

ГЛАВКОМ СОВЕТСКОЙ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Александр Шокин, директор ФГУП "Конструкторское бюро полупроводникового машиностроения", доктор технических наук

За последнее время появились публикации по истории развития электроники в СССР, позволяющие проанализировать подходы, которые применялись в свое время для скорейшего внедрения достижений полупроводниковой интегральной электроники и электронных вычислительных машин в практическое использование.

Знаменитый XX съезд КПСС (февраль 1956 года) был одним из немногих, где обсуждались и принимались важные и нужные решения по научно-техническому прогрессу, в частности, по развитию вычислительной техники и полупроводниковой электроники. На следующем съезде, спустя три года, возрастание роли радиоэлектроники для народного хозяйства и потребительского рынка было подтверждено. В июне 1959 года был даже проведен специальный пленум ЦК КПСС, на котором рассматривались вопросы о внедрении комплексной механизации и автоматизации производства и создании вычислительной техники.

В то время вопросы применения ЭВМ в военных областях открыто не затрагивались, однако именно при создании систем управления оружием и военной техникой (особенно бортовых), комплексов противовоздушной и противоракетной обороны особо остро стояли вопросы веса, габаритов, надежности аппаратуры, ее микроминиатюризации. Все это требовало высококачественных радиокомпонентов.

Потребность в них росла как снежный ком, но принимавшиеся меры по развитию электронной техники, оказывались недостаточными - мировой прогресс полупроводниковой техники шел так быстро, что усилия НИИ и КБ Министерства радиотехнической промышленности и сменившего его Госкомитета по радиоэлектронике не приводили к сокращению количественного и особенно качественного разрыва. Появление интегральной электроники еще более усугубляло положение. И чем тяжелее и больше по размерам становились наши ракеты и спутники, тем нетерпимее становилось состояние электронной технологии.

Решение было найдено в выделении направления электронной техники в самостоятельную отрасль, сорокалетие которой отмечалось в 2001 г. Председателем Государственного комитета Совета министров СССР по электронной технике* - министром СССР был назначен Александр Иванович Шокин.

Вся его инженерная и организаторская деятельность с 1932 г. была связана со сложной передовой техникой - от механических приборов управления стрельбой до радиолокационных комплексов ракетного оружия. В период 1943-49 гг., работая в Комитете по радиолокации при СМ СССР, он занимался созданием радиолокационной промышленности. Им был накоплен огромный опыт организации работ по всему жизненному циклу «исследование - разработка - производство - эксплуатация».

И этот опыт он умело применял в новых отраслях техники. Так, анализируя в статье «Электронная вычислительная техника и автоматизация производства» («Правда», 20 октября 1959 года) состояние и пути дальнейшего развития производства и применения ЭВМ в нашей стране, автор - тогда еще первый заместитель Государственного комитета СМ СССР по радиоэлектронике А.И. Шокин - обращал внимание на то, что электронная вычислительная техника, призванная совершить перелом в деле автоматизации производства, по своим конструктивным решениям оказалась непригодной для современного механизированного производства. Необходимо было в корне изменить принципы конструирования ЭВМ, создавая все их многообразие из стандартных унифицированных узлов, как это давно делалось в отечественной радиоэлектронике при создании самых сложных агрегатов.

Другая мысль - отсутствие комплексного подхода: «Неправильно, что средства вычислительной техники создаются в отрыве от объектов автоматизации».

Еще одна - о специализации НИИ и КБ, укреплении связей отраслевых научно-исследовательских организаций с промышленными предприятиями [1].



Александр Иванович Шокин

Став министром, А.И. Шокин сумел полностью реализовать свои идеи, изложенные в статье, при создании как изделий электронной техники, так и собственно ЭВМ, их применении в автоматизации производства ИЭТ. Задачи, стоявшие перед ГКЭТ, многим тогда представлялись невыполнимыми. С одной стороны, электроника становилась базовой отраслью для большинства направлений промышленности, определяя их уровень, а с другой - сама электроника требовала создания материалов особой чистоты, технологического и исследовательского оборудования, приборов, которые отечественная промышленность не выпускала. Ни одна из отраслей техники (разве что за исключением атомной промышленности) до этого времени не предъявляла таких жестких технических требований по такому широкому кругу проблем и не могла служить достаточной базой для развития полупроводниковой электроники.

