

тель, магнитный сепаратор, система сканирования и камера, в которой находится бомбардируемый образец. Позднее, в 1980-е годы, для контроля топологических чертежей и фотомасштабов стали применять ЭВМ, что обеспечило высокое качество разработок и привело к созданию систем машинного проектирования сверхбольших интегральных схем (СБИС).

В СССР промышленное производство больших интегральных схем (БИС) началось с опоздания. Первая отечественная серийная БИС «Тропа» с 20 элементами в кристалле являлась аналогом американских микросхем серии SN-51 фирмы *Texas Instruments*. «Тропа» была изготовлена в 1962 г. в НИИ-35 коллективом, который в дальнейшем перешел на работу в НИИ микроэлектроники (НИИМЭ). Первый ГОСТ, устанавливающий единую систему обозначений ИС отечественного производства, вышел в 1968 г., а в 1969 г. — Общие технические условия на полупроводниковые (НПО.073.004ТУ) и гибридные (НПО.073.003ТУ) микросхемы 58-ми типонаименований. Последние маркировались буквами после цифровой части обозначения ИС, например 1ХЛ161Ж.

Создание сверхбольших интегральных схем создало условия, когда микроэлектроника и вычислительная техника образуют единое целое.

Первый микропроцессор «Intel 4004» (создан 15 ноября 1971 г.) состоял из 2300 транзисторов, работал с тактовой частотой 108 кГц и обладал вычислительной мощностью, сравнимой с мощностью первого электронного компьютера ENIAC. Своим названием «4004»-й обязан тем, что для хранения одной цифры в ячейке запоминающего устройства электронного калькулятора требуется 4 бита. Это изделие нашло практическое применение в калькуляторах, в устройствах управления дорожными светофорами и в медицинских анализаторах крови.

Почти сразу, вслед за семейством Intel 4004/4040, *Texas Instruments* выпускает 4-х разрядный процессор TMS 1000 — первый в мире монокристалльный микрокомпьютер для карманных калькуляторов.

Микропроцессор оказался изобретён в рамках совсем другой технической задачи. Первоначально руководство Intel не помышляло ни о каких процессорах. Корпорация занималась разработкой и продажами микросхем памяти, на которые тогда как раз ожидалось увеличение спроса. В 1969 г. в *Intel* появились несколько человек из *Viscot* — молодой японской компании, производителя калькуляторов. Им требовался набор из 12 интегральных схем в качестве основного элемента нового дешёвого настольного калькулятора. Теда Хоффа (руководитель отдела, занимавшегося разработкой различных устройств на основе продукции *Intel*), возможно, не без участия японца Матасоши Шима (*Masatoshi Shima*), осенила блестящая идея. Вместо того чтобы создать калькулятор с некоторыми возможностями программирования, он предложил сделать все наоборот: универсальный компьютер, программируемый для работы в качестве калькулятора.

Развивая идею, в течение осени 1969 г. Тед Хофф определился с архитектурой будущего микропроцессора. Устройство состояло из четырёх 16-выводных микросхем, имело энергонезависимую память для загрузки программ и расширитель ввода-вывода для связи с клавиатурой и индикатором. Производственный процесс

был довольно примитивным. Президент и главный исполнительный директор *Intel* Энди Гроув в одном из интервью рассказывал:

«Производственная зона смотрелась, как мастерская кустаря-одиночки: кругом валялись шланги, провода, различные приспособления; все это напоминало компьютерный эквивалент мастерской братьев Райт. Большая часть технологических операций выполнялась вручную. Рабочие в цехе пинцетом загружали кремниевые пластины, из которых вырезались кристаллы, на «кораблики» и заталкивали их в раскаленные докрасна печи. Затем операторы вручную манипулировали кранами, подвергая пластины воздействию различных газов».¹³

По мере увеличения габаритов пластин и резкого возрастания требований к точности управления технологическим процессом на смену людям пришли машины. Сегодня пластины перемещаются с одного технологического участка на другой с помощью роботов с микропроцессорным управлением, а в задачу операторов входит поддержание высокого уровня производительности систем. Миниатюризация транзисторов кристалла делает все более актуальной проблему удаления мелких частиц, типа пыли и волосков, из зоны проявления пластин. На первых заводах стандарты были не очень-то жесткими: рабочие не покрывали голову и лишь надевали поверх уличной одежды легкий халат. Затем для снижения уровня загрязнений и повышения чистоты воздуха были внедрены особые комбинезоны. Сегодня сотрудники фабрик по производству микросхем носят костюмы из безворсовой антистатической ткани, маски, защитные очки, перчатки, бахилы и используют специальные дыхательные аппараты.¹⁴

Микропроцессор *Intel 8008*, выпущенный в 1972 г., предназначался для обработки символической информации в терминалах «больших ЭВМ». Его архитектуру и набор инструкций (48 команд) разрабатывал заказчик — компания *Computer Terminal Corporation (CTC)*. «8008-й» мог адресовать до 16 кб памяти, состоял из 3,5 тыс. транзисторов и работал на тактовой частоте от 500 до 800 кГц.

Общий экономический спад 1970 года привел к тому, что *CTC* охладела к своему проекту, выполненному почти на 90%. Дабы уладить неприятную ситуацию, *CTC* разрешила *Intel* использовать архитектуру чипа как угодно. В обмен *Intel* обязалась не предъявлять финансовых претензий. В 1972 г. после доработки изделия *Intel* выпустила его в продажу, полагая, что оно найдет применение в калькуляторах и в автоматических закаточных машинах. Однако нашлись энтузиасты, которые пытались собрать на нем домашний компьютер. Результаты были скорее демонстрационными, нежели полезными, но микрокомпьютерная революция началась.

Параллельно с микропроцессами для вычислительной техники в *Intel* проводились работы по созданию микроприборов промышленной автоматики. В качестве примера можно привести микроконтроллер «8048», который поступил в продажу в 1976 г. Помимо центрального процессора в нем находились 1 килобайт памяти программ, 64 байта памяти данных, два восьмибитных таймера, генератор часов и 27 портов ввода/вывода. Следующий микроконтроллер «8051», выпущенный в 1980 г., стал классическим образцом устройств данного

¹³ Микропроцессору — 25 лет//*Computerworld* Россия. — 1996. № 42.

¹⁴ Там же.

класса. Этот 8-битный чип положил начало целому семейству микроконтроллеров, которые господствовали на рынке вплоть до недавнего времени. Микроконтроллеры можно встретить в огромном количестве современных промышленных и бытовых приборов: станках, автомобилях, сотовых телефонах, телевизорах, холодильниках, стиральных машинах и даже в кофеварках.

Неизвестно, вырвалась ли бы *Intel* в лидеры продаж микропроцессоров для домашних, а затем персональных компьютеров, если бы не Федерико Фэджин (*Federico Faggin*), которого можно смело считать одним из отцов-основателей 4-го поколения ЭВМ. Именно он «давил» на руководство компании, чтобы начать разработку изделия, более мощного, чем «8008». Руководство тянуло с принятием решения до тех пор, пока не узнало, что компания *Motorola* разрабатывает свою версию 8-битного процессора.

