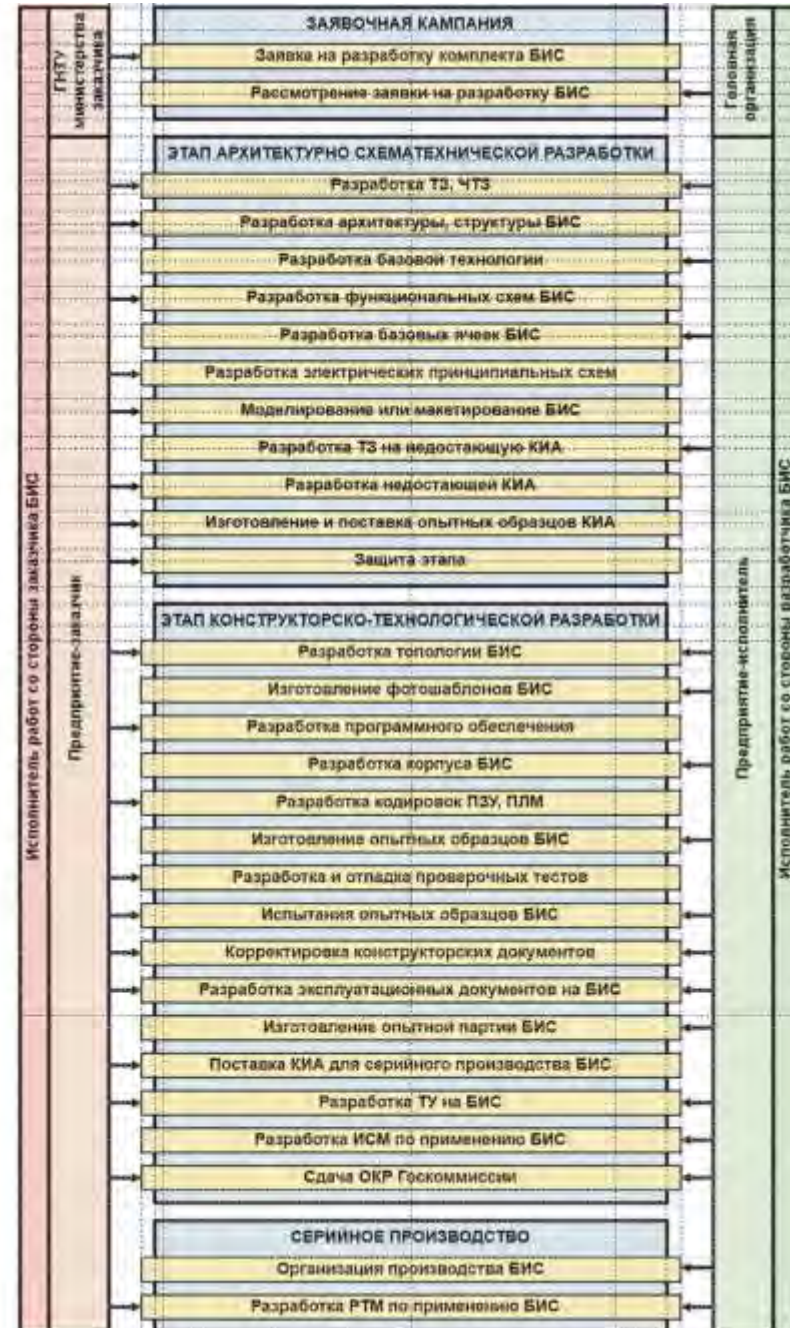
от в/ч 25580-Е

СОГЛАСОВАНО

В/ч 25580-В

Командир	<i>Е.А. Чаловский</i>
Организация п/я Р-6846	
Заместитель руководителя	<i>А.П. Грибачев</i>
Предприятие п/я А-7538	
Заместитель руководителя	<i>С.В. Якубовский</i>
Руководитель организации п/я Г-4397	<i>В.И. Провако</i>

12.9.78



Закат

13

По объёмам производства ИС Минэлектронпром отставал и от зарубежного уровня, и от потребностей страны.