Электронные фирмы Англии, Франции, особенно США в своем развитии не только прилагали усилия в национальных рамках, но и использовали кооперацию с фирмами Германии, Швейцарии, Италии и других стран. Советскую же электронику надо было поднимать в условиях изоляции от мировых достижений.

Только очень смелый и уверенный в себе человек мог взяться за это дело.

Один из первопроходцев отечественной полупроводниковой электроники Я. А. Федотов¹, бывший в то время главным инженером одного из главков ГКЭТ, вспоминает: «Здесь под его [А.И. Шокина] руководством я по-настоящему понял, что такое увлечённость. И значение полупроводниковой электроники и перспективы интегральной электроники он понял практически раньше, чем взял на себя эту миссию... Необходимо было практически на пустом месте создавать новую наукоёмкую отрасль» [2].

Одной из главных проблем быстроразвивающейся электроники являлось и является сокращение времени цикла «исследование-производство», а государственные комитеты отвечали только за развитие отраслевой науки и технической политики, и подчинялись им только НИИ и КБ. Для того, чтобы выстроить всю цепочку, не хватало главного - заводов, а серийные предприятия находились в ведении совнархозов. И все-таки А.И. Шокин не был бы самим собой, если бы строго следовал только чьим-то указаниям, а не государственным интересам, как понимал их он сам - а понимал он их лучше многих, смело проводя в жизнь то, что считал необходимым.

Председатель ГКЭТ поставил целью и в конечном итоге добился в правительстве поддержки - создать при каждом (!) НИИ и КБ опытный завод, а не опытное производство, как это было повсеместно. И первый серийный завод, с самого начала спроектированный именно для выпуска полупроводниковых приборов (во Фрязино), он сумел-таки не отдать совнархозу и подчинить своему комитету как производственную базу для набиравших силу полупроводниковых НИИ. Правда, пришлось немного схитрить и в техническом обосновании назвать его не серийным, а опытно-показательным [3].

Разрешением споров между производителями и потребителями А.И. Шокин начал заниматься еще в середине тридцатых, когда его назначили ответственным сдачиком заводских приборов управления стрельбой военно-морскому флоту. Теперь это его умение оказалось необходимым. Наступление «транзисторной эры» явилось серьезным испытанием для многих

радиоспециалистов, потребовало коренной ломки фундаментальных представлений и формирования других основ инженерного мышления. Например, одной из главных задач при создании аппаратуры всегда было уменьшение числа ламп. При переходе к транзисторам подобный подход зачастую отходил на второй план, ибо не давал решающих экономических либо конструктивных эффектов. Лишний транзистор не мог, к примеру, заметно изменить ни стоимость, ни экономичность карманного приемника, но зато в его схеме должны хорошо работать транзисторы с некоторым разбросом параметров [4].

Пока шла эта затянувшаяся ломка, вопросы применения полупроводниковых приборов в аппаратуре стояли очень остро, и часто дело доходило до скандалов (а скандалы в случаях отказов какой либо ракетно-космической аппаратуры бывали такого накала, что жалобы шли к самому Н.С. Хрущеву). А.И. Шокин, сам системщик, быстро разобрался, что многие наговоры на низкое качество и ненадежность полупроводниковых приборов идут от неопытности разработчиков аппаратуры, не вникших еще в их особенности и пытавшихся обращаться с ними как с привычными радиолампами. В результате не только транзисторы с нестандартными параметрами, но и заметная их часть из числа годных не шла в дело и фактически причислялась к браку.

