

## ОТ РАССВЕТА ДО ЗАКАТА: ЭТАПЫ ПУТИ АТС КВАЗИЭЛЕКТРОННЫЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ АТС

---

### Часть 4

*Борис ГОЛЬДШТЕЙН, зав. кафедрой СПбГУТ, зам. директора ЛОНИИС*

*Продолжение, начало см. №10*

*По мере развития технологий стали появляться заменители традиционных электромеханических коммутационных элементов – электронные и магнитные устройства, в которых отсутствовали подвижные части и, следовательно, практически исключалась вероятность механических повреждений, повышалось быстродействие, уменьшались габариты и масса.*

*К преимуществам электронных коммутационных элементов относились также более высокие технологичность изготовления и интеграция компонентов в одном корпусе, возможность использования печатного монтажа и другие достижения электроники того времени. Соответственно электронные АТС по сравнению с электромеханическими имели меньшие габариты, требовали меньших площадей и кубатуры зданий, меньших затрат на электроэнергию и эксплуатационное обслуживание, обеспечивали более гибкие возможности построения телефонных сетей.*

На первом этапе достижения электроники стали применяться только в управляющих устройствах АТС, что привело к появлению квазиэлектронных АТС, сочетавших в себе электронное управление и электромеханические коммутационные элементы. Практически в тот же период, на рубеже 60-70-х годов, делаются важнейшие шаги в развитии систем коммутации, связанные с компьютерной революцией. Компьютеры начинают использоваться для преобразования адресной информации, линейного искания в коммутационном поле и пр., а управление по записанной программе в квазиэлектронных и электронных АТС стало нормой. Именно программное управление коммутацией послужило важной предпосылкой зарождения современной теории программирования. Многие ее достижения были результатом исследований и разработок ученых и инженеров телекоммуникационных компаний, в частности Bell Laboratories. Первое программное обеспечение коммутации в АТС было реализовано до изобретения современной операционной системы. Программы управления коммутацией писались на языке Ассемблера, а распределением программных сегментов управляли сами разработчики программ.

Первая телефонная станция с программным управлением была создана в 1950-х годах в исследовательском центре Bell Laboratories. Опытный образец системы, названный ESSEX, прошел эксплуатационные испытания в 1960 г. в Моррисе, штат Иллинойс. Однако путь от опытного образца до промышленного производства оказался гораздо сложнее, чем ожидалось. Разработка требовала прорыва в области конструирования процессора, языков программирования, компиляции, распределения ресурсов в реальном времени и других усилий, которые впоследствии привели к образованию новых отраслей научной дисциплины, известной теперь как компьютерные науки. Первая коммерческая коммутационная станция ESS1 была введена в эксплуатацию 30 мая 1965 г. в Суккасунне, штат Нью-Джерси (кстати, по соседству с первой бруклинской координатной АТС) и обслуживала 200 абонентов. Позже в число подобных разработок вошли ESS2 и ESS3, а также аналогичные изделия других изготовителей. По мере развития компьютеров конструкция этих станций претерпевала изменения, и на протяжении 20 летнего срока жизни квазиэлектронной ESS1 переросла в более современную версию 1A ESS.

*Название квазиэлектронные АТС предполагает сохранение пространственной аналоговой коммутации с применением механических контактов и одновременно использование электронных программируемых управляющих устройств. Для построения коммутационного поля в квазиэлектронных АТС применялись быстродействующие малогабаритные коммутационные элементы с электрическим, магнитным или механическим удержанием контактов в рабочем состоянии. К коммутационным элементам с электрическим удержанием относились герконовые*

*реле и реле типа ESK. Герконы (герметизированные контакты) представляли собой маленькие стеклянные баллоны длиной 20-50 мм и диаметром 3-5 мм, заполненные инертным газом и содержащие контактные пружины из магнитного материала. Контактные поверхности были покрыты золотом или другим неокисляемым металлом.*

*Из отдельных герконовых реле создавались многократные герконовые соединители (МГС), представлявшие собой основные коммутационные блоки. Еще одной разновидностью многократного герконового соединителя с магнитным удержанием был соединитель на гезаконах -герметизированных запоминающих контактах (в американской литературе такие контакты назывались ремрида-ми, в японской - меморидами).*

*Точно так же из отдельных ферридов строились многократные ферридовые соединители (МФС): в каждой точке коммутации имелся феррид с определенным числом контактов. Схема коммутации разговорного тракта в МФС аналогична схеме коммутации в герконовом соединителе.*