1 апреля 1974 г. *Intel* выпустила процессор «8080», более чем в десять раз превосходивший «8008» по производительности. Достигнуто это было как увеличением тактовой частоты до 2 МГц, так и более совершенной архитектурой, требовавшей уже 6 тыс. транзисторов. Шина памяти была доведена до 16 разрядов, благодаря чему «8080» мог адресовать до 64 килобайт памяти. С этим чипом также связано очень важное нововведение — появление стека внешней памяти.

Микропроцессор МС6800 производства компании *Motorola* поступил в продажу на две недели позднее, да и к тому же оказался значительно слабее. Развивая успех, *Intel* приступила к разработке 16-битного микропроцессора «8086» производительностью от 330 до 750 тыс. операций в секунду. В это время Федерико Фэджин уже простился с *Intel* и основал компанию *Zilog*, которая в 1976 г. выпустила усовершенствованный 8-битный микропроцессор Z80 (в СССР производился его аналог Т34ВМ1).

Выпуск 16-битного микропроцессора «Intel 8086» (также известный как iAPX86) состоялся в июне 1976 г. Микропроцессор непосредственно не выполнял команд для работы с числами с плавающей запятой. Данная функция реализовывалась отдельным чипом — математическим сопроцессором (FPU), который требовалось дополнительно установить на материнской плате. С тех пор сопроцессоры широко применяются во многих профессиональных ПК, предназначенных для выполнения сложных статистических и инженерных расчетов.

Настойчивость и целеустремленность, проявленные *Intel* при разработке микропроцессоров, а также способность производить их в достаточном количестве, убедили руководство корпорации *IBM* выбрать для линейки совместимых персональных компьютеров процессор «8088», выпущенный в 1979 г. Решение *IBM* было крайне важно для *Intel*. Один из сотрудников компании вспоминал: «В те времена объем производства считался большим, если он достигал 10 тыс. единиц продукции в год. Кто же мог тогда предположить, что масштаб производства ПК возрастет до десятков миллионов в год?»¹⁵

¹⁵ Там же.

В *Таблице 1.0* представлены технические данные микропроцессоров, выпущенных корпорацией *Intel* с 1971-го по 2000-й годы. В каждой новой модели используются все более эффективные микропроцессорные архитектуры и технологии конструирования.

В середине 1980-х микропроцессоры практически вытеснили прочие виды CPU — central processor unit (центральный процессор ЭВМ), — вследствие чего термин «центральный процессор» превратился в синоним слова «микропроцессор». Тем не менее, это не так: центральные процессорные устройства некоторых суперкомпьютеров даже сегодня представляют собой сложные комплексы, построенные на основе микросхем сверхбольшой (СБИС) интеграции. Процессор *Pentium Pro*, выпущенный в 1995 г., и интегрирующий 21×10^6 транзисторов, на самом деле является гибридом, состоящим из двух кристаллов: собственно процессора на 5.5×10^6 элементов, и так называемой «кэш»-памяти второго уровня на 15.5×10^6 элементов.

Таблица 1.

Модель микропроцессора	Разрядность, бит		Тактовая частота, МГц	Число команд	Число транзисторов, тыс	Год выпуска
4004	4	4	4,77	45	2,3	1971
8080	8	8	4,77		10	1974
8086	16	16	4,77 и 8	134	29	1978
8088	8,16	20	4,77 и 8	134	70	1979
80286	16	24	10...33		130	1982
80386	32	32	25...50	240	275	1985
80486	32	32	33...100	240	1200	1989
Pentium	64	32	50...150	240	3100	1993
Pentium Pro	64	32	66...200	240	5500	1995
Pentium MMX	64	32	166	297	4500	1997
Pentium II	64	32	233		7000	1997
Pentium III	64	32	600		8200	1999
Pentium 4	64	32	1500		42000	2000

Все компоненты микропроцессора одновременно собирается на одном кристалле кремния (чипе), подобно пицце, которая, в конце концов, продается порезанной на куски. Для моделирования и тестирования функций будущего изделия используются рабочие станции автоматизированного проектирования (САПР).

Технология включает около 700 физико-химических операций — «шагов». На первых шагах из тяжелой длинной цилиндрической болванки (слитка) кремния чистой 99,9999%, алмазными дисками нарезаются тонкие пластины. Затем они полируются до зеркального блеска механическими и химическими методами.

Отполированные пластины помещают в камеру, где под воздействием высокой температуры и давления происходит окисление кремния и образование на его поверхности защитной пленки. После этого защитную пленку удаляют с тех мест, которые будут подвергаться дальнейшей обработке, с целью создания схем транзисторной и диодно-транзисторной логики. Удаление пленки осуществляется посредством травления химическими реактивами, а для того, чтобы в результате этой операции оксидная пленка удалялась только в нужных местах, на поверхность ее наносят слой фоторезиста (особого состава, который изменяет свои свойства под воздействием ультрафиолетового излучения).

После процедуры травления на кремниевой основе остается топологический рисунок, на котором обозначены места дислокации будущих активных элементов (транзисторов). Начинается самый ответственный этап — внедрение в эти области легирующих примесей (мышьяка, бора и т.д.) для создания структур с необходимыми *n-n* и *p-p* переходами.

Процесс внедрения примесей осуществляется посредством ионной имплантации, при которой ионы нужной примеси излучаются высоковольтным ускорителем и, обладая достаточной энергией, проникают в поверхностные слои кремния. Этап ионной имплантации завершается созданием необходимого слоя полупроводниковой структуры, в котором могут быть сосредоточены миллионы транзисторов. Далее, транзисторы в нужной последовательности соединяются между собой проводниками — контактами стоков, истоков и затворов. Осуществить требуемую разводку в пределах того же слоя, где расположены сами транзисторы, нереально — неизбежны пересечения между проводниками, потому для соединения транзисторов друг с другом применяют послойную металлизацию. Для этого по маске в нужных местах вытравливается слой диоксида кремния, и соответствующие окна заполняются атомами металла. Для создания очередного слоя на полученном рисунке схемы выращивается дополнительный слой диоксида кремния и т.д. Процесс нанесения слоев заканчивается, когда электрическая цепь полностью собрана.

Поскольку за один раз на одной пластине создается несколько десятков процессоров, на следующем этапе они разделяются на матрицы и тестируются. На ранних этапах развития микропроцессорных технологий отбраковывалось более 50% матриц, сейчас процент выхода выше, но 100% результата пока еще никто не достиг.

Производство микропроцессоров предъявляет очень высокие требования к качеству материалов, точности работы оборудования и условиям производства. Обработка пластин должна осуществляться по высшему классу чистоты обработки поверхности с отклонением от плоскости не более 1 мкм. Запыленность воздуха не должна превышать 3000 пылинок на 1 м³, а на рабочем месте возле обрабатываемой пластины — не более 30 пылинок. Для сравнения заметим, что в одном кубическом метре обычного городского воздуха содержится около 50 миллионов пылинок.