Опытные заводы ЦМ фактически превратились в серийные, их участие в развитие технологий и новых изделий существенно сократилось.

Требовалось радикальное финансовое участие государства, аналогичное предпринятому Н.С. Хрущёвым в 1962 г.

В 1978 г. в НЦ был подготовлен проект постановления ЦК КПСС и СМ СССР:

- модернизация действующих НИИ, КБ и заводов,
- создание новых НИИ с опытными заводами и серийных заводов с КБ.

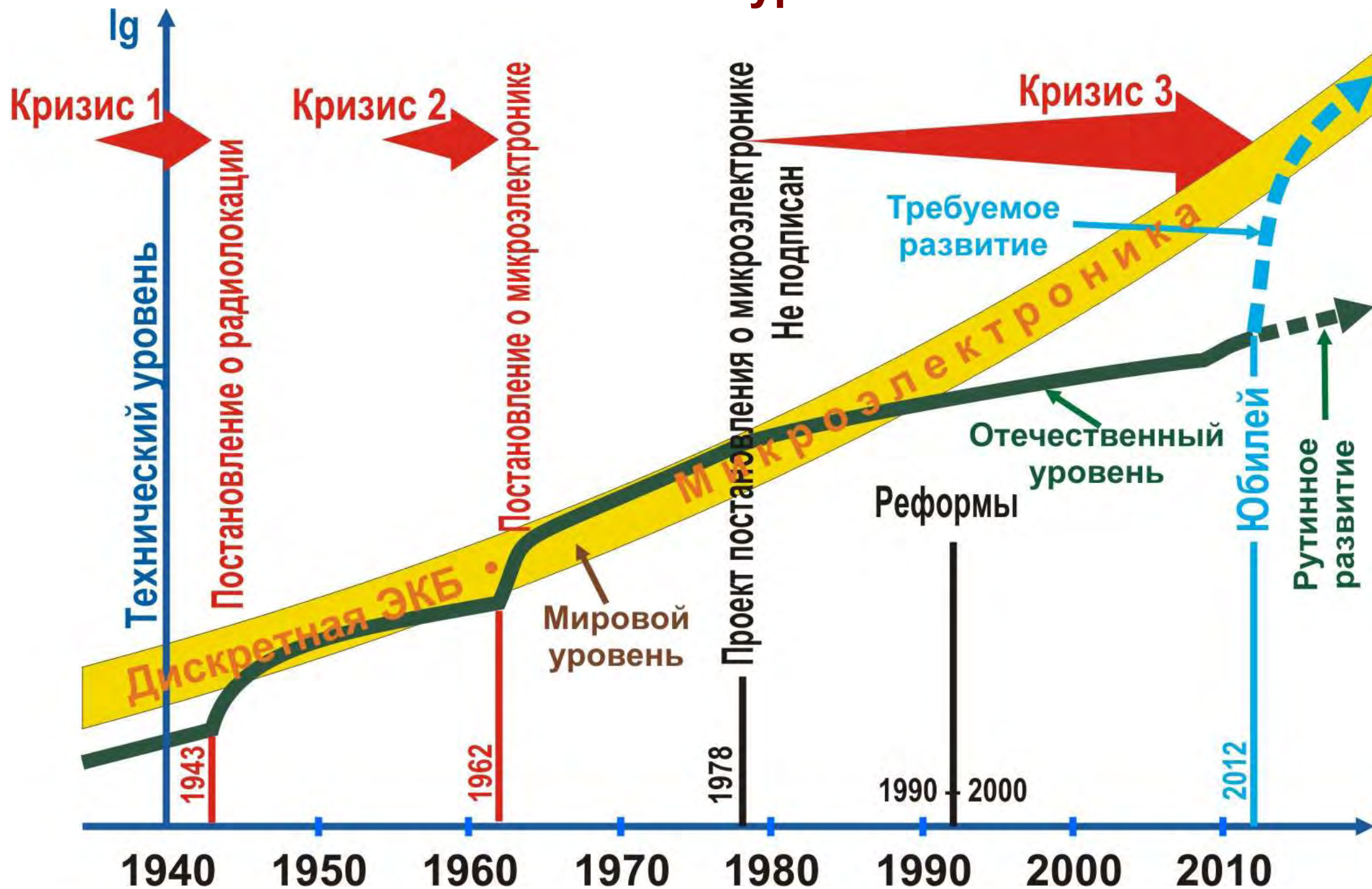
Проект постановления был согласован со всеми участниками работ и направлен в ЦК КПСС и СМ СССР.

