

**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

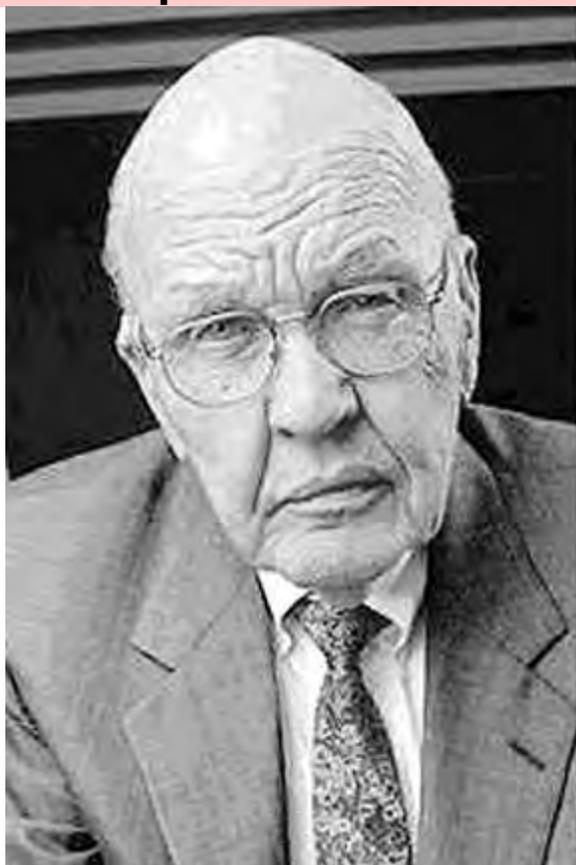
К концу 1950-х годов технология сборки радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) из дискретных элементов исчерпала свои возможности.

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).

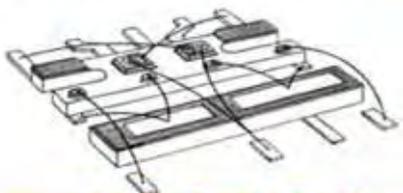


# Три первые в мире полупроводниковые интегральные схемы

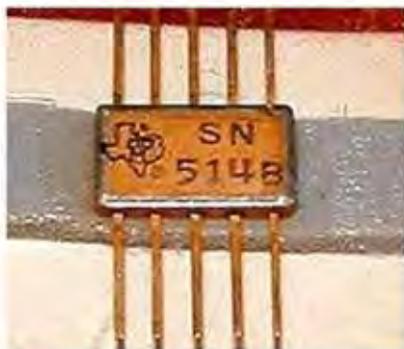
Дж. Килби  
Texas Instruments



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.



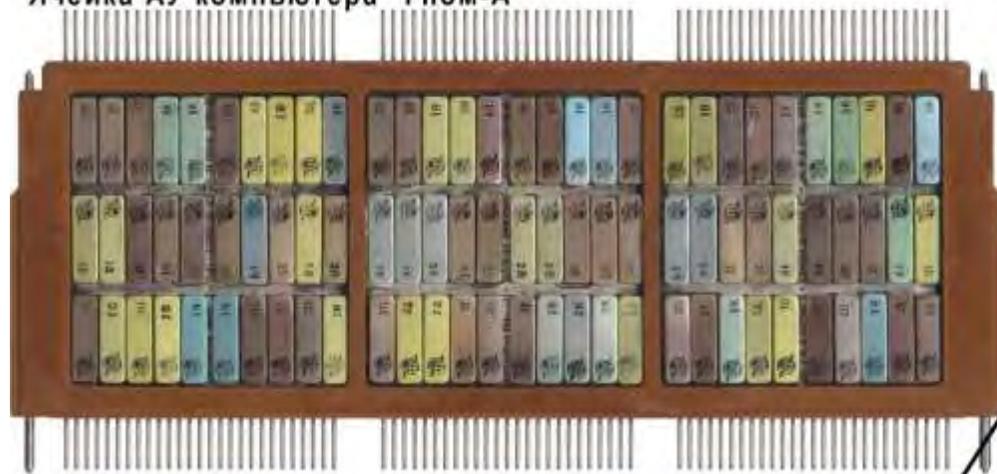
ИС P12<sub>2</sub>  
Кристалл в ИС корпусе.  
В 1962 г. выпущено 5000 ИС.