У этой «идеальной чистоты», к сожалению, есть и обратная сторона, о которой не принято говорить. При изготовлении интегральных микросхем и микропроцессоров используются такие технологии, как эпитаксия, диффузия, травление кристаллов, напыление металлов. Вот, к примеру, какие «ингредиенты» и процессы при этом задействованы: травление плавиковой кислотой (смесь азотной, уксусной и концентрированной серной кислот), испарения которой способны убить всё живое; обжиг в водородных печах; вакуумное напыление алюминия; промывка в активных реаген-

тах — три-хлорэтил и четырех-хлорэтил, ацетон; высокотемпературная диффузия соединениями фосфора с водородом и т.д. Всё это сопровождается выбросами ядовитых летучих соединений в атмосферу, ядовитыми выбросами в водоёмы, в почву...

К разработке микропроцессоров, как следует из мемуаров ветеранов советского электропрома, СССР приступил в 1973 г. Этим занимался Специальный вычислительный центр (СВЦ) завода «Ангстрем» в рамках НИР «Юз-1», совместно с НИИТТ и НИИМЭ. Вначале было принято очень разумное решение: «На основе анализа первых зарубежных МП и лучших ЭВМ разрабатывать универсальный комплект микропроцессорных БИС (МПК) с архитектурой открытого типа, позволяющей строить на нем разнообразные ЭВМ. Повторять зарубежные образцы бессмысленно».¹⁶ Но 29 июня 1976 г. Министр электронной промышленности СССР А.И. Шокин издал приказ №168 «Об образовании НПО «Научный центр», в соответствии с которым Специальный вычислительный центр прекратил существование. Вместо разработки оригинальных образцов отечественных микропроцессоров началось копирование чужих.

На рубеже 1980–90-х годов микросхемы нашли широчайшее применение в вычислительной технике, телефонии, аудиотехнике, медицине, промышленной робототехнике. Однокристалльные видеопроцессоры, интегрирующие малосигнальные цепи обработки видеоизображения, произвели революцию в телевизионной технике.

Изготовление ИС всегда требовало чрезвычайно дорогостоящего оборудования. Но, если в 1960-е годы затрата \$1 на капитальное оборудование приносила около \$10 в виде поступлений от продажи произведенной продукции, то к середине 1980-х с увеличением диаметра кремниевого монокристалла отношение указанных затрат к продажам было уже приблизительно один к одному.¹⁷

Для стимулирования прогресса микроэлектроники и вычислительной техники правительству США потребовалось подключение всех национальных ресурсов. В 1976 г. разрабатывается так называемая «Программа Пентагона», на основании которой в электронные фирмы из государственного бюджета самой богатой страны мира потекли колоссальные финансовые потоки. Даже по названию понятно, что основная направленность работ была чисто военная. Действительно, ее целью было создание комплекта сверхбольших и сверхскоростных интегральных схем с повышенной радиационной стойкостью. Этот набор с широчайшими вычислительными возможностями предназначался для глобальной спутниковой связи, аппаратуры управления стратегических крылатых ракет и других сверхточных видов оружия.

Выполнение «Программы Пентагона» дало старт развитию технологии микропроцессорной техники и инструментам автоматизации (EDA) нового поколения, которые послужили основой для создания серии недорогих, но мощных профес-

¹⁶ См.: Малашевич Б. Разработка вычислительной техники в Зеленограде. Первые отечественные микропроцессоры и микроЭВМ // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. — 2004, № 7.

¹⁷ Электронная библиотека Института электроники и электротехники (IEEE) // www.ieee.org.

сиональных ЭВМ для инженерно-технических расчетов. Далее, появилась возможность реализации концепции персональных компьютеров (ПК) и создание коммерческих сетей сотовой связи (cellular network).

Первые модели ПК, появившиеся на потребительском рынке в 1970-е гг., сейчас принято называть «домашними» (англ. home computers). Это — Altair, производства компании MITS (на базе процессора Intel 8080), и Apple II производства компании *Apple Computer* (на базе процессора «6502» от компании *MOS Technology*).

Altair продавался очень дешево — \$397 за шт., при стоимости микропроцессора \$200. Таким образом, купить его было «все равно, что украсть». У машины не было ни монитора, ни клавиатуры, ни тем более мыши, но уже имелась операционная система CP/M. Текстовая и символьная информация вводилась с помощью переключателей на передней панели, а результаты отображались на светодиодных индикаторах.

В 1975 г. Пол Аллен (Paul Allen), молодой программист из Бостона, в соавторстве со студентом Гарвардского университета Билл Гейтсом (Bill Gates) написали для Altair интерпретатор языка BASIC. С этого заказа, выполненного за несколько дней, началось история непрерывного успеха *Microsoft* — крупнейшей транснациональной корпорации по разработке и производству программного обеспечения (рыночная капитализация на май 2010 года — \$247,23 млрд.).

Altair пользовался популярностью, для него были написаны тысячи программ, однако *MITS* не имела достаточного опыта для удовлетворения массового спроса, и в 1977 г. основатель компании Э. Робертс продал свой проект фирме *Pertec Computer*.

Apple Computer II (на базе 8-разрядного микропроцессора M68000 производства компании Motorola) поступил в продажу в 1977 г. по цене \$1298 за шт. В машине была реализована поддержка вывода на экран монитора различных цветов, разработаны команды для работы со звуком, имелся контроллер гибких дисков и клавиатура. Всю эту «начинку» удалось вместить в достаточно компактный литой пластиковый корпус бежевого цвета. В отличие от других компьютеров, имевших вид неуклюжих ящиков из листового металла, Apple II выглядел просто красавцем.

Стив Джобс (Steve Jobs) — один из руководителей и основателей фирмы *Apple Corp.* определял этот тип ЭВМ, как «индивидуальный инструмент для усиления природных возможностей человеческого разума». По его инициативе в 1982 г. Конгресс США рассмотрел «Законопроект о технологическом образовании» (The Technology Educational Act of, 1982, № 5573), в соответствии с которым в школьных классах США в течение 1983 г. предполагалось бесплатно установить 103 тыс. компьютеров Apple-II. «Дети не могут ждать», — веско аргументировал он цель этой акции.

В июле 1985 г. Стив Джобс приезжал в Москву, надеясь встретиться с М.С. Горбачевым. Его радушно принимали в Институте проблем информатики АН СССР, где он провел семинар на тему о роли и значении микро-ЭВМ с

«дружественным интерфейсом» в школьном образовании и преодолении компьютерной неграмотности.¹⁸

Словосочетание «Personal Computer» (сокращенно — PC) впервые употреблено в 1981 г. в анонсе IBM. В нем сообщалось о выходе «компактной и недорогой компьютерной системы» стоимостью \$1565, «сконструированной специально для применения в бизнесе, в школе и доме». При этом подчеркивалось, что в этой системе «предлагается множество усовершенствованных возможностей, а с дополнительным программным обеспечением могут использоваться сотни популярных прикладных программ».