Но принят не был.

Предстояла "Олимпиада-80" в Москве и для власти она оказалась важнее.

В результате примерно с 1980 года началось прогрессирующее отставание отечественной микроэлектроники.

Технический уровень



В 1962 – 1990-е годы:

**разработано около 23 тыс. типоминалов ИС,
произведено более 2 млрд. ИС – 3-е место в мире.**

Средний объём производства ИС – 87 тыс. шт.

Катастрофа

14

Разрушительный удар по микроэлектронике нанесли реформы 1990÷2000-х гг.

Лучше всех катастрофу пережили разработчики ИС.

И в Зеленограде, и в стране в целом они организовали множество фирм, разрабатывающих ИС для производства на российских и зарубежных фабриках.

Аналогична ситуация и у разработчиков РЭА на основе ИС, особенно специального назначения для стратегически значимых систем.

Значительно пострадало производство ИС, большинство заводов в стране закрыто. Выжили гиганты Микрон и Ангстрем, продолжая развивать производства, но, в основном, на зарубежном оборудовании и материалах.

Почти полностью разрушено микроэлектронное материаловедение.

То же и со специальным машиностроением.

Завод "Элион" – теперь опытное производство НИИДАР, занимается выпуском радиолокационных станций.

Ряд предприятий микроэлектроники, в т.ч. Микрон и Ангстрем, - под санкциями.

В результате отечественная микроэлектроника, работающая на импортном оборудовании и материалах, реально находится в полной зависимости от политической воли наших "партнёров".

Научный центр в ходе реформ

Постановление Государственного Совета СССР от 14.11.1991 № 13
с 1 декабря 1991 г. Минэлектронпром СССР был упразднён
(вместе с ним упразднены ещё 73 министерства и ведомства союзного значения).

В результате были упразднены и головные функции Научного центра.

Каждое предприятие было брошено на произвол судьбы,
должно было само о себе заботиться.

В ходе приватизации многие подразделения НИИ, КБ и заводов
выделились в самостоятельные акционерные общества (АО).

В лихие 1990-2000-е годы многие АО разорились.
Но многие выжили и развивались.

Но комплексный характер зеленоградской науки и промышленности утрачен.

Единственных координирующий центр, –
Совет директоров предприятий науки и промышленности
при префекте Зеленоградского округа г. Москвы.

Электронный Зеленоград сегодня

Сегодня в Зеленограде
более 50 малых, средних и крупных предприятий,
специализирующихся в области микроэлектроники,
включая разработки и производство:

- интегральных схем различной сложности и назначения,
- контрактное производство ИС по Front-End проектам заказчика,
 - интеллектуальных карт,
 - дискретных полупроводниковых приборов,
- приборов микромеханики и микроэлектромеханических систем,
 - приборов для тепловидения,
 - радиочастотных чипов, меток, карт, считывателей,
 - сверхчистых материалов для микроэлектроники,
- спец. технологического оборудования для микро- и наноэлектроники,
- бортовых космических, авиационных, наземных и морских компьютеров и систем,
 - портативных терминалов для электронных систем,
 - приборов и систем защиты информации,
 - приборов медицинской техники
- и многих других изделий

микроэлектроники, для микроэлектроники и на основе микроэлектроники....

Благодарю за внимание

boris@malashevich.ru