

Мобильная телефонная система

«Алтай»

В. М. Кузьмин

От составителя

В фильме «Укрощение огня» (1972) есть эпизод, когда Кирилл Лавров, играющий генерального конструктора С. Королёва, после успешных испытаний звонит по телефону из машины домой. Это и была система «Алтай» — первая в мире мобильная радиотелефонная система связи. Запуск опытной зоны системы «Алтай» состоялся в 1963 году, а в 1965-м «Алтай» был введен, как бы мы сейчас сказали, в коммерческую эксплуатацию. Наивысшим триумфом «Алтая» можно считать Московскую Олимпиаду-80, где пораженным иностранным корреспондентам раздавали мобильные телефоны для установки в машины: у себя «там» они о такой услуге могли тогда только слышать из третьих уст.

Мобильная телефония имеет славную предысторию — идея, что называется, «витала в воздухе» с начала проникновения радиосвязи в повседневную жизнь. О многих малоизвестных подробностях в истории возникновения мобильной телефонной связи читатель может узнать из статьи «Отечественные мобильники 50-х. Забытая сенсация»¹ брянского инженера Олега Измерова. Отметим изобретение инженера и радилюбителя Леонида Ивановича Куприяновича из Московского государственного специализированного проектного института (ГСПИ), непосредственно по времени примыкающее к началу разработки «Алтая». Л. И. Куприянович еще в апреле 1957 года продемонстрировал прототип мобильного телефона ЛК-1 и даже получил авторское свидетельство № 115494 от 01.11.1957 под заголовком «Устройство вызова и коммутации каналов радиотелефонной связи». В 1959 году он предложил установить «автоматическую телефонную радиостанцию» на высотных зданиях — фактически прототип современных базовых станций, — и продолжал развитие проекта еще несколько лет. Изобретение Куприяновича стало широко известно — о нем в течение ряда лет рассказывали многие массовые журналы и газеты. В 2014 году про Л. И. Куприяновича рассказал телеканал «Россия» в фильме Александра Евсюкова «Кто первый? Хроника научного плагиата».

Мартин Купер, глава подразделения мобильной связи Motorola, совершил свой исторический звонок 3 апреля 1973 года, с чего и принято отсчитывать начало сотовой телефонии. Однако коммерческая сеть, основанная на этих принципах, была запущена на Западе лишь в 1983 году. К этому времени в СССР всю работу уже третье поколение системы — «Алтай-3М». Изобретение Л. И. Куприяновича в СССР и инициативы Motorola в США (как многих других фирм на Западе) натыкались на одно и то же главное препятствие: все радиочастоты были поделены военными. Федеральной комиссии по связи

¹ <http://izmerov.narod.ru/okno/>.

(FCC) в США потребовался 21 год, чтобы официально разрешить широкомасштабное использование сотовых телефонов гражданскими лицами (причем проблема в США была решена в лучших традициях «телефонного права» — по личному распоряжению президента Р. Рейгана). Спецслужбы в любой стране с неохотой шли на подобные уступки. Параллельно с распространением мобильной телефонии возникают широкомасштабные системы слежки за пользователями: в странах Запада — система «Эшелон» (1990-е годы), в России — система СОПМ (1998). Заметим, что система «Алтай», прослушиваемая «от и до», была ориентирована на служебное пользование, и только с началом перестройки стала использоваться частными клиентами.

Но на начальном этапе главным были даже не бюрократия и спецслужбы: как справедливо замечает Олег Измеров, *«основная проблема при реализации обоих проектов была <...> в необходимости значительных вложений и времени в создание инфраструктуры связи и ее отладку и расходов на ее содержание»*. Из предлагаемого очерка вы узнаете, сколько труда потребовалось вложить сотням инженеров для того, чтобы мобильная связь стала реальностью. Именно поэтому «Алтай», имевший с самого начала поддержку сверху, стал первым в мире успешным проектом, а выросший из него проект массового сервиса «Волемот», сознательно разработанный с учетом сложившихся географическо-демографических условий в стране, такой поддержки не получивший, был предан забвению и растворился в сотовых технологиях, пришедших с Запада: проект был закончен как раз ко времени массового внедрения в нашей стране первой зарубежной сотовой системы связи NMT-450.