Все «домашние компьютеры» конструировались по так называемой «закрытой архитектуре». Это означало, что аппаратные средства машины оставались для конечного пользователя «вещью в себе»: любая их модификация требовала достаточно высокой специальной квалификации в области электроники. С того момента, когда на его корпусе заворачивался последний винт, система была обречена на необратимое старение. IBM произвела в этой области настоящий переворот, предложив «открытую архитектуру», которая допускала замену пользователем дополнительных устройств. Например: пользователь приобрел домашний компьютер с монохромным (одноцветным) монитором и таким же видеоконтроллером (контроллером, который управляет монитором). Через 1-2 года на рынке появился цветной контроллер. Даже неспециалист в состоянии извлечь из системы устаревшее устройство и заменить его новым. Еще через 2 года появился улучшенный цветной графический контроллер. Пользователь вновь заменяет лишь один из компонентов и так далее. Преимущества подобного подхода очевидны: во-первых, отпадает необходимость в замене системы в целом, во-вторых, совершенствование компьютера становится делом самого пользователя, а в-третьих, процесс ремонта сводится к замене отдельного элемента, а не устройства в целом, что можно сделать намного быстрее.

«IBM PC 5150» на базе процессора Intel 8080 и операционной системы MS DOS — родоначальник всего семейства современных «персоналок», в какой бы стране и под какой бы торговой маркой они не производились. Все они имеют устройство ввода/вывода или BIOS, системную плату, 8/16/32/64-разрядную шину расширения, последовательный и параллельный порты, видеоадаптеры стандартов VGA и XGA, интерфейс съемных и жестких дисков, контроллеры, блок питания, интерфейс клавиатуры, интерфейс мыши и т.д.

Пойдя навстречу пользователям, IBM сработала против себя, так как очень скоро началось лавинообразное нарастание производства «клонов» IBM компаниями-конкурентами. В конечном итоге любая из моделей «клона» становилась лучше своего прототипа (по быстродействию, дизайну и т.д.), и IBM вскоре утратила монополию на этом рынке.

Однако современный персональный компьютер в большей степени можно назвать Intel-совместимым, чем IBM-совместимым. Контролируя рынок микропроцессоров, корпорация *Intel*, естественно, контролировала и рынок микро-

¹⁸ Саймон Вильям. iКона. Стив Джобс. — М.: Изд-во «Манн, Иванов и Фербер», 2012.

схем системной логики. С 1994 г. *Intel* стала самым крупным в мире производителем системных плат. Большинство пользователей PC теперь покупает компьютеры, по сути, произведенные фирмой *Intel*, и неважно, на какой фабрике закручивались винты в корпус системного блока.

В январе 1983 г. популярный американский еженедельник *Time* назвал человеком года ... персональный компьютер! Это стало признанием факта, что PC стал главной новостью года предыдущего. По прогнозам аналитиков, к концу XX века в мире должно насчитываться уже 80 млн. персональных компьютеров. Реально сегодня такое количество «персоналок» продается в мире всего за 100 дней.

Развитие вычислительной техники и создание компьютерных сетей позволило сдвинуть с мертвой точки развитие мобильной сотовой радиосвязи. Начиная с 1954 г., AT&T неоднократно обращалась в Федеральную комиссию связи (FCC) с просьбой о выделении для сотовой телефонии отдельной полосы частот, и, наконец, в 1968 г. такое разрешение получила. Но минуло еще 4 года, прежде чем Технический доклад корпорации прошел все инстанции и согласования. В перечне дел Технического доклада AT&T имеется патент США на имя Амоса Е.Джоела Младшего (Amos Edward Joel, Jr.) № 3663762 от 21 декабря 1972 г. — первый американский патент для сотовой подвижной (мобильной) радиосвязи.

Еще шесть лет прошло, прежде чем FCC разрешила начать испытания сотовой радиосвязи, которые прошли вполне успешно. Пассажиры в поездах *Metroliner*, выполняющих рейсы между Нью-Йорком и Вашингтоном, были приятно удивлены тем, что они могут делать телефонные звонки прямо во время движения поезда. Шесть высокочастотных каналов в 450 МГц диапазоне были использованы снова и снова в девяти зонах вдоль 225-мильного маршрута. Новаторство состояло в применении компьютерного контроля телефонного сигнала, когда тот переходит от одной сотовой ячейки к другой. Компьютерный контроль позволял в течение всего лишь тысячной доли секунды переключать мобильный телефон с одного промежуточного передатчика на другой.

Изобретателями первого опытного образца переносного телефонного аппарата сотовой связи (американский патент № 03906166) считается группа специалистов компании *Motorola*. И это имеет приемлемое объяснение. В 1956 г. *Motorola* выкупила у Ала Гросса патент и разработала первый в мире промышленный образец пейджера — приёмника персонального вызова. Среди первых пейджеры взяли на вооружение торговые агенты, торговые консультанты, журналисты и менеджеры по сбыту. Затем пейджерами обзавелись все, кто всегда хочет быть на связи: от священников до девушек по вызову. Сын основателя компании *Motorola* Роберт Галвин (Robert Galvin), занимавший в то время пост исполнительного директора, выделил \$15 млн и велел подчиненным в течение 10 лет создать радиотелефон, который пользователь мог бы носить с собой, также как пейджер. Окрыленные подчиненные представили проект уже через три дня, а через два месяца изготовили работающий макет на основе 30 многослойных печатных плат.

Интересно, что опытно-конструкторские работы по созданию малогабаритной «трубки» сотового телефона велись параллельно с конкурентами из *Bell Labs*. Собственно, поэтому 3 апреля 1973 г. первый звонок доктор Мартин Купер (Martin

Cooper) из *Motorola* сделал не кому иному, а своему непосредственному конкуренту Джоэлю Энгелю (Joel Engel). Вот, что он, в частности, рассказал об этом в интервью телекомпании CNN:

«Первый публичный звонок я сделал на улицах Нью-Йорка. Моим собеседником был Джоэль Энгель, глава программы разработок мобильных телефонов в AT&T. Я позвонил ему и сказал: «Джоэль, я звоню тебе с сотового телефона, настоящего сотового телефона, переносимого, портативного и совершенно реального». Я не помню точно, что он ответил, но он на мгновение потерял дар речи. <...> Мы созвали пресс-конференцию в 1973 году, я протянул мобильник одной журналистке и попросил ее сделать телефонный звонок. И она спросила: «Могу ли я позвонить моей маме в Австралию?». И я ответил — «Конечно!». И она позвонила. Эта женщина была просто потрясена, она не могла представить, как этот маленький телефон может преодолеть половину земного шара, чтобы дать ей возможность поговорить с матерью, которая действительно ответила ей по телефону. Ньюйоркцы стояли с открытыми ртами. Прием был совершенно необычайным».¹⁹

С момента этого исторического звонка до создания первой в США сети сотовой связи прошло 10 лет. Первая национальная сеть *Advanced Mobile Phone Service (AMPS)* заработала в США только в 1983 г., когда Пентагон и спецслужбы США «расчистили» для нее достаточно широкие полосы радиочастот.