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

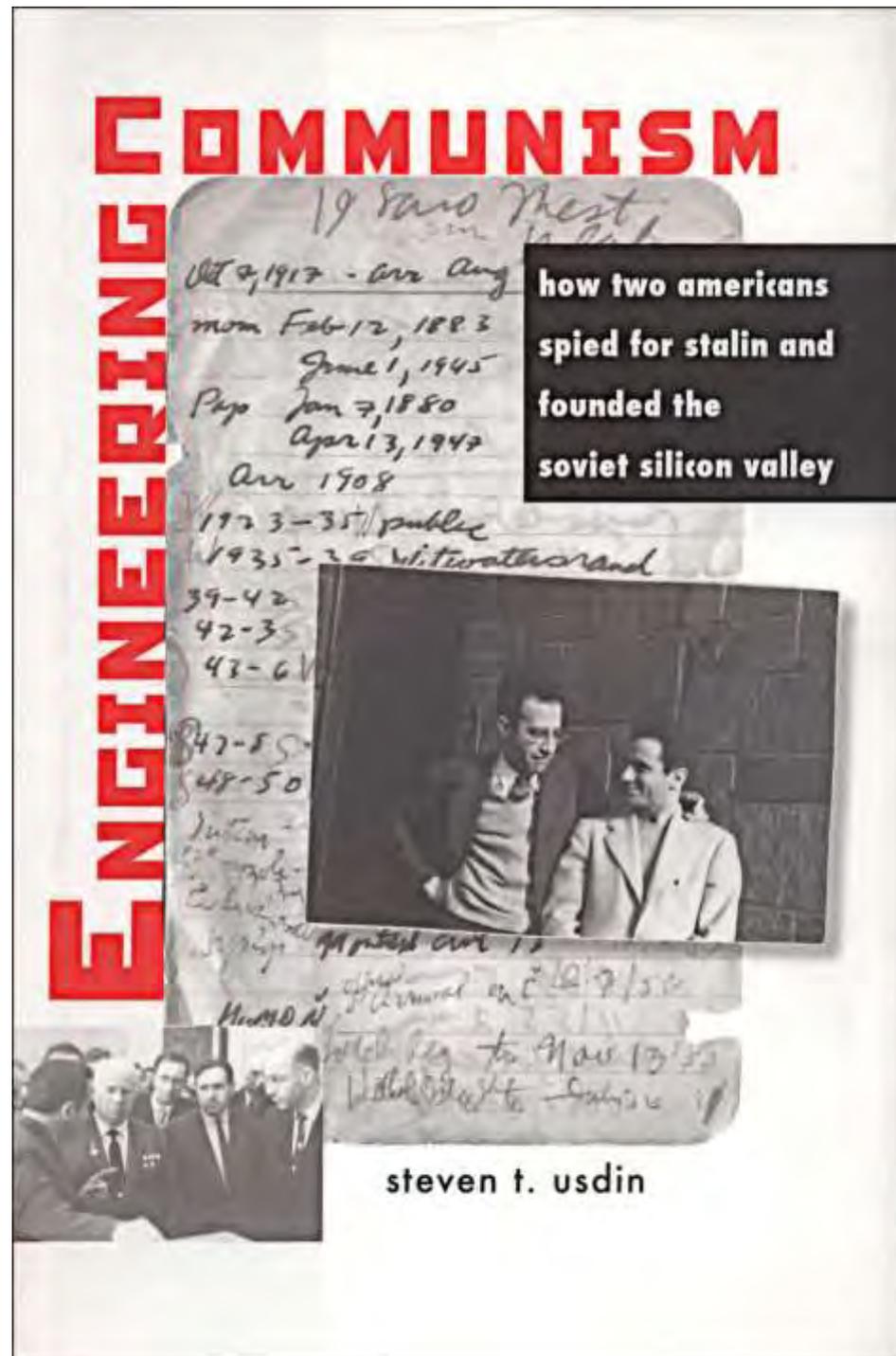
Филиппа Георгиевича Староса  
и

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. м<sup>2</sup> 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