По этим причинам разработка и производство массовой радиоаппаратуры на полупроводниковых приборах у смежников разворачивались медленно, особенно отставала аппаратура бытового и народнохозяйственного назначения. В результате поставки новых изделий электронной техники по несколько лет шли очень малыми партиями в основном в обеспечение разработок. А мелкосерийное производство ИЭТ не позволяло отработать технологию и обеспечить необходимый уровень качества.

С государственной точки зрения было также исключительно важно, чтобы «без вины виноватые» транзисторы «нижних литеров» тоже нашли широкое применение. Поэтому по инициативе министра электронная промышленность еще в период ГКЭТ самостоятельно приступила к разработке и производству радиоаппаратуры широкого применения. Тем самым сразу формировалась потребность в новых перспективных компонентах в достаточно крупных объемах.

С другой стороны, чтобы помочь разработчикам аппаратуры и в то же время реабилитировать от незаслуженных наветов разработчиков диодов и транзисторов, А.И. Шокин уже в середине 1962 года распорядился разработать «Указания по применению полупроводниковых приборов». Документ готовился долго и только в декабре был представлен министру. Написанные на полях и в тексте его замечания и правки свидетельствуют не только о достаточно глубоких познаниях в новейшей технике, но и о громадном опыте работы с потребителями. Заметно и понимание не только технической, но и психологической основы возникновения конфликтов. Общий дух поправок и комментариев: документ должен внушить потребителям полупроводниковых приборов четкую мысль, что при конструировании радиоаппаратуры надо строго следовать настоящим «Указаниям», любое отклонение есть дорога к ее отказам. Например, фраза «необходимо, чтобы паяльник не перегревался» исправлена на «паяльник должен иметь стабилизатор t° [температуры]», причем t° дважды подчеркнуто. В конце написано:

«Надо дать перечень литературы о схемах на ппп (полупроводниковых приборах - Ред.) и рекомендовать их.

-Сборники под руководством, [ом] т. Федотова²

-Труды харьковских и киевских военных спец. [уалистов]

-Американские и т.д.»

Общая оценка документу и его авторам дана в резолюции на обложке: *«Плохо отредактировано. Очень плохо, беззубо написано введение. Неужели вы не способны это сделать, или найти грамотных людей? Больше 6-ти месяцев не можете довести дело. Пригласите для редакции специалистов из военных академий (Харьков, Киев). 19.XII. А. Шокин».*

Ответственным за доработку был назначен Я.А. Федотов, который сохранил этот уникальный экземпляр и любезно предоставил его автору настоящей статьи. «Указания» были доработаны и в конце 1963 года утверждены.

Исключительно важную роль в развитии полупроводниковой электроники сыграло появление в конце пятидесятых годов и последовавшее затем быстрое распространение планарной технологии вместе с внедрением групповых методов обработки. Произошло резкое снижение себестоимости полупроводниковых приборов, открылась возможность создания твердотельных интегральных схем (появились в 1960 г.).

Наше ведущее предприятие радиоэлектроники КБ-1 одним из первых оценило колоссальные возможности молекулярной электроники, как это тогда называлось, и создало соответствующий отдел. Но, как и в случае с полупроводниковыми приборами, так было далеко не везде. А.А. Колосов, возглавлявший тогда эти работы в КБ-1, вспоминал, что с одним из своих руководителей объездил тогда все основные московские институты полупроводникового профиля с предложениями по микроэлектронике, но понимания не нашел. Зато он нашел его у руководства

ГКЭТ в лице заместителя председателя Константина Ивановича Мартюшова и самого председателя. Вот как он это вспоминает:

"Я напросился к зам. министра МЭП (так в тексте, правильно ГКЭТ. - *Ред.*) Мартюшову. Тот идею сразу оценил и предложил организовать в Ленинграде конференцию, куда собрать всех руководителей из МЭП и кое-кого из МРП (правильно ГКРЭ. - *Ред.*). Так и получилось: я делал вводный доклад, американский грек Ф. Старое - доклад о системах памяти, а Мартюшов - председательствовал. Затем нас с ним пригласили к А. Шокину. (Кстати, Шокин, Мартюшов - умнейшие люди, все на лету схватывали!). Обсудили проблему, поняли, что для микроэлектроники нужен единый центр. Далее министр вышел с предложением о его создании, начался полный переворот во всей электронике и радиоэлектронике..." [5].