В 1985–87 гг. *Motorola* организовала массовое производство сотовых телефонов в США и в других странах мира: Японии, Англии, Франции, Западной Германии и т.д. Ее конкурент — *Bell Labs* получила (что удивительно — без судебных заморочек) законно причитающейся ей роялти и заняла внушительный сегмент рыночной ниши разработчика и производителя оборудования базовых станций.

В 2007 г. во всем мире было продано 240 млн. сотовых телефонов, а общее количество абонентов сотовой связи превысило 3 млрд. человек. Почти половина всех сотовых телефонов, проданных в мире, содержали микросхемы *Texas Instruments*, разработанные английской компанией *ARM*.

Эволюция телефонных микрочипов не столь заметна, как у их компьютерных собратьев, но это вовсе не означает, что ее нет. Третье поколение мобильных чипов от *Nvidia*, *Intel* и *Samsung* представляют собой однокристалльные микропроцессоры (англ. *single-chip-processor-platform*) с вдвое большей производительностью, чем комплекты микросхем *Texas Instruments*.

* * *

В СССР идеи информатизации общества на основе общедоступной вычислительной техники, Интернета и мобильной радиосвязи получили признание на государственном уровне с превеликим опозданием — в 1985 году, когда к власти пришел М.С. Горбачев, и началась долгожданная «перестройка».

11 июня 1985 г. в докладе на совещании в ЦК КПСС по вопросам ускорения научно-технического прогресса Горбачев признал: «К сожалению, положение

¹⁹ Inventor of cell phone: We knew someday everybody would have one// By Tas Anjarwalla, Special to CNN. 03.04.2003.

с развитием микроэлектроники и информатики складывается у нас довольно сложное, я бы сказал, просто опасное».²⁰

В 1985 г. парк универсальных ЭВМ в СССР составлял около 13 тыс. машин, и все они являлись, так сказать, «компьютерами коллективного пользования». Непосредственного пользователя к машинам никогда не подпускали — около них колдовали инженеры, системные программисты и операторы, а пользователь чаще всего передавал в узкое окошечко или клал на стеллаж в соседнем помещении рулон перфоленты или колоду перфокарт, на которых была его программа и входные данные задачи.

К персональным компьютерам власти относились с предубеждением, как к орудию производства буржуазного общества, и связывали лавинообразный рост парка ПЭВМ в развитых капиталистических странах с проявлением «машинного психоза» в условиях обострившейся конкуренции на рынке труда.

В статье Г.Р. Громова «Персональные вычисления — новый этап информационной технологии», опубликованной в 1984 г. в № 1 журнала «Микропроцессорные средства и системы», читаем: «Существовал ли раньше инструмент, за который работающий по найму трудящийся, не дожидаясь прозрения администрации, сам выложил бы свою зарплату? Из истории известно, что машины ломали, терпели, некоторые одобряли, иным радовались. Но массового «машинного психоза», даже отдаленно напоминающего наблюдаемую сейчас ситуацию, когда миллионы людей отдают месячную зарплату, чтобы купить не цветной телевизор или легковой автомобиль, а инструмент, с которым они будут работать, — этого, видимо, не знала история техники».

Научно-исследовательские работы по созданию мобильной радиосвязи аналогового стандарта проводились в СССР с 1958 г. в Воронежском НИИ связи и в московском Государственном Специализированном Проектном Институте. В 1970-е годы разработчикам удалось реализовать несколько проектов радиально-зональной радиосвязи типа «хэндовер». Для развития успеха недоставало главного — цифровых технологий.

В принципе, СССР, будучи великой космической державой, имел возможность перешагнуть через этап сотовой телефонии и сразу приступить к созданию системы мобильной радиосвязи на основе низкоорбитальной группировки спутников. Для организации доступа пользователей к системе и обеспечения сопряжения с наземными телефонными сетями общего пользования можно было использовать существующие командно-измерительные комплексы управления космическими аппаратами (КИК), создав при них коммутационные центры.

В 1986 г. вопрос о подвижной радиосвязи рассматривался на заседании Межведомственной Комиссии по связи, в которую входили представители ВПК, КГБ, МВД и Минобороны, а председателем являлся Министр связи СССР Г.Г. Кудрявцев. В результате было принято решение начать опытную эксплуа-

²⁰ РГАНИ. Ф.9. Оп.5. Д.16. Л.32.

тацию уже морально устаревших к тому времени аналоговых систем сотовой связи, типа *Nordic Mobile Telephone (NMT)*.

28 марта 1985 г. ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли постановления № 271 «О мерах по обеспечению компьютерной грамотности учащихся средних учебных заведений и широкого внедрения электронно-вычислительной техники в учебный процесс». Перед Минрадиопромом и Минэлектропромом была поставлена задача «изготовить в 1986–1990 гг. 120 тыс. персональных микро-ЭВМ в комплекте с соответствующими техническими средствами для оснащения не менее 8 тыс. кабинетов вычислительной техники в учебных заведениях». В последующие годы предполагалось создание таких кабинетов во всех общеобразовательных школах, ВУЗах и ПТУ, институтах усовершенствования учителей и на факультетах повышения квалификации преподавателей.²¹

В 1986 г. был запущен в крупносерийное производство ПЭВМ «АГАТ», построенный на основе архитектуры Apple II. Возможности использования зарубежной элементной базы были крайне ограничены, поэтому разработчики приняли решение создать системную плату на базе микросхемного комплекта серии K588 — отечественной разработки, не имевшей прямых зарубежных аналогов. На схеме эмулировалась система команд процессора MOS Technology 6502 с собственными расширениями. Данное решение не позволяло обеспечить точное соответствие характеристик кода, что делало совместимость с Apple II практически нулевой. В комплекте с 9-игольчатым матричным принтером «Агат» стоил около 9 тыс. советских рублей. Его устанавливали в школьных и вузовских компьютерных классах, на нем освоили азы информатики и программирования десятки тысяч советских школьников и студентов.

На предприятиях Минрадиопрома в Павловском Посаде, Кишиневе, Тбилиси, Шауляе, Казани и Йошкар-Оле развертывалось производство сравнительно дешевых (600–650 советских рублей) микро-ЭВМ «Электроника МС 0513», относившихся к категории БК («бытовые компьютеры») на базе 16-разрядного микропроцессора K1801BM1 с оперативной памятью 128 килобайт. Специалисты считают, что наиболее близкий аналог K1801BM1 — однокристалльный процессор DEC T-11 производства американской компании Digital Equipment Corporation. Всего в 1983–1992 гг. в СССР было произведено 162 тыс. «персоналок» типа БК.

В 1986 г. на Минском производственном объединении вычислительной техники (МПВОТ) началось серийное производство IBM-совместимых персональных компьютеров ЕС-1841 и ЕС 1066 на базе процессора K580 (клон процессора Intel 8080), производство которого освоило Киевское НПО «Кристалл» при содействии Киевского НИИ микроприборов.