*Отечественной разновидностью многократного соединителя с магнитным удержанием стал многократный интегральный соединитель (МИС), который отличался от МФС тем, что магнит (из полутвердого магнитного материала) в выбираемой точке коммутации работал по принципу безгистерезисного намагничивания. Впрочем, в кругах специалистов того времени это обозначение воспринималось исключительно как начало фамилии Леонида Яковлевича Мисуловина, организатора и директора Рижского отделения НИИ связи (РОНИИС), создателя первой советской квазиэлектронной АТС с записанной программой «Исток» для сельских телефонных сетей.*

Наряду со станциями «Исток» к первому поколению отечественных АТС с программным управлением, которые и сегодня функционируют в составе Единой сети электросвязи (ЕСЭ) России, можно отнести городские станции МТ-20, учрежденческие и сельские АТС «Квант» и междугородные станции «Кварц».

Предшественником этих систем был менее известный, но чрезвычайно интересный проект импульсно-временного транзитного узла (ИВТУ) – первого цифрового коммутационного узла с программным управлением, включенного в отечественную ТфОП. Его разработка выполнялась в 60-х годах практически одновременно-с началом разработки таких известных систем, как EWSD и 5ESS. В 1966 г. в Берлине была сдана в опытную эксплуатацию первая экспериментальная отечественная АТС, в 1972-м в содружестве со странами СЭВ были завершены работы по экспериментальному комплексу интегральной цифровой системы связи (ИЦСС). Логическим продолжением этих работ стал импульсно-временной транзитный узел ИВТУ для городских сетей с узлообразованием, управляемый вычислительным комплексом типа «Нева».

Экспериментальный импульсно-временной транзитный узел ИВТУ был первой полностью электронной цифровой станцией с программным управлением, включенной в нашу страну в действующую телефонную сеть. Он обеспечил взаимодействие координатных и декадно-шаговых АТС с электронным узлом, предусматривая устранение помех, приходящих по сигнальным каналам от электромеханических станций, программную поддержку заданных показателей качества обслуживания, обработку статистики и ряд других принципиально новых для того времени функций. Узел состоял из двух частей: коммутационного оборудования и управляющего комплекса «Нева», разработанного под руководством Вениамина Исааковича Шляпоберского в двух вариантах. Компактный вариант комплекса – «Нева-2» с микропрограммным управлением разрабатывался в Москве в коллективе Бориса Александровича Лопусова, а высокопроизводительная ЭУМ типа «Нева-1» с аппаратной реализацией управления центральным процессором – в Институте кибернетики АН УССР им. В. М. Глушкова конструкторским бюро Анатолия Григорьевича Кухарчука. Машины «Нева» производились в ГДР и имели характеристики, приведенные в таблице.

По сегодняшним меркам машины были примитивными, а технология программирования и само программное обеспечение вообще «неандертальскими». Именно поэтому разработка ИВТУ заняла гораздо больше времени, чем ожидалось: отчасти из-за проблем, связанных с новыми технологиями, но главным образом потому, что трудоемкость программирования явно недооценили.

Такая же недооценка, впрочем, имела место и во всех других больших программных проектах телефонных станций того времени. Первая система, 1 ESS например, была установлена

в Суккасунне, штат Нью-Джерси в 1965 г., а приемлемо работающая версия программного обеспечения для нее появилась лишь через год. Даже сейчас мы все еще неадекватно оцениваем затраты, необходимые для составления программ, можете себе представить, какая ситуация была в то время... И все же первый отечественный узел коммутации на базе специализированной ЭВМ «Нева» вполне сопоставим по функциональным возможностям и программному обеспечению с современными проектами Bell Laboratories или Alcatel. Приведенные в таблице параметры «Невы» не уступали появившейся в то же время специализированной ЭВМ типа ИТТ-3200 и полностью отвечали задачам управления АТС.

Высочайшему научно-техническому уровню проекта ИВТУ в полной мере соответствовали и заложенные Семеном Самуиловичем Бернштейном основы алгоритмического обеспечения, и блестяще разработанное Гитой Яковлевной Машбиц и Виктором Ароновичем Яффе системное программное обеспечение, и созданное Галиной Ивановной Голуб и Майей Владимировной Персияновой функциональное программное обеспечение, и спроектированные Львом Вениаминовичем Голомштоком алгоритмы технического обслуживания, контроля и диагностики, и многие другие творческие находки и изобретения.