Строго говоря, «сотовой» систему «Алтай» первых поколений можно назвать с оговорками: если принять центральную станцию за одну-единственную соту, то систему «Алтай» в самом деле можно назвать прообразом «сотовой» связи, как это делает автор очерка. В ней действительно были заложены все основные технические решения, примененные впоследствии в системах сотовой связи: многоканальная автоматическая радиотелефонная связь в одной зоне и обеспечение непрерывности связи при переходе абонента в другую зону. Принципиальным в этой истории, однако, является не терминология — главное, что «Алтай» был первой в мире полнофункциональной и полностью автоматизированной системой мобильной телефонной связи с огромной по тем временам клиентской базой: к моменту демонстрации Мартином Купером «исторического звонка» в 1973 году в СССР к системе «Алтай» уже было подключено около 8 тыс. пользователей более чем в 30 городах, а к началу коммерческого использования сотовых систем за рубежом в 1983 году системой «Алтай» пользовались более 30 тыс. абонентов более чем в 135 городах.

Ю. В. Ревич

В начале XX века радиосвязь начала развиваться именно как связь для подвижных объектов — в первую очередь, как морская подвижная связь. В истории создания подвижной связи первая важная дата — 7 мая 1895 года, когда известный русский ученый Александр Степанович Попов на заседании

Русского физико-химического общества продемонстрировал прибор, предназначенный для регистрации электромагнитных волн. И теперь мы празднуем этот день, как День радио.

Первое практическое применение радиосвязь нашла в феврале 1900 года. В ноябре 1899 года броненосец «Генерал-адмирал Апраксин» сел на мель у острова Гогланд. Чтобы ускорить спасательные работы, была создана первая в мире радиолиния протяженностью 47 км между броненосцем и городом Кронштадт, которая работала с февраля по апрель 1900 года. Во время этой операции 6 февраля 1900 года А. С. Попов передал на Гогланд первую официальную радиограмму о том, что около Лавенсаари оторвало льдину с рыбаками, и для спасения рыбаков был послан ледокол «Ермак». Эту дату можно считать началом применения мобильной радиосвязи.

Сейчас практически любой житель России скажет, что мобильная сотовая связь пришла к нам из-за границы: Финляндии, США, Европы, Кореи, но только не из СССР или России. Мало кто знает, что именно советские, российские разработчики являются авторами прообраза мобильной сотовой связи — системы «Алтай». В далекие 1990-е они разработали систему сотовой связи с большими зонами обслуживания «Волемот». И лишь специалисты, а также руководящий состав КПСС и Правительства СССР, руководители местных партийных и хозяйственных организаций, которые по долгу службы могли пользоваться этой связью, возможно, помнят о первой в мире многоканальной системе подвижной радиосвязи с равнодоступными каналами и автоматическим выходом в телефонную сеть общего пользования «Алтай», разработанной в СССР. И если бы не принципы распределения частот и обычных телефонных номеров для граждан, то, возможно, еще в советское время граждане СССР имели бы сотовые телефоны отечественного производства.

«Не зная прошлого, нельзя понять настоящее и невозможно предвидеть будущее», — сказал в позапрошлом веке В. Г. Белинский. Сделаем попытку исправить это положение в одном конкретном вопросе.

Как это начиналось

В середине 1950-х годов высокая правительственная делегация СССР была с визитом в Японии. По возвращении домой один из участников делегации, член ЦК КПСС сообщил, что высокие чиновники Японии прямо из автомобиля имеют связь с правительством. Сразу же встал вопрос: *«А почему нет такой связи в Советском Союзе?»* Доложили Генеральному секретарю ЦК КПСС Никите Сергеевичу Хрущеву. Было решено создать аналогичную систему для обеспечения тех же видов связи и у нас. *«Задача поставлена,*

цели определены. За работу, товарищи!» — любимое выражение Н. С. Хрущева стало претворяться в жизнь².