Позднее, в конце «перестройки», «8080-й» стали закупать за рубежом, - при этом маркировку аккуратно зачищали наждачной бумагой...

²¹ Вопросы образования.- 2005, №3. С.343.

НЕКОТОРЫЕ АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИСТОРИОГРАФИИ И ИСТОЧНИКОВЕДЕНИЯ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И СРЕДСТВ МАССОВОЙ КОММУНИКАЦИИ СССР

В настоящее время термины «информационное общество» и «экономика знаний» прочно заняли место в научном аппарате философов, социологов и экономистов. Они встречаются даже в нормативных актах и названиях совещательных и исполнительных органов при Президенте РФ.¹ В научном смысле эти понятия ассоциируются, как правило, с высшим этапом развития «постиндустриального общества», концепция которого возникла в 1960-е годы на базе исследований социально-экономических последствий развития и применения *электроники и вычислительной техники*.

Началом «информационной эры» (англ. Information Age) принято считать 1991 год, когда, согласно анализу американского экономиста Томаса Стюарта, расходы американских компаний на приобретение информационных технологий (\$112 млрд.) превысили расходы на приобретение промышленного оборудования (\$107 млрд.).² Тогда же в 1991 г. (после проведения операции «Буря в пустыне» в Ираке) возрастание роли информации, как важнейшего военно-политического ресурса, привело к официальному признанию ведущими государствами мира «информационных войн» (англ. Information warfare), цель которых — сделать потенциального противника зависимым в плане собственной информационной самодостаточности.

Экономические, социальные и культурные предпосылки перехода к «информационному обществу» в ряде стран, и в том числе в России, стали предме-

¹ См: Стенографический отчёт о заседании Совета по развитию информационного общества// Сайт ITSec.Ru-2009.

² Стюарт Томас А. Интеллектуальный капитал. Новый источник богатства организаций /Пер. с англ. В. Ноздриной. — М.: Поколение, 2007.

том исследований российских обществоведов.³ Важную роль в популяризации данной темы сыграли опубликованные в переводе на русский язык классические монографии идеологов «информационного общества» Е. Масуда и Э. Тоффлера.⁴

Проблема преодоления информационно-технологической отсталости СССР, как фактор-причина политики «перестройки» и «гласности», нашла отражение в ряде обобщающих работ по истории советского и постсоветского общества.⁵ Таким образом, прежняя недооценка влияния информационно-коммуникационных технологий на изменение общественных отношений сменяется убеждением в том, что:

- технологии — главный движитель социальной динамики;
- информационные технологии — условие, стимул и качество роста «информационного общества»;
- объем информационных технологических новаций должен привести к какому-то глобальному социальному переустройству, ибо его воздействие на исторически сложившиеся социумы значительно;
- компьютерные (цифровые) технологии для всех социумов — то же самое, чем была механизация для первой промышленной революции.

Ирония истории состоит в том, что именно в СССР информатика впервые в мире получила признание, как предмет науки и практический способ ускорения развития общественных производительных сил. В 1962 г. директор Института проблем передачи информации АН СССР академик А.А. Харкевич констатировал:

«...Стала ясной всеобъемлющая роль информации не только в сношениях между людьми, но и во взаимодействии человека и машины, а также в жизнедеятельности любого организма. < ...> С повышением экономического, технического и культурно-

³ См.: Современное постиндустриальное общество: природа, противоречия, перспективы: Учеб. пособие для студентов экономических направлений и специальностей / В. Л. Иноземцев. — М.: Логос, 2000; Информационное общество в России: проблемы становления. Выпуск 3. Межвузовский сборник научных трудов / Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики (технический университет). — М., 2003.

⁴ Масуда, Е. Информационное общество как постиндустриальное общество /Пер. с англ. — М.: ЭКСМО-Пресс, 2003; Тоффлер, Э. Третья волна /Пер. с англ. — М.: ООО «Издательство АСТ», 2004.

⁵ См.: Барсенков А.С. Введение в современную российскую историю 1985–1991. — М.: Аспект Пресс, 2002; Безбородов А. Б., Елисеева Н. В., Шестаков В. А. Перестройка и крах СССР. 1985–1993. — СПб.: Норма, 2010; Пихоя Р.Г. Советский Союз: история власти. 1945–1991. — М.: Изд-во РАГС, 1998; Согрин В.В. Политическая история современной России. 1985–2001: от Горбачева до Путина. — М.: Инфра-М, 2001; Полынов М. Ф. Исторические предпосылки перестройки в СССР. 1946—1985 гг. — СПб.: Альтер Эго, 2010.

го уровня общества стремительно растет количество информации, которую нужно собрать, передать и, так или иначе, использовать для обеспечения всех функций сообщества людей. Никакая организованная форма деятельности немислима без обмена информацией. Без информации невозможно ни планирование, ни управление».⁶

Харкевич подсчитал, что для увеличения производства материальных благ вдвое объём информации должен возрасти в 4 раза, а для десятикратного увеличения — в 100 раз. Таким образом, для получения линейного роста ВВП нужно суметь обеспечить квадратичный рост производства информации.⁷ В принципе, он оказался прав. Как известно, средний прирост ВВП в большинстве развитых стран составляет всего пару процентов в год. В то же время темпы роста производства информации, в частности — научной информации, выше на порядок, и темпы эти неуклонно и стремительно возрастают. Информационное перепроизводство лишено смысла, как лишен смысла запрет на любопытство и стремление к познанию окружающего мира.

По подсчетам специалистов, в начале XX века объём знаний удваивался каждые 50 лет. В настоящее время удвоение объёма научной информации занимает всего лишь один год, а по существующим прогнозам в недалёкой перспективе объём информации будет удваиваться за один месяц (!). В наиболее развитых странах уже сейчас общий прирост ВВП происходит в большей части за счёт роста производства информации (знаний). Соответственно, в эту сферу направляются и наибольшие капиталовложения — публичные — через бюджет, и скрытые — через инвестиционные и благотворительные фонды транснациональных корпораций.

Распоряжением Правительства РФ от 20 октября 2010 г. № 1815-р утверждена 10-летняя программа «Информационное общество». Проекты, предусмотренные программой, разделены на две подгруппы: государственные и общественные. Первые, в основном, должны повышать эффективность работы федеральных и региональных органов государственного управления, вторые — обеспечивать доступ граждан к современным IT-сервисам.

Конечная цель программы — сокращение объема временных ресурсов, которые граждане тратят на получение государственных услуг, и обеспечение равенства граждан в получении ими необходимой информации. Расходы федерального бюджета на «Информационное общество» оцениваются в 123,1 млрд. руб. ежегодно. Кроме того, в построении «информационного общества» будет активно участвовать бизнес. Разработчики программы рассчитывают, что внебюджетные расходы ежегодно будут составлять 200 млрд. руб. Не менее половины вышеуказанных средств будет потрачено на организацию производства отечественного телекоммуникационного оборудования.

