

Ленинград – родина электронной промышленности СССР

Ю. А. Масленников, С. М. Таиров

В 2025 г. было объявлено, что в России началось десятилетие науки и технологии. В своем обращении по этому поводу президент РФ указал на особую роль электроники и особенно микроэлектроники.

В связи с этим, по нашему мнению, следует отметить важнейшую роль ленинградской науки и предприятий в становлении и развитии этой отрасли в стране. Это "Светлана" – разработчик и производитель полупроводниковых приборов, "Позитрон" – головной разработчик и производитель конденсаторов и резисторов, НИИ "Феррит-Домен" – ведущее предприятие в области магнитной памяти, Институт полупроводников АН СССР, мощный тандем – Физико-технический институт и Политехнический институт, где работали выдающиеся ученые с мировым именем А. Ф. Иоффе и Ж. И. Алферов, выпускник ЛЭТИ и заведующий базовой кафедрой в этом институте. В ЛЭТИ уже в 1951 г. была открыта первая в стране кафедра полупроводников и диэлектриков. Работы по теории и технологии полупроводников активно проводились в Ленинградском государственном университете, Ленинградском технологическом институте и в ЛИТМО.

В довоенные годы в других городах (за малым исключением – Москвы) ничего даже похожего не было, кроме относительно небольших предприятий, которые выпускали электронные компоненты, разработанные в ленинградских институтах. В первые послевоенные годы многое начало меняться, но прежде всего за счет эвакуированных институтов и производств. Следует отметить, что отставание от передовых стран по наиболее продвинутым направлениям тогда было не более 1.5–2 лет. И, что особенно удивительно, некоторые изделия, разработанные самостоятельно, практически не уступали зарубежным, но их не копировали, хотя и были выдающиеся примеры создания полного аналога зарубежной военной и гражданской техники, такие как:

- стратегический бомбардировщик ТУ-4 (обратная разработка американского В-29);
- баллистическая ракета Р-1 (обратная разработка немецкой ракеты Фау-2);
- легковой автомобиль "Москвич-400" (обратная разработка немецкого "Опель Кадет К38");
- стиральная машина "Рига-55" (обратная разработка шведской модели фирмы "Хускварна").

Примерно также развивался один из сюжетов в электронной промышленности. Первый транзистор появился в 1948 г. в США. Однако тогда этот прибор обладал очень низкими параметрами и значительно уступал малогабаритным электронным лампам. Потребовалось несколько лет, чтобы решить задачи получения сверхчистых германия и кремния, затем выращивания малодефектных кристаллов. Потом долго боролись с низким выходом годных кристаллов, большими утечками и проблемами контактов. Высока была и стоимость (в 1950 г. \$ 6–10, что означает \$ 80–130 за транзистор в сегодняшних ценах). Только в 1953 г. началось использование транзисторов в аппаратуре. Наши специалисты следили за работами в США, закупали образцы и оборудование. И в соответствии с решением правительства на заводе "Светлана" (директор Н. М. Киселев, начальник цеха А. Н. Курилов) было развернуто строительство цеха. В 1955 г. первый в стране цех серийного производства начал выпуск отечественных транзисторов П1 (разработка НИИ-35, Москва) на заводе "Светлана" в Ленинграде. При заводе было создано ОКБ по разработке полупроводниковых приборов. В первый год производства транзисторов П1 было выпущено уже 96 тысяч штук. С этого началась полупроводниковая промышленность в СССР.

Активная самостоятельность в разработках ленинградской научной и инженерной школы с твердой ориентацией на мировой уровень сохранялась вплоть до конца семидесятых годов прошлого века. Фундамент ленинградской науки и высшей школы позволял выходить на

мировой уровень в производстве самых разноплановых изделий. Об успехах этого направления работ одного из ленинградских предприятий электронной промышленности рассказывается далее. В определенном смысле это было импортозамещение по-советски. Условные юбилеи этих разработок случились в 2025 г.

В 1962 г. в ходе визита в Ленинград Н. С. Хрущева окончательно удалось убедить в необходимости срочного развития электронной промышленности в стране. Одним из главных "убеждающих" был руководитель одного из предприятий в Доме Советов на Московской площади Филипп Георгиевич Старос. Это предприятие – абонементный ящик 155 ("абонементный ящик такой-то", в разговорном просто "ящик" – так в СССР "легендировали" засекреченные предприятия), которое и посетил Н. С. Хрущев по приглашению председателя Государственного комитета по электронной технике А. И. Шокина. После этого были выделены огромные средства, построен "Научный центр", включающий шесть НИИ и пять заводов в Зеленограде под Москвой, а также несколько крупных электронных производств.

