

## Справка Ф.В. Лукина «О состоянии работ по микроэлектронике»

Справка из архива Ф.В. Лукина от 20 июня 1967 г. им подписанная, любезно предоставленная его сыном В.Ф. Лукиным.

20 06 67

Для служебного пользования  
экз. № 2

### С П Р А В К А

#### «О СОСТОЯНИИ РАБОТ ПО МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ»

Микроэлектроника, развиваясь на основе успехов физики твердого тела и тонких пленок становится важнейшим направлением развития электронной техники, обеспечивающим создание высоконадежной, малогабаритной и экономичной радиоэлектронной аппаратуры.

В ближайшие годы интегральные схемы должны получить широкое применение в бортовых вычислительных и радиолокационных устройствах, в наземных и корабельных системах управления, в аппаратуре армейской связи, во всех видах ЭВМ, телефонии, промышленной автоматике, в бытовой и медицинской аппаратуре и других отраслях.

В США и Англии начало исследовательских работ в области микроэлектроники относится к 1952 г., разработки интегральных схем по контрактам в США были начаты в 1958 г., а их промышленный выпуск в 1962 г.

До 1967 года затраты США на разработки в области микроэлектроники составляли около 350 млн. долларов.

В США в настоящее время около 100 фирм заняты разработкой интегральных схем, в том числе большое количество фирм занимается производством широкой номенклатуры технологического и измерительного оборудования, а также материалов для микроэлектроники. В 1967 г. только в США объем продаж интегральных схем составит более 300 млн. долларов (примерно 100 млн. шт.) при номенклатуре выпускаемых схем около 3000 типов.

В Советском Союзе исследовательские работы в области микроэлектроники были начаты в 1958-1959 гг., а опытно-конструкторские работы в 1963г. после организации в соответствии с Постановлением ЦК КПСС и СМ СССР № 831-353 от 8 августа 1962 г. Центра микроэлектроники и его специализированных предприятий. Затраты на НИР и ОКР по микроэлектронике за 1963-1966 гг. составили около 85 млн руб, в том числе 25 млн на разработку специального технологического оборудования и материалов, не выпускающихся машиностроительной и химической отраслями промышленности. Планом производства в 1967г. предусматривается выпуск 3,5 млн.шт. интегральных схем, при номенклатуре выпускаемых схем 140 типов. По уровню промышленного производства мы еще значительно отстаем от США.

По состоянию на I.I-1967г. организациями МЭП выполнены следующие работы:

- разработано основное оборудование и скомплектованы комплексные технологические линии для производства интегральных схем и планарных транзисторов;
- разработаны и выпускаются основные виды специальных материалов, в том числе: эпитаксиальные пленки, диффузенты, специальные диэлектрики, резистивные слои и другие материалы;
- разработаны базовые технологические процессы производства интегральных гибридных и твердых схем;
- с целью проверки новых технологических методов разработано несколько видов радиоэлектронной аппаратуры на интегральных схемах.

Испытания аппаратуры, разработанной предприятиями Научного центра показали, что микроэлектронная аппаратура, не уступая по электрическим параметрам аппаратуре на обычных дискретных элементах, имеет значительный выигрыш по весам, габаритам, потребляемой энергии и надежности.

Главной задачей отечественной микроэлектроники в 1967-1970 гг. является организация промышленного производства интегральных схем в количествах, обеспечивающих потребности обороны и народного хозяйства страны.

#### РАБОТЫ ПО ИНТЕГРАЛЬНЫМ СХЕМАМ

В настоящее время основным содержанием работ отечественной микроэлектроники является создание интегральных схем для всех классов радиоэлектронной аппаратуры и в первую очередь вычислительной техники.

Создание интегральных схем развивается по нескольким направлениям:

- интегральные гибридные схемы, выполненные на основе толсто пленочной и тонкопленочной технологий;
- интегральные твердые схемы, выполненные в монолитном блоке полупроводникового материала;
- интегральные совмещенные схемы, в которых активные элементы выполнены в монолитном блоке полупроводникового материала, а пассивные элементы нанесены в виде тонких пленок.

По интегральным гибридным схемам создано три базовых конструкторско-технологических направления на основе которых разработаны и выпускаются схемы широкого применения:

- толсто пленочные влагоустойчивые схемы "Трой" и "Трапеция" (разработано 42 типа схем, плотность 20-50 эл/см<sup>3</sup>, металло-

полимерный плоский корпус);

- тонкопленочные герметичные схемы "Сегмент-2" и "Посол-1" (разработано 17 типов схем, плотность 25-30 эл/см<sup>2</sup>, корпуса металло-стеклянные типа ТО-5 и прямоугольный);

- тонкопленочные влагоустойчивые схемы "МИГ" и "Пенал" (разработано 17 типов схем, плотность 50-90 эл/см<sup>2</sup>, корпус типа "Пенал").

Кроме этого разработаны и выпускаются в опытном производстве интегральные гибридные схемы частного применения "Аргон", "Звено", "Сапфир", "Сирена" и др. Отечественные интегральные гибридные схемы по своим электрическим параметрам аналогичны интегральным гибридным схемам, выпускаемым иностранными фирмами.