Когда разобрались, оказалось, что это была обычная, применяемая и у нас, простая симплексная³ система диспетчерской связи, в которой радиоабонент с помощью оператора (диспетчера) соединялся либо с другим радиоабонентом, либо с абонентом телефонной сети. Причем соединяемые абоненты вели переговоры по очереди. Но об этом наши чиновники не знали.

В конце 1950-х годов было подписано постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР о разработке новой системы радиотелефонной УКВ-связи, в которой разработчиками этой системы были назначены Государственный специализированный проектный институт (ГСПИ, г. Москва)⁴, завод «Красная заря» (г. Ленинград)⁵, НИИ-56 (г. Ленинград)⁶ и воронежский НИИ связи (ВНИИС)⁷.

Опытно-конструкторская разработка получила шифр «Алтай-1». Главными конструкторами были назначены: от ГСПИ — Моисей Абрамович Шкуд; от ВНИИС — Леонид Николаевич Моргунов; от завода «Красная заря» — Михаил Ильич Иоффе; от НИИ-56 — Сергей Иванович Иванов.

ГСПИ стал головным разработчиком системы, ему поручалась разработка антенного хозяйства для передатчиков и приемников базовой станции,

² Заключительные слова выступления первого секретаря Никиты Сергеевича Хрущева на XXII съезде Коммунистической партии Советского Союза: *«Наши цели ясны, задачи определены. За работу, товарищи!»* — Прим. сост.

³ Симплексная связь — простейшая система связи, при которой информация передается только в одном направлении. Для осуществления двустороннего разговора применяют устройства, обеспечивающие изменение направления передачи (полудуплексная связь). Соответственно, дуплексная связь — способ связи, при котором передача возможна в обоих направлениях одновременно. — Прим. сост.

⁴ ГСПИ (ныне Государственный специализированный проектный институт радио и телевидения, ГСПИ РТВ) — крупнейшее советское и российское предприятие по разработке объектов радиосвязи, радиовещания и телевидения. Более всего ГСПИ известен, как разработчик отечественного цветного телевидения.

⁵ Завод «Красная заря» (с 1972 года — НИИ коммутационной техники, с 1974 года — Ленинградское научно-производственное объединение «Красная заря», в 2012 году официально прекратил существование) — советское проектно-производственное предприятие по выпуску коммутационной техники. Создан на базе телефонной фабрики «Эриксон», национализированной в 1919 году.

⁶ НИИ-56 (в 1941–46 гг. — ГСПЭИ-56, с 1968 г. — НПО «Дальняя связь», в настоящее время ОАО «НПО «Дальняя связь») — предприятие по созданию многоканальных систем дальней связи, в т.ч. особо секретных. Организовано в 1941 году на базе научно-исследовательской лаборатории завода «Красная заря».

⁷ Воронежский НИИ связи (ранее НИИ-299, ныне ОАО «Концерн „Созвездие“») — советское и российское предприятие по разработке систем связи. Создано в 1958 году.

организация опытного района системы в Москве. За заводом «Красная заря» — коммутационное оборудование для стыковки базовых станций с действующей телефонной сетью, за НИИ-56 — генераторное оборудование. За воронежским НИИС — выбор принципов работы системы, разработка алгоритма работы системы, выбор сигналов взаимодействия в радиоканале для стыка абонентских радиостанций через центральную радиостанцию с коммутационным оборудованием, центральная (базовая) радиостанция ЦС и абонентская радиостанции (АРС).