В Ленинграде больше новых заводов не строили, однако одним частным результатом визита стало строительство нового здания для а. я. 155 на выезде из города на Московском шоссе, 46.

Если ИИ задать вопрос, кто и когда сделал первый в мире калькулятор на больших интегральных схемах (БИС), получим ответ: "Первый в мире калькулятор, использовавший интегральные микросхемы (БИС), – японский Sharp QT-8D, выпущенный в 1969 г. В нем использовались всего четыре БИС, отвечающие за основную логику вычислений". А в конце 1970 г. на столе у министра электронной промышленности А. И. Шокина (в 1965 г. Государственный комитет по электронной технике был преобразован в Министерство электронной промышленности) лежала внешне похожая копия этого калькулятора, но с БИС собственной разработки. Этот калькулятор и БИС к нему были сделаны в Ленинградском конструкторском бюро (ЛКБ, ранее – а. я. 155) под руководством вышеупомянутого Староса. В начале 1971 г. Шокин продемонстрировал этот калькулятор первому секретарю ЦК КПСС

Леониду Ильичу Брежневу, и это изделие стало "калькулятором к XXIV съезду КПСС" (1971), получив название "Электроника 24-71".

Это был первый звездный час советской микроэлектроники.

С запаздыванием всего на год–полтора в стране появилось изделие мирового уровня и полностью собственной разработки. И достигнуто это было с помощью своей специально созданной системы автоматизированного проектирования БИС (САПР БИС) на оборудовании в основном собственной разработки. И это было сделано в Ленинграде. Вот оценка Ф. Г. Староса результатов работы на одном из совещаний. Он сказал: "Знаете, все эти микрокалькуляторы – ничто. Сегодня мы открываем новую эру для человечества – эру персональных компьютеров. Через пять–десять лет такие люди, как вы и я, смогут позволить себе иметь собственный компьютер дома, и он будет таким же мощным, как сегодня БЭСМ-6". Был 1971 г., и пророчество оказалось поразительным. Технологический фундамент этой разработки был создан усилиями И. В. Берга, Л. Г. Фроловой, Л. М. Норкина, А. М. Скворцова, В. В. Цветкова, Н. В. Щетининой, М. Н. Кайдановской, Э. А. Одинцовой. Схематехнические расчеты и топологию создали В. С. Гальперин, Г. И. Берлинков, Ю. В. Беленький, Т. Н. Ковалевская, А. С. Сыченников, Н. И. Архипова. За фотошаблоны отвечал Б. Н. Котлецов, а за системы контроля микросхем и управления фотонаборной установкой В. М. Вальков, Д. И. Ажоткин, В. И. Хлебников, М. С. Кушуль, Е. Е. Фридман, Э. М. Раскина. Система автоматизации проектирования разрабатывалась под руководством С. И. Баранова, Ю. И. Шендеровича, Э. В. Попова, В. А. Селютина. Алгоритмы арифметики калькулятора разработал Б. С. Рувинский. Первым помощником Староса в этой работе был Генрих Романович Фирдман – заместитель главного конструктора по системотехнике, что стало ключевым фактором успеха работы.

Электронная промышленность Ленинграда очень выделялась на фоне этой отрасли в стране, но все же главной промышленностью города всегда было кораблестроение. Количество всевозможного радиотехнического, связ-

ного и вычислительного оборудования на кораблях возрастало очень быстро, а электроника позволяла значительно уменьшить габариты и увеличить быстродействие аппаратуры. В ряде случаев предприятия электронной промышленности разрабатывали для кораблей целые сложные системы, а не только микросхемы. Так, в ЛКБ была разработана и выпускалась боевая информационно-управляющая система (БИУС) "Узел" для дизельных подводных лодок (ПЛ). Система, имея большое количество всевозможных датчиков, обрабатывала информацию как о собственном положении, глубине, скорости хода, наличии типов торпед, так и об окружающей обстановке, возможных угрозах, а также давала рекомендации по возможным вариантам поражения противника или защиты от него. Такие системы были важны особенно для ПЛ, где габариты играют очень важную роль. И здесь надо отметить приоритет ленинградских инженеров, работавших в электронной промышленности и взявших на себя задачу создания БИУС для дизельных ПЛ – задачу, за которую не брался Минсудпром, делавший БИУС для атомных ПЛ. Эти инженеры работали в ЛКБ, возглавляемом главным конструктором этой разработки Ф. Г. Старосом.