На базе конструктивно-технологических направлений "Тропа" и "Трапезия" разработано и осваивается в опытном производстве 5 систем логических элементов, которые используются для космических систем Л-1, Л-2, Л-3 и др.

Дальнейшее развитие работ в области интегральных гибридных схем ведется в направлении создания новых систем логических, аналоговых и линейных схем со значительным улучшением их быстродействия (с 2-х до 5-10 МГц), нагрузочной способности (до 8-10), потребляемой мощности (до 1 мвт). Проводится поиск новых технологических методов при разработке интегральных гибридных схем с помощью электронно-ионной технологии.

По интегральным твердым схемам освоено несколько базовых технологий:

- планарная технология с изоляцией разделительными р-п переходами;

- планарная технология с изоляцией элементов слоем окиси кремния;

- совмещенная технология, когда активные элементы создаются в полупроводниковом материале, а пассивные элементы (резисторы, емкости) напыляются на его поверхности методами тонкопленочной технологии;

- планарно-эпитаксиальная технология с изоляцией элементов разделительными р-п переходами;

- эллипная технология.

Каждое из этих технологических направлений имеет свои преимущества для определенных классов интегральных твердых схем и широко используется в ряде разрабатывающих организаций.

Разрабатываемые Научным центром логические интегральные твердые схемы по своим электрическим параметрам не уступают аналогичным серийно выпускаемым зарубежным образцам (таблица I), но уступают по быстродействию схемам, разрабатываемым в США.

В соответствии с Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 28 июля 1966г. № 593-187 предусматривается дальнейшее совершенствование техники и технологии производства интегральных схем.

Новые разработки интегральных твердых схем направлены на решение следующих задач:

- повышение быстродействия;
- уменьшение потребляемой мощности;
- увеличение функциональных возможностей.

С целью отработки требований к интегральным схемам, и разработки способов их монтажа разработано несколько видов микроэлектронной аппаратуры, в том числе:

Таблица I

Сравнение характеристик основных логических твердых схем, разрабатываемых в СССР и серийно выпускаемых США

Серии логических схем	Типы схем	Средняя задержка распространения сигнала (н.сек)	Рассеиваемая мощность (мвт)	Коэффициент разветвления по выходу	Коэффициент объединения по входу	Помехоустойчивость (в)	Количество элементов в схеме на оди. кристалле
С непосредственной связью	"Микроватт" СССР, 1967г.	300	0,5	4	2	0,2	5
	"Микроватт-I" СССР, 1968г.	1000	0,1	4	2x4	0,2	20
	A-14, США 1966г.	1000	0,12	4	3x2	0,2	20
Диодно-транзисторные	"Логика" СССР 1967г.	50	20	4+15	3+6	0,5	9+12
	"Логика-I" СССР 1967г.	20+25	12+15	5	4+8	0,5	12
	MC-201, США 1966г.	20-30	8,5	5	5	0,5	10
На токовых ключах	"Истра-II" СССР, 1968г.	5	100	20	3+5	0,3+0,4	10
	MC-350, США 1966г.	5	53	25	3+4	0,25+0,4	15
Транзистор-транзисторные	"Логика-2" СССР 1968г.	15	20	4+15	4+8	1,0	10+15
	Sc-60, США 1966г.	15	15	4+15	4+8	1,0	10+15

- радиоаппаратура военной связи (УКВ радиостанции "Салфир", "Прибой" и приемник команд управления "Звено");
- аппаратура для ВВС и гражданской авиации (станция предупреждения о радиолокационном облучении "Сирена", микроминиатюрные маяки-ответчики "Эхо", устройство расчета центровки самолетов "Нерис");
- аппаратура для космических объектов (бортовая навигационная ЦВМ "Салют", "УМ-2", аппаратура телеконтроля и радиоконтроля орбиты космических аппаратов "Сатурн");
- бытовая аппаратура (создан первый в мире пленочный микроминиатюрный приемник "Микро", приемник "Маяк", портативный электрокардиограф).

Сравнение с зарубежными образцами показывает, что разработанная аппаратура по основным параметрам находится на уровне зарубежной.

Поисковые исследования в области микроэлектроники развиваются по следующим направлениям:

- исследование физических и химических эффектов с целью создания новых видов микроэлектронных элементов и схем;
- исследование в области технической кибернетики, направленные на создание новых математических принципов построения ЭВМ на основе микроэлектронных элементов;
- изучение и моделирование биомеханизмов с целью разработки принципов построения самоорганизующихся систем и др.

#### М А Т Е Р И А Л И

В период с 1962 по 1966 гг. предприятиями МЭП разработано более 30 типов материалов для микроэлектроники, из которых 22

типа освоено в опытном производстве, в том числе эпитаксиальные пленки, диффузенты, фоторезисты, резистивные и диэлектрические материалы, полупроводниковые соединения, чистые элементы, которые по своим параметрам не уступают аналогичным материалам, выпускаемым ведущими фирмами США.