⁶ Харкевич А.А. Информация и техника// Коммунист.- 1962.- №17. С.93–102.

⁷ Харкевич А.А. Избранные труды. Т. 3. — М.: Наука, 1973. С. 495 — 507.

* * *

С 1961 по 1991 годы советская электронная промышленность производила почти все виды электронных приборов, и СССР входил в тройку ведущих мировых производителей, занимая второе место по изделиям военного назначения и третье — по изделиям индустриального и бытового назначения. За этот период количество предприятий отрасли увеличилось более чем в 10 раз — до 816, в том числе 232 НИИ и КБ. Объем научных и технологических работ вырос в 35 раз, основные промышленные производственные фонды — в 50 раз, объем производства — в 185 раз.⁸

Несмотря на отставание от Запада в разработке цифровой электронной техники, особенно, систем связи и управления, советский ВПК удачно компенсировал слабые стороны своего радиоэлектронного вооружения лучшей продуктивностью технических решений и более высокой, чем на Западе, степенью учета реальных боевых условий, в которых эти системы должны применяться.⁹

За десятилетие экономических реформ (1990-е годы) от былых успехов и достижений советской электроники почти ничего не осталось, поэтому возникает закономерный вопрос: Почему самая передовая и высокотехнологичная отрасль советской промышленности не смогла адаптироваться к новым условиям и уступила позиции на потребительском рынке иностранным товаропроизводителям?

Большинство экспертов склоняются к мнению, что основной причиной упадка отечественной электроники была ее «милитаризованность». В результате резкого сокращения государственного оборонного заказа отрасль лишилась финансирования и государственной поддержки базовых критических технологий. С этим трудно спорить, так как известно, что например, в США главным заказчиком на продукцию электронной промышленности является государство. Однако следует заметить, что именно американские военные программы по освоению космоса и созданию высокоточного оружия способствовали интеграции электросвязи, электроники и вычислительной техники в современные информационно-коммуникационные технологии, из которых, как из материнской клетки, затем возникли ноутбуки, айпэды, смартфоны, плееры и прочие электронные бытовые устройства нашего времени.

Начнем историографический обзор работ по истории отечественной электроники с констатации необъяснимого факта. Ни один из руководителей советской электронной промышленности не опубликовал мемуаров. Отчасти этот пробел восполнили Ирина Радунская, С.А. Гаряинов и А.А. Шокин (сын Министра

⁸ См.: Авдонин Б. Динамика развития электронной промышленности России//Кн. Динамика радиоэлектроники- 2. Под общей редакцией Борисова Ю.И. — М.: Техносфера, 2008.

⁹ Советская военная мощь от Сталина до Горбачева / под ред. А. В. Минаева. М.: Издательский дом «Военный парад», 1999; Отечественный военно-промышленный комплекс и его историческое развитие/ Под редакцией О.Д. Бакланова и О.К. Рогозина. — М.: ООО Издательство «Ладога-100», 2005.

электронной промышленности СССР Александра Ивановича Шокина).¹⁰ Член-корреспондент Национальной академии наук Украины Б.Н. Малиновский положил начало историографии истории отечественной вычислительной техники (монографии о С.А. Лебедеве, В.М. Глушкове и других пионерах советской технической кибернетики).¹¹

С 1998 г. в России выпускается научно-технический журнал «Электроника: Наука, Технология, Бизнес», в котором под рубрикой «История электроники» регулярно выходят статьи, посвященные великим открытиям и изобретениям в области вакуумной и полупроводниковой электроники, электросвязи и вычислительной техники. Авторы статей — ведущие эксперты российского электронного сообщества — дают объективную оценку вклада советских ученых и научно-производственных организаций СССР в разработку научных идей и технологических процессов, способствовавших появлению новых областей, разделов и направлений электроники — основной магистрали научно-технического прогресса нашего времени.

Весомый вклад в реконструкцию знаковых событий и существенных обстоятельств истории электроники вносят наши ветераны. Особую дань уважения следует принести авторам воспоминаний, работавших на предприятиях Научного Центра микроэлектроники в Зеленограде и наукограда Фрязино.¹² Для тех, кто имеет хоть какое-то представление о «режимных» требованиях, существовавших во времена СССР на оборонных предприятиях, НИИ и КБ, понятно, что никаких документов служебного пользования вынести с работы было невозможно. При отсутствии личных архивов ветеранам электропрома приходится полагаться на собственную память, которая, как известно, избирательна и порой обманчива.

Юрий Ревич, обозреватель «Новой газеты», выносит «ветеранской» историографии отечественной электроники хоть и справедливый, но слишком суровый, на наш взгляд, приговор:

«Характерная особенность такого рода мемуаров — читателя заваливают перечислением проектов, организаций, географических пунктов, дат, фамилий и прочими

¹⁰ См.: Ирина Радунская. Аксель Берг. — М.: Молодая гвардия, 1971; Горяинов С.А. Они были первыми//Электронная техника. Серия 3. Микроэлектроника. 1998. Вып. 1; Шокин А.А. Министр невероятной промышленности СССР.- М. Техносфера, 2007.

¹¹ Малиновский Б.Н. История вычислительной техники в лицах. — Киев: фирма «КИТ», ПТОО «А.С.К.», 1995; Малиновский Б.М. Академик В.Глушков.- Киев: Наукова думка, 1993; Малиновский Б.Н. Документальная трилогия.- Киев: ТОВ. Видавництво «Горобець», 2011.

¹² Васенков А. А., Дьяков Ю. Н., Ефимов И. Е.и др. Зеленоград — город микроэлектроники// Зеленоград в воспоминаниях. — М.: Ладомир, 1998; Кабанов В. Как было выбрано место для строительства «Научного центра». — Электронная техника. Серия 3. Микроэлектроника, 1998. Вып. 1 (152); Сергеев В.С. Страницы жизни. Изд. 3-е, доп. — Зеленоград: ОАО «Ангстрем», 1998; НИИМЭ — «Микрон» 35 лет. События, люди.- Зеленоград: «Микрон-принт», 1999; Зеленая ветвь Москвы. Зеленоград до 2003 г. Очерки, воспоминания, размышления, зарисовки. — Москва-Зеленоград, 2003.

подробностями. Все это говорит о сути проблемы не больше, чем перечисление номеров полков, дивизий, корпусов и их командующих о значении той или иной битвы в ходе войны».¹³

В 2009 г. бывший начальник Главного научно-технического управления Министерства электронной промышленности СССР В.М. Пролейко организовал Редакционный совет, который выступил с инициативой о выпуске серии научно-технических сборников под общей рубрикой «Очерки истории российской электроники». В 2009–2011 гг. в издательстве «Техносфера» вышли четыре сборника «Очерков»:

- «Очерки истории российской электроники. Выпуск 1. 60 лет отечественному транзистору»;
- «Очерки истории российской электроники. Выпуск 2. Электронная промышленность СССР. 1961–1985. К 100-летию А.И. Шокина»;
- «Очерки истории российской электроники. Выпуск 3. Истоки российской электроники. К 120-летию ОАО «Светлана».
- «Очерки истории российской электроники. Выпуск 4. К 50-летию электронной промышленности».