Автор этих строк, принимавший участие в проекте ИВТУ, и сейчас, спустя более четверти века, все еще пытается понять, почему столь талантливые разработки, ни в чем не уступавшие зарубежным аналогам, а зачастую и превосходившие их, заканчивались ничем. И почему такой же финал ожидал и сменившие «Неву» распределенные микропроцессорные системы, о которых речь пойдет далее. Впрочем, на этапе микропроцессорного программного управления о превосходстве над зарубежными аналогами говорить уже не приходилось – сказывались временные задержки в «рисовывании» микропроцессорных комплектов Intel.

**Таблица.** Управляющие машины «Нева»

Характеристики	"Нева-1"	"Нева-2"
Быстродействие в формате "регистр-память", 103 операции/с	800	500
Максимальная емкость ОЗУ, Кбайт	1024	1024
Разрядность ячейки ОЗУ, бит	32+4	32+4
Цикл обращения к ОЗУ, мкс	1,2	1,2
Емкость ОЗУ микропрограмм, бит	-	4Кx36
Быстродействие мультиплексорного канала, Кбайт/с	35	1,5
Быстродействие селекторного канала, Кбайт/с	800	156

Вполне определенный ответ на этот вопрос содержится в работе отечественного философа, автора многотомного «Философского наследия» Павла Таранова. С минимальными сокращениями приводим фрагмент помещенных в книге личных воспоминаний ученого.

*«Мне пришлось в 80-е годы работать на крупном заводе в отрасли, кодифицируемой тогда как промышленность средств связи. Без всякого отличия от других предприятий здесь тоже было много инициативных, умных, просто талантливых людей, могущих легко что-то дельное предложить и с энтузиазмом все это же исполнить. Я был социологом и всегда удивлялся общей, с каждым годом усугубляющейся не востребовавшее™ именно инициативного контингента. Одновременно я понимал, а может быть, тогда еще только чувствовал, более или менее осознавая последовательные масштабы вроде бы явной проблемы, что без предпочтения в вознаграждении с этими людьми общий язык не найти.*

*Творчество – это износостойкий труд, и без его восстанавливающей компенсации личность быстро выгорает. Человек думающий, заводной, активный непроизвольно стремится к повышению уровня жизни – ему нужно и больше читать, и общительнее поведенчествовать, и как-то демпфировать семейные к нему претензии ввиду общего уменьшения внимания к дому. Кроме того, обширная познавательная неуемность влечет рост здоровой самооценки, человек ощущает свое право быть выделенным среди других, рассчитывает на признание окружающих. И – что важно подчеркнуть – заслуженное...*

*Но руководство рассуждало иначе и придерживалось установок, базирующихся на прямо противоположном подходе, считало всякую прибавку жалования таким излишней роскошью. Мол, и без них «саду советскому цветать», да и того, что им уже дано - речь в таких случаях всегда шла о пресловутых 120 рублях, «этим» изобретателям, кандидатам, выскочкам вполне «прилично» и вполне «достаточно». Ну, и что? Тогда они жалели десятку – две. А теперь? То, за что они держались, рассыпалось в прах: плоды усилий оказались противоположными ожиданиям. Это не наказание. Просто сорванный лист желтеет, а надломленная ветка сохнет. И по-другому не бывает».*

## **Цифровые АТС**

Замена названия «электронные АТС» на «цифровые АТС» имеет в большей степени исторический, чем технический смысл. Рассмотренный выше ИВТУ тоже представлял собой цифровой и электронный узел коммутации, но лишь по прошествии некоторого времени определение «электронная АТС» исчезло как очевидное, ни о чем не говорящее, а вместо него стали говорить «цифровые АТС», чтобы противопоставить их составляющим основную часть ТфОП аналоговым АТС координатной и декадно-шаговой систем.

По времени эта замена терминов совпала с успехами микропроцессорной техники, сменившей специализированные централизованные компьютеры в системах управления цифровых АТС. Изобретение микропроцессоров представляло собой четвертую информационную революцию, которая, как и первые три (изобретение письменности, обеспечившее возможность передачи знаний от поколения к поколениям, изобретение книгопечатания в середине XVI в. и изобретение электричества, благодаря которому в конце XIX в. появились телеграф, телефон и радио), привела к кардинальным изменениям в технологиях и в обществе в целом.