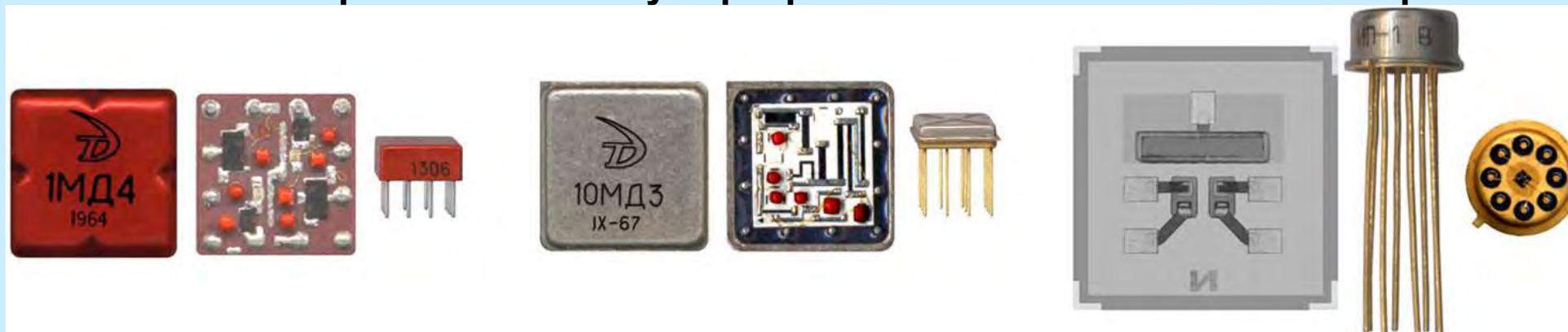
В мае 1963 г. в НИИТМ проведена модернизация полученных от СКБ-2 четырёх установок вакуумного напыления "УНУ-1".

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.

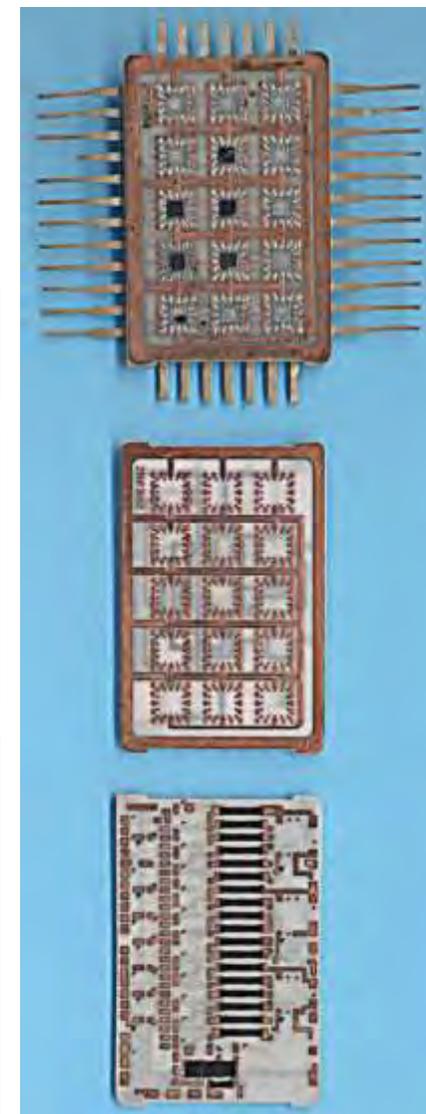
Уже первое изделие — радиоприемник “Микро” – не имело равных в мире.

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.

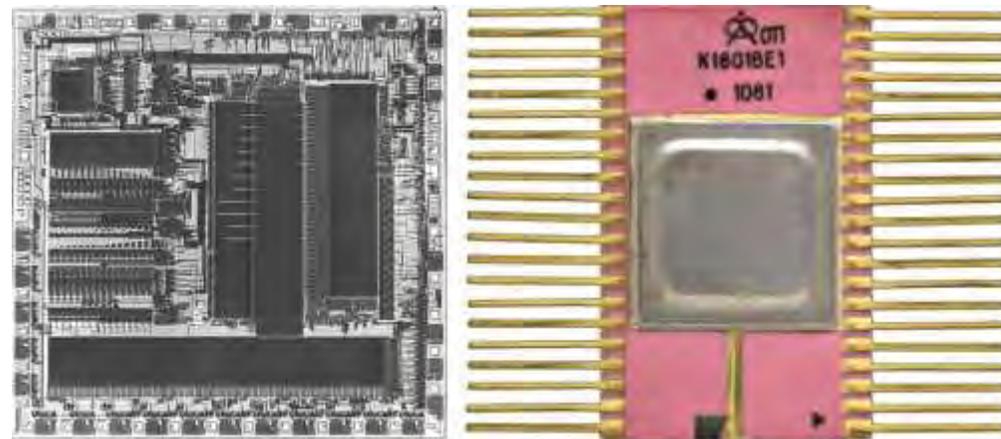
Аналогичная ситуация была и в НИИМЭ с заводом “Микрон”. В начале 1970-х годов специалисты ф. Motorola, исследовав ИС серии 500, констатировали:  
*«Ваши схемы действительно имеют более высокое быстродействие по сравнению с МС10000. У Вас хорошая технология».*