До центра было еще далеко, а пока в 1962 году в НИИ-35 (ныне «Пульсар») был создан первый технологический участок для производства транзисторов по планарной технологии. Именно здесь были начаты работы по созданию первой твердотельной интегральной схемы и бескорпусного транзистора для использования в гибридных микросхемах.

А. И. Шокин уделял этим работам такое большое внимание, что установил с участком прямую телефонную связь. Часто, почти еженедельно бывая здесь, он настоятельно проводил курс на создание именно производственной линии, объясняя гордым от своих достижений разработчикам и технологам опасность кустарщины. Он сразу же начал подключать к работам другие организации для создания необходимого комплекта оборудования [2].

В 1964 году для решения задач создания твердотельных интегральных схем был создан новый НИИ молекулярной электроники, временно разместившийся в Москве в НИИ-35. В начале 1965 года коллектив НИИМЭ во главе с К.А. Валиевым (ныне академиком) уже был способен приступить к конкретным работам по микроэлектронике.



Здесь будет новый завод. Псков, 1966 г.

Как вспоминает К.А. Валиев, первые шаги реальных действий института полностью определялись А.И. Шокиным. Прежде всего, он предложил перевести всех в Зеленоград и создать цех по производству бескорпусного «планарного» транзистора «Плоскость» (разработка НИИ-35): «В этой разработке аккумулирован отечественный опыт планарной технологии на кремнии, основные процессы которого пригодны и для изготовления интегральных схем. Для цеха выделен один пролет в «чистом» зале завода «Компонент». Примерно 1000 кв. м., рядом со строящимся зданием НИИМЭ. Где взять оборудование для цеха? Совместно с нашими инженерами специалисты НИИ точного машиностроения в течение 6-9 месяцев разработали, изготовили и поставили полный комплект оборудования линии «Плоскость», включая установки для литографии и диффузионные печи» [6].

В марте 1965 г. ГКЭТ, как и остальные оборонные госкомитеты, был преобразован в министерство с подчинением ему серийных заводов. Это давало министрам новые права и возможности. В предвидении трудностей психологического характера при внедрении только что появившихся интегральных схем А.И. Шокин сразу же договорился с министром радиопромышленности В.Д. Калмыковым о совместных действиях по их преодолению. В апреле 1965 года в Минрадиопроме вышел приказ, в котором говорилось об обязательном применении ИС, начиная с 1966 года, во всех новых разработках, где это только возможно.

Подобные приказы были изданы и в ряде других министерств. Вопросы стоимости и трудоемкости сборки полупроводниковых кристаллов в корпус были не менее сложными, чем создание самих кристаллов. Как только в 1966 г. в очередном номере журнала «Е1ес1гошс8» А.И. Шокин прочитал сообщение о разработке в США транзисторов в пластмассовых корпусах с использованием метода сборки на непрерывной ленте на магнитных накопительных барабанах, он дал задание Фрязинскому полупроводниковому заводу, НИИ «Пульсар» и ряду других предприятий разработать и изготовить отечественную высокопроизводительную линию для производства транзисторов в пластмассовых корпусах методом непрерывной ленты и первого массового кремниевого планарного транзистора в пластмассовом корпусе (КТ-315) [7]. В 1967 году подготовка производства для массового выпуска КТ-315 была завершена.

Как у него это было принято, А.И. Шокин ждать смежников не стал, и в 1968 г. в короткие сроки в НИИ «Циклон» были созданы две модели электронных клавишных машин: «Электроника ДД» и «Электроника 68». В одну ЭКВМ* шло сразу около 400 транзисторов КТ-315 плюс 700 диодов и 1400 резисторов и конденсаторов. Кроме того, были разработаны новые клавиши, газоразрядные индикаторные лампы, германиевые диоды с малым обратным током утечки, мощные диоды и транзисторы для источников питания, нашедшие потом широкое применение в другой аппаратуре. Выпуск 7-10 тыс. ЭКВМ в год позволил отработать технологию массового производства транзистора КТ-315 и других компонентов, а заодно обеспечивать свои предприятия настольной бесшумной бухгалтерской техникой [8].