Микропроцессорное программное управление пришло в отечественную коммутационную технику вместе с проектом ЕС СКТ (Единая система средств коммутационной техники). Эта была попытка повторить проект ЕС ЭВМ (Единая система электронно-вычислительных машин) по копированию компьютеров IBM-360, но в качестве прототипа была выбрана разработанная компанией ИТТ в США и затем проданная французскому концерну Alcatel коммутационная станция типа Система 12. Естественно, в проекте ЕС СКТ речь о законном приобретении Системы 12 не шла, но в распоряжении разработчиков, тем не менее, оказался полный комплект документации. Несмотря на это, несмотря на участие в проекте всех восточноевропейских стран, входящих в СЭВ, несмотря на талантливое руководство проектом со стороны главного конструктора, начальника отдела НИИ ВЭФ Михаила Авраамовича Товбы, не смотря на созданную Андреем Николаевичем Колесниковым, начальником другого отдела того же головного рижского НИИ ВЭФ, уникальную технологию проектирования программного обеспечения и другие существенные достижения, проект не был завершен и прошел две стадии распада при выходе из конструктората сначала стран-членов СЭВ, а потом и республик СССР.

Последовавшая за ним программа цифровой АТСЦ-90 хотя и начиналась как совместная советско-финская, но была менее зависима от политических катаклизмов и предусматривала легальную передачу российской стороне документации на хорошо зарекомендовавшую себя в наших сетях АТС типа DX-200. Эта передача была с самого начала зафиксирована в межправительственном соглашении после установки первого миллиона портов.

Начальным шагом данной программы был проект L1+R4, представлявший собой интеграцию отечественных абонентских концентраторов АЦК-1000 и финских станций DX-200 версии R4.32. Полученное в качестве первого результата этого проекта абонентское оборудование АЦК-1000 давно и успешно функционирует в составе Петербургской и Новосибирской ГТС. Несколько позже появились первые полностью отечественные коммутационные станции АТСЦ-90 уровня L4, которые были чрезвычайно близки к АТС DX-200 уровня R4, являвшейся предметом межгосударственного лицензионного соглашения. Однако по мере развития уровня L4 стали намечаться существенные расхождения АТСЦ-90 с DX-200. Эволюция аппаратных средств АТСЦ-90 уровней L4 и L5 полностью подчинялась закону Мура, сформулированному еще в 1965 г.: «Число транзисторов в микросхемах удваивается каждые 18 месяцев». Более быстрыми темпами эволюционировало и программное обеспечение станций, составившее основу поставляемого сегодня уровня L5.

Разнообразие способов сигнализации, реализованных в АТСЦ-90, обусловлено необходимостью ее взаимодействия с разными сетями связи, входящими в состав ВСС РФ. Для взаимодействия с телефонной сетью общего пользования основным является протокол ISUP системы общекабельной сигнализации ОКС-7. Наряду с этим существует необходимость взаимодействия с ГАТС и САТС с применением сигнализации по двум выделенным сигнальным каналам (2ВСК), организуемым в 16-м канале цифрового тракта Е1, с передачей номера вызываемого абонента декадным или многочастотным кодом «2 из 6» методом «импульсный челнок» с поддержкой функций АОН при входящих и исходящих (местных и междугородных) соединениях, а также методом «импульсный пакет» при соединениях с междугородными телефонными станциями типа АМТС-2 и АМТС-3. Для включения в сельскую телефонную сеть могут использоваться стандартные линейные тракты ИКМ-30, линейные тракты 1.024 Кбит/с (ИКМ-15) или аналоговые системы передачи. При этом поддерживаются системы сигнализации 1ВСК – «норка» и индуктивный код. Для взаимодействия с цифровыми УПАТС может использоваться сигнализация DSS1 (PRI) или QSIG. АТСЦ-90 поддерживает все перечисленные протоколы сигнализации и потому стыкуется со станциями практически любого типа.

Разработка для цифровых сетей связи другой отечественной коммутационной платформы С-32 с базовой скоростью передачи и коммутации 32 Кбит/с была начата в ЦНИИС (Москва) практически одновременно с рассмотренной выше АТСЦ-90. Система С-32 обеспечивает доведение до каждого абонента цифрового потока с битовой скоростью 32 Кбит/с. У всех пользователей С-32 устанавливаются специально разработанные для этой платформы цифровые телефонные аппараты (ЦТА) со встроенным кодеком, кнопочным номеронабирателем и тональным вызывным устройством, что коренным образом отличает ее от других коммутационных станций, обслуживающих в основном аналоговые телефонные аппараты. Доведение цифрового потока до каждого абонента с применением внутриканальной абонентской сигнализации позволяет уменьшить объем станционного оборудования за счет практически полной ликвидации абонентских комплектов и введения групповой обработки абонентской сигнализации. Обратим внимание читателя на то, что в начале разработки С-32 этот выигрыш в объеме оборудования представлялся вполне ощутимым, но его последующее сокращение происходило в строгом соответствии с уже упоминавшимся законом Мура.