В 1964 г. в ЛКБ военные заказчики впервые по новой только что утвержденной программе испытаний приняли разработку управляющей ЭВМ УМ-2. В ней были доведены до совершенства архитектурные, схемотехнические и конструктивные решения на основе созданной Старосом методологии микроэлектроники – методологии комплексной миниатюризации элементной базы, узлов и блоков управляющей ЭВМ. УМ-2 опробовалась в КБ Королева и Тушополева и для применения в ВМФ. Но Ленинград – морской город, город кораблестроителей, и первое применение УМ-2 нашла для дизельных ПЛ. В 1970 г. БИУС "Узел" был принят Государственной комиссией, и первая в стране дизельная ПЛ с БИУС встала в строй.

Об этой работе в 2009 г. лучше всего сказал генеральный конструктор неатомных ПЛ ЦКБ МТ "Рубин", доктор технических наук, профессор Ю. Н. Кормилицин, по проектам которого построено более 180 ПЛ: "Создание боевой информационно-управляющей системы "Узел"

является гигантским прорывом в двух принципиальных направлениях:

– техническом, поскольку габариты, объем, масса и энергопотребление были значительно уменьшены, а эффективное быстродействие и количество решаемых задач увеличены во много раз относительно тех систем, которые разрабатывались в то время в Министерстве судостроительной промышленности;

– политическом, так как впервые подводникам разрешили выйти за отраслевые барьеры и работать с фирмами другого министерства, т. е. заглянуть и перепрыгнуть через высокий ведомственный "забор", укрепленный секретностью.

... Дело в том, что внедрение БИУС "Узел" приводило к очевидному уменьшению водоизмещения кораблей и, как следствие, к резкому сокращению потребления финансовых и трудовых ресурсов".

И здесь надо вспомнить тех, кто решил эту задачу. Общее инженерное руководство осуществлялось Ф. Г. Старосом и И. В. Бергом. Взаимодействие с ВМФ, формирование технического задания (ТЗ) на систему, а также внутренних частных ТЗ на составляющие части системы и общая координация работ были возложены на М. П. Гальперина. ЦВК под руководством А. И. Бородина разрабатывали Е. И. Жуков (с 1966 г. возглавивший эту работу), И. Ф. Грачев, В. А. Коротков, Ю. К. Судьин, Л. Г. Мичурина, О. Д. Попова, Б. И. Симонов. За систему памяти отвечали специалисты отдела С. И. Крейнина – В. Я. Кузнецов (с 1966 г. – начальник отдела), Е. С. Кузьмин, Э. В. Якушев, Т. М. Тучкова, О. С. Вартанов, В. И. Ткачев, С. И. Дискин. С начала и до конца разработки системы ввода-вывода, термостатирования и питания велись в отделе под руководством и при личном участии начальника отдела В. Е. Панкина. Электронная часть ввода-вывода создавалась, настраивалась и сопровождалась И. И. Мешечкиным, В. В. Виноградовым, Г. Ф. Прокофьевой, а электромеханическая – О. А. Знаменским, В. В. Городецким, В. В. Рыжковым, Г. В. Росляковой, А. Б. Макеевым, Ю. Г. Чуудиновских. Тракты отображения разрабатывали Э. А. Никитин, К. Б. Бодашков, Е. Б. Бардин, А. Д. Ганшин, И. П. Кривцов, В. А. Подвальный, Е. М. Блох.

Вопросы подсистем питания решались А. В. Росляковым, Н. М. Пигалевым, подсистем термостатирования – В. Н. Чертковым, В. И. Карпенко. Тяготы конструирования в условиях долгой неопределенности в объемах и составе аппаратуры и новизны военно-морских требований выносили П. А. Петров, А. С. Соболев, Р. Н. Лаврентьев, С. В. Золотайко, А. В. Малявкин, А. П. и В. А. Синицыны. Архитектура и лицо системы формировались под руководством М. П. Гальперина (номинально – тогда начальника отдела разработки системного и целевого ПО) М. А. Алексеевским и В. О. Игнатьевым.

Системное ПО под руководством М. А. Алексеевского разрабатывалось Ф. С. Голубевой, Б. И. Барановым, Г. А. Несвижским. Целевые алгоритмы, разрабатываемые и энергично меняемые в процессе реализации (особенно в части торпедной стрельбы), воплощали в жизнь А. С. Константинова, Н. Ф. Фадеева, М. И. Лапачугина, С. И. Моцкин, О. Н. Меламед (определение элементов движения цели), В. О. Игнатьев, Д. В. Демидович, В. А. Харламов (боевое и тактическое маневрирование), Л. Н. Серебрякова (гидрология), А. Г. Федотова, Э. А. Лабецкий, В. И. Цибковский, Н. А. Таранкова, М. И. Рябова (торпедная стрельба), Г. Ф. Горожанко, Ю. А. Масленников, В. В. Гунякина, А. Л. Трошков (навигация). Кросс-средства обеспечения разработки целевого и системного ПО создавались в лаборатории Г. Р. Фирдмана (впоследствии – в отделе) Ю. И. Шендеровичем, Э. В. Поповым, А. В. Шебаршиным, Е. И. Боруховичем, А. И. Рыжиковой. Решение организационных вопросов разработки ПО системы в этот период было возложено на О. Д. Глухова.