В настоящее время продолжают работы по улучшению свойств этих материалов и расширению их номенклатуры.

Однако, имеющиеся в МЭП мощности по выпуску материалов в состоянии обеспечить только 1/10+1/20 часть потребности.

К обеспечению потребности отрасли специальными материалами, необходимо привлечь Министерство химической промышленности, Министерство цветной металлургии, Министерство строительной промышленности и др.

#### СПЕЦИАЛЬНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

В целях обеспечения отечественной промышленности специальным технологическим оборудованием для производства микросхем и микротранзисторов разработаны и выпускаются на опытных заводах Министерства электронной промышленности основные виды оборудования. Однако объем проводимых разработок по сравнению с ведущими капиталистическими странами еще недостаточен. В СССР к разработке оборудования для микроэлектроники привлечены лишь 2 института и 4 конструкторских бюро. В США разработкой специального технологического оборудования занимается более 30 фирм.

Кроме того, в капиталистических странах существует широкая кооперация по поставкам оборудования для оснащения специализированных заводов. В этих поставках участвуют фирмы Англии, ФРГ,



Японии, Швейцарии и др. стран.

Все же следует отметить, что несмотря на то, что разработка специального технологического оборудования в СССР начата гораздо позднее, чем, например, в США, по таким видам оборудования как вакуумно-напылительное, термическое, сборочное, фотолитографическое - отечественное имеет вполне удовлетворительные характеристики.

Основное отставание в разработке специального технологического оборудования для производства микросхем заключается в отсутствии высококачественной оптики, в разработке высокопроизводительного сборочного и контрольно-испытательного оборудования.

Объем серийного производства оборудования для оснащения специализированных заводов по производству микротранзисторов и интегральных схем совершенно недостаточен и не обеспечит в ближайшие годы необходимое развитие производства изделий микроэлектроники. Вопросы централизованной поставки необходимого оборудования для производства микросхем соответствующими министерствами в настоящее время не решены.

ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ  
на 1967-1975 г.г.

В области производства интегральных схем должны быть решены следующие основные задачи:

- резкое увеличение производства специального технологического оборудования и оснащение им вводимых производственных площадей;
- создание к 1970г. производственных мощностей по выпуску 13-15 млн. штук интегральных схем в год;

- обеспечить дальнейшее увеличение объемов производства изделий микроэлектроники в 1,5-2 раза ежегодно.

Учитывая, что большинство организаций разработчиков радиоэлектронной аппаратуры приступили к разработкам на интегральных гибридных схемах в 1966-1967 гг., а на интегральных твердых схемах в 1967г. и то, что разработка и внедрение аппаратуры в производство занимает не менее 3-4 лет, можно ожидать, что промышленность будет в состоянии использовать в ближайшие годы количество схем, указанное в таблице 2.

Таблица 2.

Годы	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
К-во интегральных схем, млн. шт. х/ СССР	3,5	4,5	7,0	13	20	30	45	60	80

х/ Приведенные к 10 элементам.

Чтобы обеспечить выпуск 80 млн. интегральных схем в 1975 г. необходимо, начиная с 1969г., изготавливать и вводить в эксплуатацию по 15-20 технологических линий. Одновременно для обеспечения выпуска планарных транзисторов потребуется ежегодно изготавливать и вводить в эксплуатацию по 10 технологических линий.

#### МЕРОПРИЯТИЯ ПО РАЗВИТИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ

С целью наращивания производственных мощностей по промышленному выпуску интегральных схем с доведением их к 1970 году до 13 млн. шт., и к 1975г. до 80 млн. шт. необходимо значительное увеличение объемов производства специального технологического

оборудования и материалов.

Количество и стоимость (ориентировочно) оборудования, исходя из задач, стоящих перед отраслью на 1968-75 гг. приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Г о д ы	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
К-во технологических линий (шт)	9	26	30	30	30	30	30	30
Стоимость технологич. линий (млн.руб)	16	47	48	48	48	48	48	48

До 1970г. необходимо изготовить 65 технологических линий специального оборудования общей стоимостью 100+120 млн.руб.

Наращивание выпуска интегральных схем полностью зависит от оснащенности серийных заводов специальным технологическим оборудованием, сборочным, автоматизированным контрольно-измерительным и испытательным оборудованием.

Однако, в связи с малой мощностью машиностроительной базы МЭП, а также отсутствием специализированных предприятий по разработке и изготовлению целого ряда специального оборудования, используемого при производстве интегральных схем, изготовление комплексно-механизированных линий для производства изделий микроэлектронной техники не может быть полностью обеспечена за счет его изготовления силами Министерства электронной промышленности.

Необходимо ускорить централизованное изготовление оборудования для микроэлектроники с привлечением серийных заводов

других министерств и установит специализацию по основным видам оборудования. В настоящее время этот вопрос рассматривается комиссией Совета Министров СССР по военно-промышленным вопросам.

ДИРЕКТОР НАУЧНОГО ЦЕНТРА



Ф.ЛУКИН

"22" ИЮНЯ 1967г.

отп. 3 экз.  
№ 315-дсп  
20.У1-67г.