Но это стало ясно только теперь. А в 70-х годах прошлого века, когда под руководством Марка Уриевича Поляка проводились исследования проблемы доведения цифрового потока до абонента (НИР «Цифра»), объем оборудования АТС составлял сотни стативов. Позднее, в 1983 г., цифровое абонентское оборудование С-32 под названием АТСК-ЦА разрабатывалось для замены ступени абонентского искания в координатных станциях, и вместо двухсот стативов АТС К достаточно было пяти. В 1988 г. по приказу министра связи СССР, на первом этапе взявшего на себя и выполнение обязанностей главного конструктора, была начата разработка технического проекта электронной цифровой АТС с доведением цифрового потока 32 Кбит/с до каждого абонента – ЭАТС-ЦА. В дальнейшем работы велись под руководством генерального директора ЦНИИС профессора Леонида Егоровича Варакина и его заместителя Владимира Бенциановича Беляка.

В 1993 г. была создана опытная зона в Витебске, результаты которой были восприняты Госкомиссией ПОД председательством замминистра связи Наума Семеновича Мардера неоднозначно. Особо следует отметить активную роль в успешном проведении госприемки руководства Днепропетровского машиностроительного завода (ДМЗ), который и начал выпуск опорных городских станций С-32. Уже к 2001 г. ОАО ДМЗ произвело и сдало в эксплуатацию в сетях Украины и Беларуси 20 станций емкостью от 5 до 30 тыс. номеров.

Если разработка двух описанных цифровых АТС начиналась еще под эгидой Минсвязи СССР, то рассматриваемые далее отечественные станции создавались чуть позже, но уже в другое время, в другой стране, с гораздо меньшими сроками разработки и численностью разработчиков, с начальной ориентацией на меньшие диапазоны емкостей и более скромные функциональные возможности. Для них, по неизвестной автору причине, в качестве названий выбирались буквы греческого алфавита.

О каких-либо отечественных АТС с именем «Альфа» автору ничего неизвестно, а вот на станции «Бета» разным производителям в России и в Беларуси выдано более десяти сертификатов. Эта цифровая коммутационная станция была разработана в бывшем НПО «Красная заря» и появилась на российском рынке во второй половине 90-х годов. Ее архитектура, как,

впрочем, и всех других рассматриваемых здесь станций, представляет собой комплекс аппаратных и программных средств, обеспечивающих автоматическую коммутацию абонентских и соединительных линий, а также функции технической эксплуатации.

Цифровая АТС «Сигма» была создана в тех же стенах (бывшее НПО «Красная заря») и в то же время (первая половина 90-х годов), что и «Бета». Функциональные возможности и области применения этих станций весьма близки. Цифровая коммутационная станция «Омега» была разработана в тот же период, но не в Санкт-Петербурге, а в Москве. Она имеет вложенную трехуровневую архитектуру: нижний уровень предназначен для коммутации абонентской нагрузки и обеспечения межстанционных и межсетевых соединений всех типов, средний – для создания коммутационных полей большой емкости, верхний – для предоставления новых телекоммуникационных услуг.

Разработанная в том же петербургском центре «Красная заря», цифровая станция «Кразар» в 1998 г. пришла на смену станциям «Бета». Последние продолжают выпускаться в Минске, а разработавший их опытный коллектив под руководством Юлия Борисовича Шура успел за это время создать еще и учрежденческие станции «Лазурит» и «Оникс», которые вписались в семейство телефонных станций «Мультиком», МТА, «Контур», «Элком», «Селена» – «детищ» других инженерных коллективов Санкт-Петербурга. Номенклатуру АТС отечественной разработки дополняют электронный вариант широко распространенных станций «Квант», которые благодаря усилиям Виктора Олимпиевича Жогло и его коллег производятся в Риге, Москве, Санкт-Петербурге и Белгороде; учрежденческие станции DX-500, разработанные Андреем Николаевичем Колесниковым в московской компании «Информтехника» и успешно теснящие импортные системы в ведомственных телефонных сетях; создаваемая Сергеем Александровичем Фурсовым новая коммутационная платформа «Атман», а также станции «Астра» из Москвы, «АЛСиТЕК» из Саратова, «Калинка» из Уфы, «ТОС-Элкос» из Борисоглебска, «Протон» из Таганрога и др. ■