## 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.**

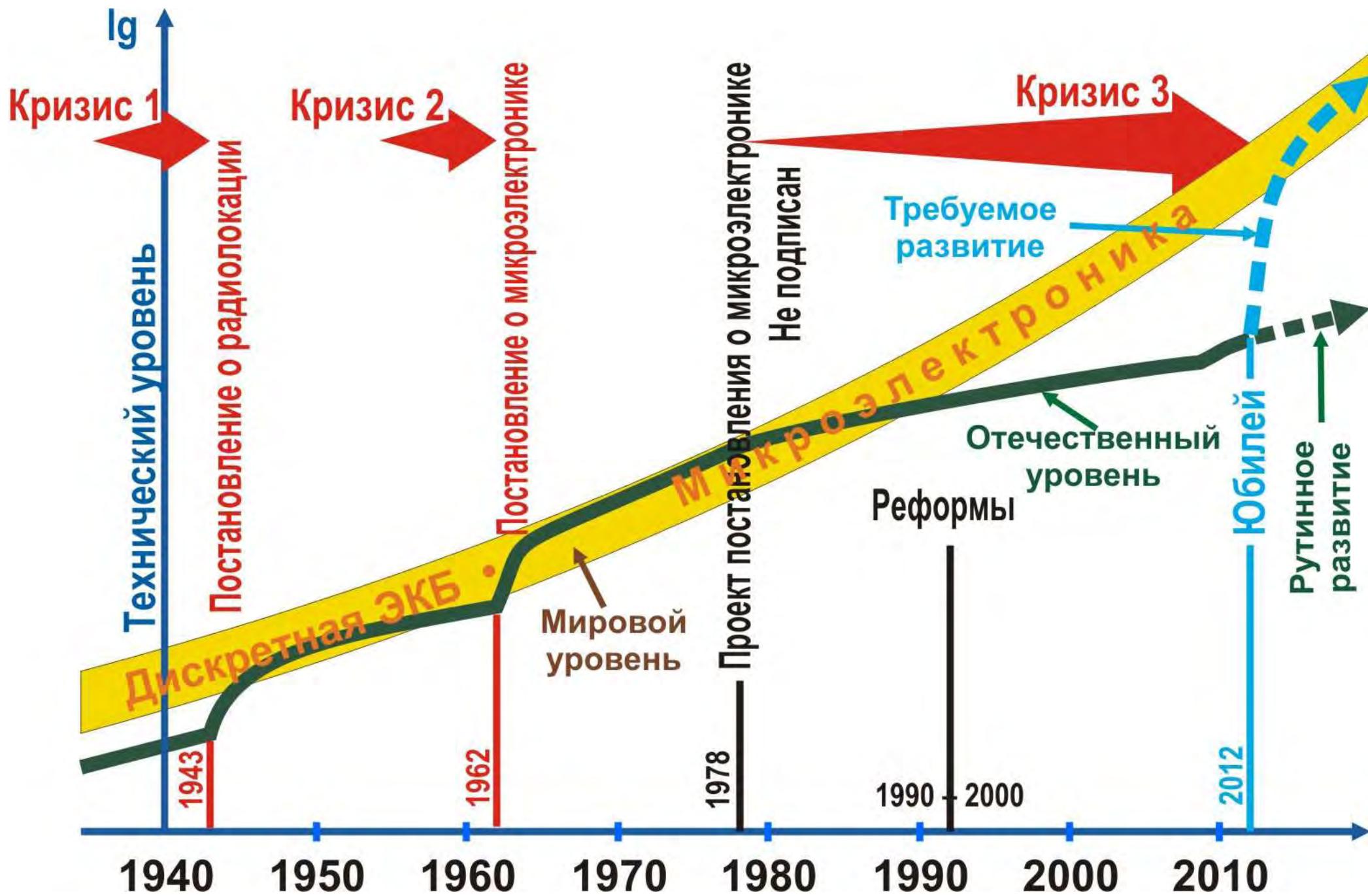
**Все заявки требовали воспроизводства зарубежных микропроцессоров. То же было у моих коллег по другим разделам ("Логика", "Память", "ЦАП-АЦП" и др.).**