Биленко Антон Петрович (1924–1991), директор ВНИИС в 1958–1959 и 1961–1962 годах, в дальнейшем главный инженер предприятия



Константин Яковлевич Петров (1915–1995), директор ВНИИС с 1964 года

Учитывая то, что «Красная заря» специализировалась на разработках коммутационных устройств с применением слаботочных реле и не имела опыта работ со схемными решениями в радиосвязи, ВНИИС пришлось взять на себя разработку блоков пяти- и двухчастотных приемников сигналов взаимодействия (ПРВ-5 и ПСВ-2) для преобразования их в удобные выходы на слаботочные реле. Поэтому получилось так, что основной груз разработки системных вопросов, алгоритма работы системы, а также всех блоков, не относящихся к традиционной коммутационной технике, пришлось решать инженерам Воронежского НИИ связи.

Система «Алтай-1»

Оглядываясь на то время, остается только удивляться, как все это можно было сделать! В то время становления не только наших предприятий, но и развития радиопромышленности в целом, в отрасль пришла целая когорта молодых и амбициозных специалистов, которые готовы были «горы свернуть». В частности, во ВНИИС, который в соответствии с постановлением Правительства СССР был образован в 1958 году для разработки перспективных систем и средств радиосвязи, в качестве костяка пришли работать уже имеющие опыт разработок специалисты из КБ Воронежского завода «Электросигнал» и Воронежского радиотехникума и молодые специалисты из многих вузов страны: Воронежа, Новочеркаска, Куйбышева и др. В значительной степени их усилиями и была создана система «Алтай»

Разработка системы «Алтай-1»

Разработку системы по правительственному постановлению пришлось начинать с нуля. Четкого технического задания (ТЗ) на разработку системы не было — надо было обеспечить связь «как в Японии». Поэтому первый этап разработки (аванпроект) представлял собой выбор способов построения системы, проработку основных соединений, разработку алгоритма работы системы (сигнального кода), и в результате утверждение ТЗ.

В конце 50-х годов XX века количество действующих подвижных радиостанций в крупных городах было уже довольно большим. Причем радиостанции были самые разные — военные, списанные после Великой Отечественной войны, в том числе трофейные немецкие, появились первые вновь разработанные для конкретных гражданских служб и др. Выходные мощности передатчиков и чувствительности приемников радиостанций отличались в десятки и даже в сотни раз. Вопросам избирательностей приемников по соседним и ложным каналам приема, защите от интермодуляционных искажений⁸ особое внимание не уделялось. Количество диапазонов радиочастот для ведомственных и народнохозяйственных систем связи было ограничено. Все это приводило к перегруженности отдельных участков частотного диапазона, а сильные помехи между сетями различных ведомств настолько ухудшали качество связи, что даже приходилось прерывать сеансы связи.

⁸ Перекрестные или интермодуляционные искажения (ИМИ) — искажения, состоящие во взаимовлиянии разных сигналов при близком расположении частот или недостаточно качественной их фильтрации. Проявляется в хрипах, искажениях, двоении звука и т. п. — *Прим. сост.*

Поэтому на этапе аванпроекта опытно-конструкторской работы «Алтай-1» возник вопрос о создании единой координированной системы связи, объединяющей многочисленные разрозненные сети. Более того, встал вопрос об учете ее в единой автоматизированной системе связи страны, что сразу предопределило применение дуплексного режима связи (одновременный обмен информацией абонентов, как в телефонии). Как результат, одним из путей существенного повышения эффективности использования частотных каналов связи в подвижной радиотелефонной УКВ-связи стало предложение создать многоканальную систему радиосвязи с равнодоступными каналами, с автоматическим выходом в телефонную сеть общего пользования, в которой любой подвижный радиоабонент может вести переговоры на любом свободном канале из выделенной для системы группы каналов. Аналогичный принцип использования каналов применялся в телефонии. С учетом статистических характеристик организации связи и ее проведения, по известным из теории массового обслуживания закономерностям можно обеспечить оптимальное использование канала: осуществить его максимальную загрузку при допустимых потерях.

Созданию такой системы предшествовала работа по обоснованию и выбору ее характеристик, которые в обычных системах подвижной УКВ-радиосвязи с раз и навсегда установленными каналами не являлись типичными. Эти характеристики наложили определенные новые требования на аппаратуру.