Отработанный технологический процесс изготовления транзисторов КТ-315 явился базовым уже к 1973 году он лег в основу создания более 20 типов серийных полупроводниковых приборов, многие технические решения этого проекта нашли продолжение в производстве интегральных микросхем. К началу 90-х годов суммарный объем выпуска транзисторов КТ-315 на четырех заводах отрасли составил около 7 миллиардов штук, сотни миллионов было поставлено на экспорт, лицензия на технологию производства и комплект оборудования были проданы за рубеж [7].

Политика комплексного опережающего создания ВТ и ее элементной базы продолжалась и далее. Были разработаны и освоены десятки моделей микрокалькуляторов на специальных БИС, миниатюрных интегральных индикаторах и клавиатуре. Благодаря этой политике были намного сокращены сроки создания и технологической отработки в производстве новых ИЭТ. МЭП наряду с другими министерствами (МРП, МПСС и Минприбор) стал крупнейшим в стране производителем средств вычислительной техники. В свою очередь, это позволило создавать и выпускать современное специальное компьютеризированное технологическое оборудование для производства ИЭТ, автоматизированные системы проектирования и др.

Быстрое развитие отечественной электронной промышленности, распространение новейших технологий по многим предприятиям создало базу для возможности создавать самую совершенную технику, такую, например, как зенитно-ракетный комплекс С-300, работы над которой начались в 1966 г. Понимая всю государственную важность поставленных задач, А.И. Шокин не боялся брать на себя ответственность за организацию производства совершенно новых направлений в смежных областях техники, необходимых для технического прогресса в электронной промышленности.

Так, для производства созданного в начале 60-х годов в НИИ «Исток» при участии ЦКБ «Алмаз» и при личной поддержке А.И. Шокина самого современного по тем временам мощного усилительного клистрона министр взял на электронную промышленность задачи производства прецизионных электроэрозионных станков и сверхчистой бескислородной меди.

Еще один пример связан с созданием для С-300 фазированной антенной решетки. А.И. Шокин принял и внимательно рассмотрел предложения главного конструктора системы Б.В.

Бункина по созданию кооперации по управляемым фазовращателям. А потребность в этих фазовращателях для обеспечения серийного производства С-300 оценивалось в 800 тыс. штук в год. Никто в стране, кроме Министерства электронной промышленности, не смог бы наладить столь массовое производство ферритов и ситалловых элементов для фазовращателей. Министр взял и эту задачу на МЭП.

Но главным было решение по созданию С-300 с широчайшим использованием интегральных схем. Это решение было принято на уровне министров В.Д. Калмыкова и А.И. Шокина. Они исходили из того, что необходимые для комплекса интегральные схемы будут широко применяться и в других системах. Так и получилось, например, с единой системой ЭВМ «Ряд». Хотя номенклатура оказалась очень большой, были это самые массовые интегральные схемы серий 130, 133, 136 и другие очень важные компоненты для построения вычислительных машин...

Б.В. Бункин на собрании, посвященном 90-летию со дня рождения А.И. Шокина в ЦНИИ «Электроника» (28.10.99), вспоминал:

«В начале 1969 года вместе с нашей кооперацией мы выдали технические задания на все необходимые интегральные схемы для устройств и узлов системы. Наши разработчики теснейшим образом работали с разработчиками ИС. Что-то получалось, а что-то приходилось доводить до нужных параметров путем поэтапного продвижения. Принимались совместные решения по отклонению от ТЗ, но без поставок микросхем с отклонениями мы бы перестали продвигаться вперед. Это был самый правильный путь, потому что мы вместе быстро продвигались, достигая нужных результатов. Благодаря совместной работе была создана система С-300».