**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" <u>с.н.б.</u> 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>А.А. Васенков</i> А. А. Васенков
Начальник отдела стандартизации	<i>Д.С. Кацовский</i> Д. С. Кацовский
Начальник сектора	<i>Ю.В. Терехов</i> Ю. В. Терехов
Начальник отдела	<i>В.А. Шахнов</i> В. А. Шахнов
Руководитель разработки, начальник лаборатории	<i>Б.М. Малашевич</i> Б. М. Малашевич

СОИСПОЛНИТЕЛИ

от В/ч 67947

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

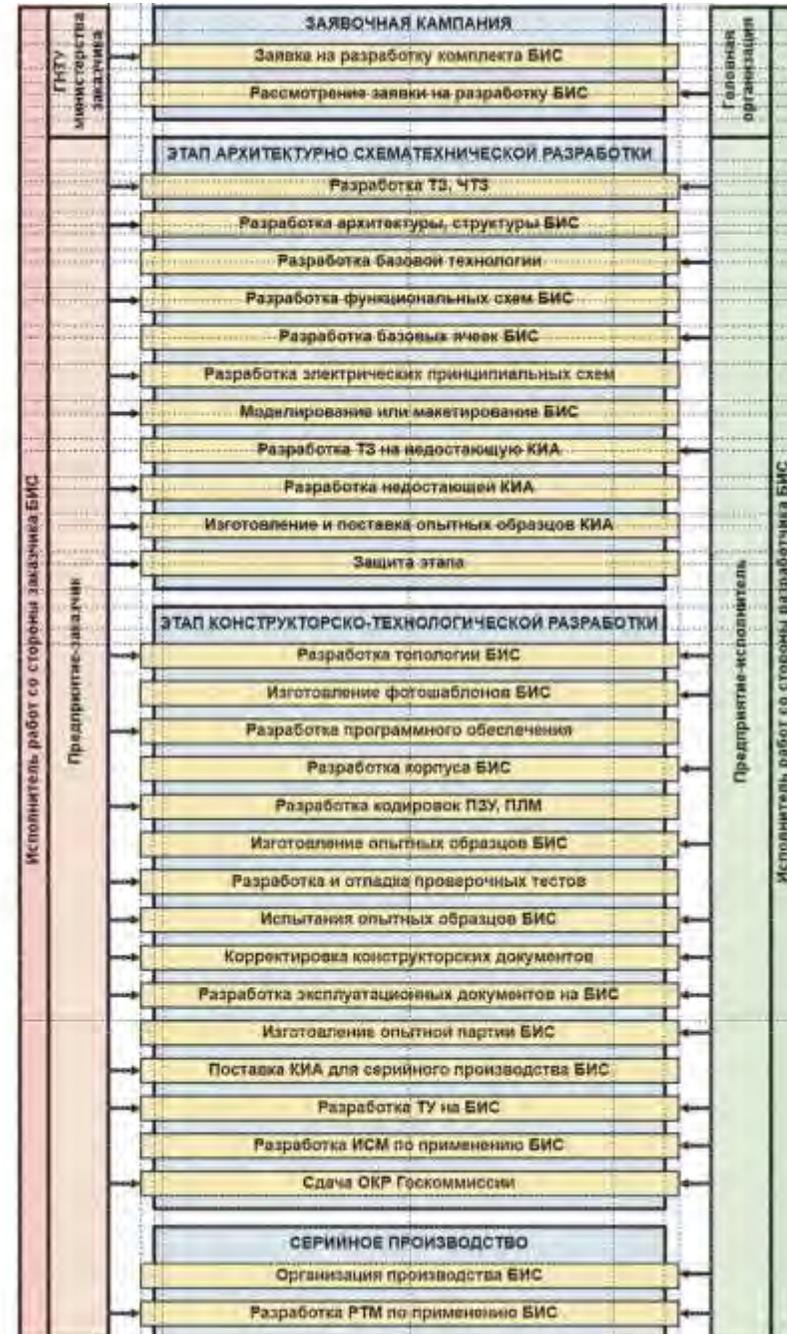
от в/ч 25580-Е

СОГЛАСОВАНО

В/ч 25580-В

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

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.