Сейчас множество технических и организационных вопросов, с которыми приходилось сталкиваться разработчикам системы «Алтай-1», кажутся мелкими и наивными. Например, сейчас решения при разработке радиостанции довольно стандартные: берутся готовые «чипы» приемника и синтезатора, таблетка усилителя мощности передатчика, выбирается управляющий микроконтроллер, пишется программа для алгоритма работы системы — основа радиостанции готова. А разработчикам системы и аппаратуры «Алтай-1» в середине прошлого века пришлось столкнуться с целым рядом совершенно новых проблем, причем большинство из них пришлось решать одновременно, так как многие из них зависели друг от друга.

Это, во-первых, выбор способа построения системы, проработка основных видов соединений, разработка алгоритма работы системы (сигнального кода). Во-вторых, выбор оптимального количества радиоканалов в многоканальной системе с точки зрения максимального коэффициента их использования. Кроме того, это выбор способа передачи в радиоканале сигналов взаимодействия (команд) с учетом времени организации соединений; выбор принципов организации входящих (к абонентским станциям, АРС) и исходящих (от АРС) соединений; определение перечня абонентов, которым

необходимо обеспечить соединения; согласование способов совместной работы в системе «Алтай-1» коммутационного оборудования, генераторного и радиооборудования и т. п.

Один из основных вопросов, который возник при построении многоканальной системы с равнодоступными каналами — вопрос о числе каналов в стволе⁹. Очевидно, чем большее число равнодоступных каналов может использоваться, тем большее число абонентов может быть обслужено одновременно. Однако простое увеличение числа равнодоступных каналов не всегда целесообразно.

Система радиосвязи почти всегда является системой с потерями, то есть абонент получает отказ в обслуживании, если вызов от абонента приходит в момент, когда все каналы заняты. Теория массового обслуживания позволяет рассчитать пропускную способность (трафик) при заданных потерях и числе каналов. Расчеты показывают, что по мере увеличения числа равнодоступных каналов в пучке пропускная способность сначала быстро растет, но, начиная с 8–12 каналов, рост существенно замедляется. В то же время радиооборудование с увеличением числа каналов усложняется. В связи с этим для разработки системы «Алтай» было принято решение формировать один высокочастотный ствол из 8 радиоканалов. При этом в значительной мере реализуются преимущества системы с равнодоступными каналами, а оборудование усложняется в приемлемых пределах. Расчеты показали, что система из 8 каналов может обслужить в час наибольшей нагрузки 175 разговоров со средней длительностью 2 минуты каждый при потерях порядка 7%. При увеличении допустимых потерь до 15–20% такая система может обслужить уже 250–300 разговоров. Для увеличения числа обслуживаемых абонентов необходимо устанавливать несколько стволов.

Процесс вхождения в связь в многоканальной системе всегда начинается с определения свободного канала и взаимного обмена сигналами вызова и установления связи. Имеются различные варианты построения системы в зависимости от способа вхождения в связь: сигнал вызова для связи и сообщение о том, на каком канале будет осуществляться связь, может передаваться либо по отдельному вызывному каналу, либо по дежурному каналу (например, ближайшему по порядку нумерации), либо, наконец, по любому свободному в данный момент каналу.

⁹ Ствол (англ. *trunk*) — система связи, состоящая из оконечных устройств и радиотракта между ними. Ствол содержит множество (пучок) каналов связи, обеспечивающих передачу десятков и сотен звуковых сообщений одновременно. Ствол, как правило, представлен одним передатчиком и одним приемником, общими для всех каналов пучка. В многоствольных системах радиосвязи обычно несколько стволов (до 12–20) работают на одну антенну. Подробнее см. Справочник по радиоэлектронным системам. В 2 т. — М.: Издательство «Энергия», 1979. — Т. 1. — С. 258. — *Прим. сост.*

При выборе способа организации связи в системе было рассмотрено и оценено четыре способа организации связи с учетом длительности нахождения сигналов взаимодействия в эфире. Необходимо было организовать полностью автоматизированные соединения в многоканальной системе с набором вызываемых номеров, причем учесть дополнительную нагрузку, которую создает обмен сигналами взаимодействия на систему, что приводит к увеличению отказов в соединениях. Также при выборе способа организации связи учитывалось, что исходящих связей (от подвижных абонентов) обычно гораздо больше, чем входящих (60–70% к 40–30%).