Составителю (В.М. Пролейко) и редактору (Б.М. Малашевичу) сборников удалось привлечь к написанию статей и сообщений десятки авторов из числа бывших ответственных работников Минэлектропрома СССР, в разное время занимавших должности от замминистра до руководителя НИИ или производственного предприятия.

По жанру эти книги похожи на «пересекающиеся мемуары» (англ. cross memoir series). Статьи и сообщения авторов сгруппированы по отдельным научным темам, производственно-технологическим проблемам и историческим периодам, но, к сожалению, читателю не приходится сопоставить разные точки зрения по одному и тому же вопросу. При всем уважении к авторам приходится констатировать, что при изложении фактов-событий большинству из них не удалось отойти от привычной формы отчета или доклада о проделанной работе на каком-нибудь партийном или производственном совещании. Совершенно недостаточно использованы исторические документы и статистические данные. Военные аспекты электроники либо замалчиваются, либо излагаются крайне осторожно. Экономические проблемы отрасли вообще не затрагиваются.

Из зарубежных новинок следует отметить работы Мануэля Кастельса, в которых анализируются объективные причины того, почему Советский Союз не

¹³ Ревич Ю. Шпионские страсти, или Некоторые подробности из истории становления советской микроэлектроники//Русский Журнал / Net-культура / www.russ.ru/netcult/20021112_revich.html

смог перейти в стадию полноценного «информационного общества».¹⁴ В кругах западной буржуазно-либеральной общественности этот автор считается «социологом-постмарксистом». В качестве официального советника российского правительства в 1991–1993 гг. Кастельс имел возможность посещать предприятия и организации советской электронной отрасли, наблюдать их развал и собирать сведения о научно-техническом потенциале бывшего СССР. Подлинная причина деградации российской электроники, по мнению Кастельса, произошла отнюдь не из-за экономического хаоса и полукриминальной приватизации, а из-за того, что «Советский Союз пропустил революцию в информационных технологиях, которая сформировалась в мире в середине 1970-х».

Исследование, которое Кастельс в 1991–1993 гг. провел совместно со Светланой Наталушко на предприятиях микроэлектроники в Зеленограде и в исследовательских институтах Сибирского отделения РАН, показало, что разрыв между советскими и западными электронными технологиями (несмотря на высокий уровень подготовки научного и инженерного персонала) составлял *не менее 20 лет*. «Я считаю, — пишет он, — что жесточайший кризис, который сотрясал основы советской экономики и общества, начиная с середины 70-х годов, был выражением структурной неспособности этатизма и советского варианта индустриализма обеспечить переход к информационному обществу».¹⁵

В монографии Стивена Юдсина оценивается роль Ф.Г. Староса и И.В. Берга и, соответственно, советской военно-технической разведки, в создании советского аналога американской *Silicon Valley* — крупнейшего в Европе научно-производственного центра микроэлектроники в подмосковном Зеленограде.¹⁶ Основным источником, которым пользовался коллега Юдсин, являются магнитофонные записи бесед с Иосифом Бергом (настоящие имя и фамилия — Джоел Барр), сделанные после его возвращения в США. Никаких документов, подтверждающих истинность своих оценок и суждений, респондент не предъявил. Ясно и то, что сведениями о каких-либо государственных и военных секретах СССР мистер Барр не располагал, а просто выдумывал их для придания значительности собственной персоне.

Существенным недостатком всех известных на сегодняшний день обобщающих работ, посвященных истории становления и развития отечественной электроники в общеисторическом, экономическом и военном аспектах, является крайняя узость источниковой базы. И проблема тут даже не в том, что какие-то документы не успели «рассекретить», а в том, что единого документального

¹⁴ Manuel Castells “La nueva revolucion rusa”. Madrid, 1992; Manuel Kastels “The Collapse of Soviet Communism: a View from the Information Society”. — Berkeley, 1995.

¹⁵ Castells, Manuel. Information Age: Economy, Society and Culture. Vol. I-III. Oxford: Blackwell Publishers. 1996–1998. Vol. III. End of Millennium. P.11.

¹⁶ Steven T. Usdin. Engineering communism: how two Americans spied for Stalin and founded the Soviet Silicon Valley. — Yale University Press New Haven & London, 2005.

комплекса источников архивного хранения по данной теме не существует. Есть разрозненные коллекции документов, находящиеся в разных архивах и разных фондах, относящиеся к разным историческим периодам и к разным ведомствам. Задача создания комплекса репрезентативных первоисточников по истории отечественной электроники — не из легких, и, вероятно, потребует долгих лет кропотливого труда многих исследователей.

Вопроса о том, с чего начинать, ни у кого не возникает. Разумеется, с Александра Степановича Попова и Радиотелеграфных мастерских Кронштадтского Порта. Однако не все так просто. Если рассматривать отечественную электронику в качестве структурированной отрасли общественного производства, то время ее возникновения придется передвинуть на полвека вперед — ближе к 1950–м годам. Дело в том, что до этого времени развитием электроники, как единым научно-производственно-техническим комплексом, партийно-хозяйственное руководство страны не было озабочено. И это обстоятельство уже тогда сильно напрягало радиотехническую элиту советского ВПК. Причина понятна: даже самая гениальная радиосхема, это — всего лишь набор дискретных элементов (деталей), от ассортимента и качества которых зависят эксплуатационные характеристики будущих электронных приборов военного назначения.

В Служебной записке на имя генералиссимуса Сталина от 17 марта 1947 г. начальник отдела НИИ связи сухопутных войск подполковник Аршанский пишет: «Главное управление связи Красной Армии, как в годы войны, так и непосредственно после ее окончания, неоднократно ставило перед промышленностью вопрос о необходимости коренного улучшения качества радиодеталей и материалов». Однако, наша промышленность, — констатирует он, — оказалась не в состоянии справиться с этими задачами по следующим причинам:

1. Радиодетали и материалы производятся в подсобных цехах радиозаводов, на устаревшем оборудовании и по устаревшей нестандартной технологии.
2. Стандарты и нормалы на производство подавляющего большинства радиодеталей и материалов отсутствуют, а многие имеющиеся стандарты абсолютно неудовлетворительны и по существу узаконивают выпуск недоброкачественных изделий.
3. Не ведутся достаточно серьезные и широкие научно-исследовательские работы в этой области, а некоторые результаты, достигнутые перед войной не получили конкретного и массового воспроизведения.¹⁷

8 апреля 1950 г. Всесоюзное научное инженерное техническое общество (ВНИТО) направило в Совмин СССР Служебную записку, в которой, в частности, предлагалось «организовать централизованное производство деталей и узлов широкого применения, например, электронные лампы, сопротивления,

¹⁷ РГАЭ. Ф.300. Оп.3. Д.185. Л.246.