Чтобы решить в существовавших условиях проблемы создания электронной промышленности практически с нуля и без участия мировой кооперации, нужно было продумать четкую программу с комплексным подходом, основанную на сочетании глубокого понимания научных и технических проблем электроники с не менее глубоким знанием законов промышленного производства. И такая программа превращения электронной промышленности СССР в одну из наиболее мощных отраслей народного хозяйства была выношена, выстрадана и разработана министром и его сподвижниками. В результате ее выполнения Советский Союз за период с 1960 по 1990 г. вышел на третье место в мире по производству электронных компонентов (а по отдельным видам и на второе и даже первое). Единственной в мире страной, имевшей возможность полностью обеспечивать все современные виды оружия собственной элементной базой, был Советский Союз. И у нас сделали это не заезжие иностранцы, как это часто случалось в Америке (Зворыкин, Сикорский, фон Браун и др., включая атомный проект), а наши с вами соотечественники.

В каждом из приведенных эпизодов истории отечественной радиоэлектроники были свои разработчики, конструкторы, инженеры, люди, высказывавшие идеи, директора предприятий, заместители министра и более высокие руководители и т.д., и каждый из них вносил свой конструктивный вклад. И это закономерно. Творческие процессы в прикладной науке, а тем более, промышленности носят коллективный характер. Когда просмотришь всю совокупность казалось бы разрозненных, не связанных событий, можно установить, что именно такое, а не другое решение было принято потому-то; такая, а не иная идея была поддержана оттого-то. Как из кусочков мозаики складывается цельная картина единой научно-технической политики А.И. Шокина, его стиля руководства, опыта и знаний, энергии и настойчивости, смелости и решительности.

Что бы было с транзисторизацией электроники в нашей стране, а тем более с микроэлектроникой, если бы и в ГКЭТ, как в некоторых ведомствах, слепо держались производственной политики только «в свете решений»?..

Литература

1. А.И.Шокин. Электронная вычислительная техника и автоматизация производства // Правда. 1959. 20 октября.
2. Я.А.Федотов. Микроэлектроника в СССР (Небыли и были). Машинописная рукопись. Москва, 2000. 14 с.

3.Ю.С.Федоренко. 35 лет в электронной промышленности. 30 лет на «Микроне» // В сб. НИИ-МЭ - «Микрон» 35 лет. События, люди. Зеленоград: «Микрон-принт», 1999.

4.К.И.Мартюшов. Транзисторы -год 1965 // Наука и жизнь. 1965. № 7. С.10-17.

5.А.П.Лаврентьев. Все мы должны исполнить свой долг // Электронная техника. Сер. 3. Микроэлектроника. Вып.1(152). 1998.

6.К.А.Валиев. НИИ молекулярной электроники: годы рождения и развития // В сб.: НИИМЭ - «Микрон» 35 лет. События, люди. Зеленоград: «Микрон-принт», 1999.

7.А.И.Гольдшер. КТ-315 - важная веха в истории создания отечественных транзисторов //Электронная промышленность.1998. № 3-4. С.51.

8.Л.Л.Муренко, Ю.Ф.Широков. Разработка и производство первых массовых вычислительных машин в электронной промышленности // Электронная промышленность. 2001. Юбилейный выпуск.

Примечание:

*ГКЭТ

¹ Полупроводниковой электроникой Федотов начал заниматься еще в 1952 году, будучи слушателем Военно-воздушной инженерной академии им. Н.Е.Жуковского. Далее он продолжал заниматься ею как научный сотрудник ЦНИИ-108 (1954-1959), главный инженер главка ГКЭР-ГКЭТ (1959-1963), главный специалист (1963-1965), заместитель директора по научной работе НИИ «Пульсар» (1965-1982). С 1960 года преподает в вузах, профессор, заведующий кафедрой МИРЭА.

² Имеются в виду сборники статей «Полупроводниковые приборы и их применение» под ред. Я.А. Федотова, издававшиеся с 1956 г. До 1975 г. вышло 28 таких сборников, в дальнейшем объединенных с «дочерним» сборником «Микроэлектроника».