Рассмотренные способы связи отличаются друг от друга организацией вызова во взаимодействии с каналами связи. Расчеты вероятности потерь вызова показали, что наилучшими в этом смысле характеристиками обладает способ, где любой свободный канал может быть вызывным. Этот способ и был применен при разработке алгоритма работы системы «Алтай-1».

В этом способе вызывными могут быть все свободные от связи каналы, которые обозначаются сигналом «свободно». В режиме дежурного приема все абонентские радиостанции (АРС) с помощью системы автоматического поиска вызывного канала (АПВК) переключаются по каналам с включенным анализатором сигнала «вызов».

При входящей связи с одного из свободных от связи каналов центральной станции снимается сигнал «свободно» и посылается сигнал «вызов» в сторону АРС. С помощью АПВК АРС находит этот канал, принимает сигнал «вызов», останавливается на нем, передает на ЦС команду «занято». Центральная станция принимает команду «занято» и снимает сигнал «свободно». АРС организует связь.

При исходящей связи абонент АРС снимает трубку, чем выключает анализатор сигнала «вызов» и включает анализатор сигнала «свободно». АРС с помощью АПСК находит первый канал, обозначенный сигналом «свободно», останавливается на нем и посылает сигнал «занято». На ЦС прием сигнала «занято» служит командой для снятия сигнала «свободно» с этого канала. АРС организует связь.

Отказы при организации связи любым способом происходят как при занятости вызывных каналов, так и при отсутствии свободных связных каналов. Подробный анализ показал, что при фиксированном суммарном времени занятия канала сигналами управления выбранный способ имеет максимальную по отношению к другим способам пропускную способность.

Следующим этапом стал выбор сигналов взаимодействия в радиоканале. Во время разработки «Алтая» еще не было микропроцессоров, цифровая техника только начинала находить свое главенствующее место в радиосвязи, поэтому было принято решение обмен сигналами взаимодействия вести тональными частотами, тем более что при проектировании системы возможно разнесение оборудования на значительные расстояния, а они могут соединяться между

собой обычными телефонными линиями для передачи стандартных для телефонии звуковых сигналов в диапазоне 300–3400 (или 3000) Гц.

В «Алтае» было решено в качестве сигналов взаимодействия в радиоканале использовать тональные частоты в диапазоне телефонного звукового сигнала. Для этого была разработана специальная сетка частот с шагом 34 Гц в диапазоне 1000–2400 Гц (от 1003 до 2397 Гц, всего 42 частоты), исключая интермодуляционные помехи (*подробнее см. приложение «Описание системы „Алтай-1“ в конце этого очерка»*).

Для генерирования и приема частот сигналов взаимодействия в устройствах передачи и приема было решено использовать электромеханические фильтры (ЭМФ). Следует отметить, что ЭМФ во всем диапазоне частот от 1003 до 2397 Гц для обеспечения уверенного приема и передачи должны были иметь довольно высокие параметры: на приеме обеспечить полосу пропускания не менее ± 7 Гц, а затухание на при расстройке на ± 34 Гц не менее 34 дБ. При использовании ЭМФ в генераторах отклонение частоты от номинала не должно было выходить за пределы ± 3 Гц. Специально была создана группа по разработке электромеханических фильтров на все 42 частоты (Ю. Снежко, Г. Филатов, Б. Морщак, М. Манеркин, В. Цымбалюк и др.). Эти фильтры были применены в автоматике абонентских устройств и центральной станции, а также в генераторном оборудовании разработки НИИ-56 и в блоках приемников разработки ВНИИС для коммутационного оборудования завода «Красная заря». Надо сказать, что разработанные ЭМФ, в дальнейшем модернизированные (в аппаратуре системы «Алтай-3М» взамен были разработаны малогабаритные пьезоэлектрические ЭМФ), нашли применение в большом количестве различных изделий.