В период эскизно-технического проекта создается комплексная лаборатория под руководством Б. Г. Голованова. Им вместе с М. П. Гальпериним был сформирован коллектив, ставший впоследствии отделом и принявший на себя значительную часть вопросов взаимодействия с заказчиком, ЦКБ-проектантом, предприятиями – разработчиками и изготовителями смежных систем, военно-морскими службами и серийными заводами. В основе этого коллектива были Е. В. Биндиченко, Г. Н. Гутман, А. С. Щербина, Ю. М. Розанов, М. И. Ардовский, В. Б. Собакин, И. З. Миловидова, В. Г. Любимов.

Неоценимо положительную роль в успехе разработки сыграли контр-адмиралы в отставке О. С. Жуковский и В. Н. Ерошенко. О. С. Жуковский пришел на предприятие в 1967 г. и обеспечил деловой контакт с руководством ВМФ. В. Н. Ерошенко пришел в 1968 г. и организовал оперативное взаимодействие с руководством военно-морской базы в Лиепае по всем текущим задачам подготовки и проведения испытаний БИУС "Узел".

Добавить к этому можно только то, что это была первая в стране микроэлектронная система в Вооруженных силах Советского Союза. В экспортном варианте она плавала на наших ПЛ под флагами Индии, Китая, Алжира, Польши и других стран. И это сделано тоже в Ленинграде.

И, наконец, мы подходим ко второму звездному часу советской микроэлектроники – созданию первой в стране микроЭВМ "Электроника С5-01". В 1973 г. Ф. Г. Староса на посту руководителя предприятия сменяет Виктор Пантелеймонович Цветов. Предприятие получает новое название – Ленинградское конструкторско-технологическое бюро (ЛКТБ). Одновременно технологические возможности предприятия начинают позволять проектировать такие сложные БИС, которые способны реализовать структуру 16-разрядной управляющей ЭВМ. В 1974 г. работа над этой ЭВМ начинается совместно с Киевским институтом кибернетики. В декабре 1975 г. состоялась успешная приемка микроЭВМ Государственной комиссией под руководством академика В. М. Глушкова, положив начало серии микроЭВМ "Электроника С5". С этого момента начинается эпоха микроЭВМ в Советском Союзе. Министром электронной промышленности А. И. Шокиным отмечено, что разработанная микроЭВМ является первой отечественной микроЭВМ широкого назначения на МДП больших интегральных схемах, выполнена на уровне известных современных образцов и оснащена математическим обеспечением высокого уровня.

МикроЭВМ "Электроника С5-01" в серии "Электроника С5-02" находилась по большинству параметров на мировом микропроцессорном уровне. И это тоже было сделано в Ленинграде. В дополнение к тем сотрудникам, которые формировали технологический фундамент

разработки БИС, в эту работу также весомый вклад внесли С. М. Таиров, В. С. Хорин, Я. В. Дьяченко, В. А. Фогель, В. М. Бурштейн, В. В. Гусаков, Н. М. Яковлева. Структура микроЭВМ и система команд были разработаны сотрудниками Киевского института кибернетики А. В. Палагиным, А. Ф. Кургаевым, В. А. Ивановым совместно со специалистами ЛКТБ И. С. Евзовичем и А. Ф. Дряпаком. И если в июне 1971 г. США гордились созданием 4-разрядной микроЭВМ, то СССР в декабре 1975 г. смог уже гордиться наличием 16-разрядной микроЭВМ. Она была создана на основе комплекта *p*-канальных БИС серии K536:

уровень интеграции 2000–8000 элементов на кристалле в зависимости от степени регулярности схемы, площадь кристалла 20 мм², схемотехника – динамическая, четырехтактная, тактовая частота 100 кГц.

Эта микроЭВМ положила начало применению широко распространенного, начиная со второй половины 70-х гг., семейства микроЭВМ "Электроника С5", куда вошли и одноплатные, и однокристалльные варианты исполнения, в том числе и для Министерства обороны СССР.

Таковы некоторые "юбилейные" результаты работ ленинградских предприятий в области передовой микроэлектроники от транзистора до системы управления.