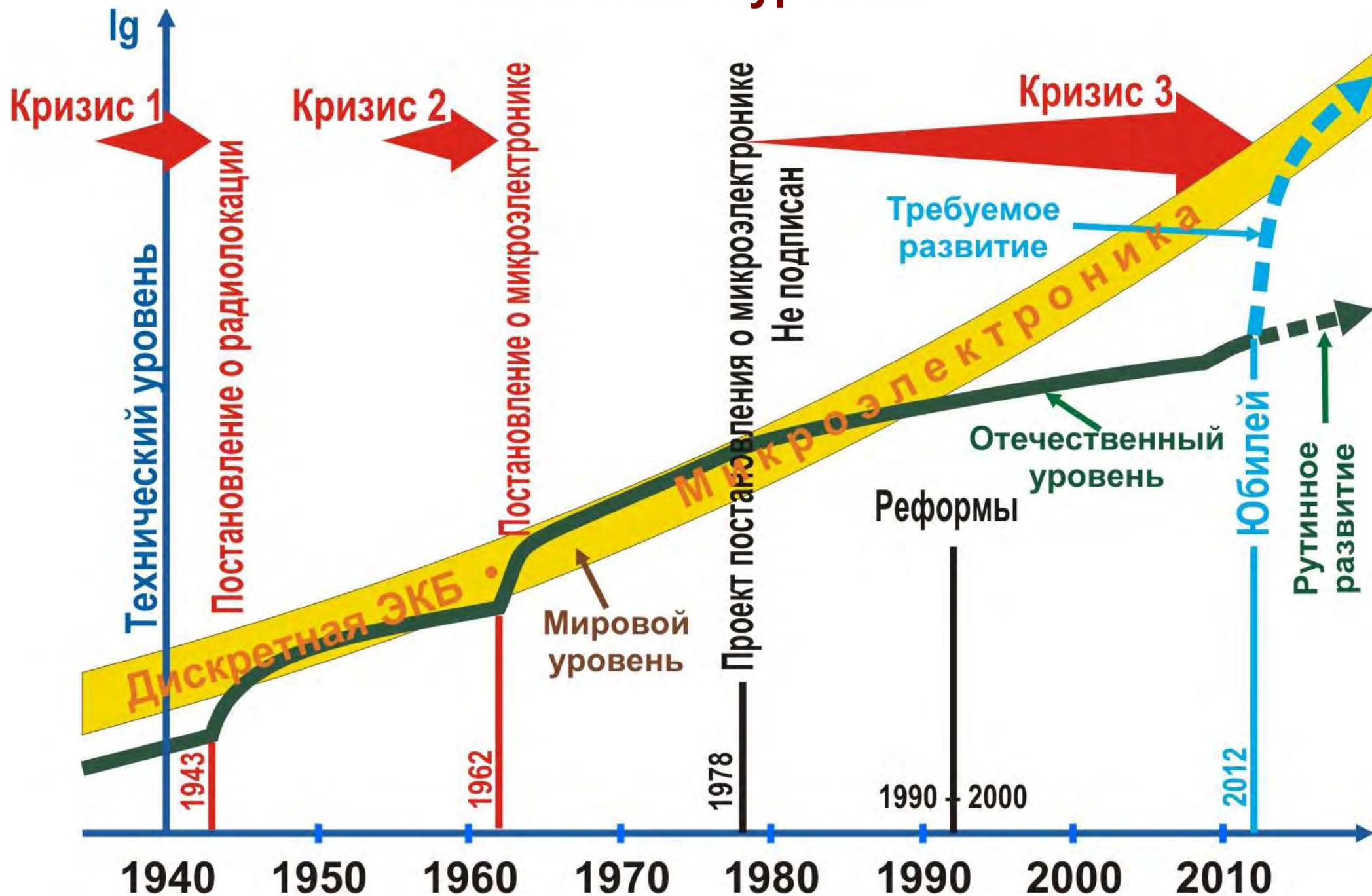
Проект постановления был согласован со всеми участниками работ и направлен в ЦК КПСС и СМ СССР.

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](mailto:boris@malashevich.ru)**