На качество работы систем большое влияние оказывают флуктуации и замирания принимаемого сигнала, обусловленные соответственно многолучевым характером распространения радиоволн в условиях пересеченного городского ландшафта и экранирующим действием крупных строений, впадин, холмов и т. д. В значительной степени флуктуации принимаемого сигнала влияют на надежность передачи сигналов вызова.

К устройствам передачи и приема сигналов вызова предъявляются два противоречивых требования. С одной стороны, длительность сигналов вызова (сложность кода) должна быть такой, чтобы исключить ложное образование сигналов за счет воздействия помех. Помехами в данном случае являются речевые сигналы и шумы приемника, соизмеримые по величине с сигналами вызова. С другой стороны, флуктуации амплитуд принимаемого сигнала приводят к пропаданию сигналов вызова, и чем больше длительность сигнала вызова, тем вероятнее его дробление, а следовательно, и пропадание.

Для обеспечения высокой надежности установления связи время передачи каждой команды системы «Алтай-1» было установлено в 2–3 секунды. В этом

случае время набора с кнопочной тастатурой¹⁰ АРС телефонного номера из 6–7 цифр составляло 15–20 секунд, что было сопоставимо с временем набора обычным в то время телефонным аппаратом с дисковым номеронабирателем.

Многоканальные системы с равнодоступными каналами объединяют все центральные передатчики в одном передающем центре — центральной станции (ЦС). Так как при этом антенны передатчиков и приемников ЦС размещены достаточно близко, то за счет взаимных наводок выходных каскадов передатчиков и входных каскадов приемников возникают перекрестные помехи. Для ослабления таких помех была очевидна необходимость дополнительных мер. В системе «Алтай» для снижения внеполосных и перекрестных помех на выходах передатчиков предполагалось поставить высокочастотные фильтры в виде коаксиальных резонаторов. При установке антенн также принимались меры по увеличению затухания между ними.

Перекрестные помехи входных цепей приемника подвижной абонентской станции при одновременном воздействии на вход нескольких сигналов, лежащих в полосе пропускания ВЧ цепей приемника, могут быть особенно велики, когда абонентская радиостанция находится вблизи центральной станции. Такие помехи особенно опасны тем, что могут создавать ложные вызовы. Для устранения помех этого вида в системе «Алтай» выбран режим непрерывного излучения всех передатчиков ЦС с одинаковым уровнем сигнала. Сигнал каждого канала в этом случае подавляет перекрестную помеху. Кроме того, на ЦС используются антенны с диаграммой направленности в вертикальной плоскости, что позволяет значительно снизить уровень помех на входе приемников АРС. В обратном направлении, от АРС к центральной станции, для приемников ЦС условия приема могут быть хуже из-за нахождения передатчиков АРС во время ведения связи на разных расстояниях от ЦС, особенно, когда несколько АРС находятся вблизи антенн ЦС.

Наибольший вклад в разработку ТЗ на систему «Алтай-1» и, особенно, алгоритма работы системы внесли главный инженер ВНИИС Антон Петрович Биленко, главный конструктор от ВНИИС Леонид Николаевич Моргунов, главный конструктор от НИИ коммутационной техники Михаил Ильич Иоффе.

Во ВНИИС эта работа была поручена вновь созданному отделу во главе главным конструктором разработки Моргуновым Л. Н. В отделе были созданы

¹⁰ Тастатура — вообще говоря, синоним клавиатуры. Однако в русскоязычной технической литературе по традиции тастатурой называют именно телефонный кнопочный номеронабиратель — тот, что пришел на смену дисковому на телефонном аппарате. — *Прим. сост.*

две лаборатории: по разработке центральной базовой станции (ЦС) (начальник — У. Я. Ларшин) и по разработке абонентской радиостанции (АРС), (начальник — М. А. Герман). В лаборатории У. Я. Ларшина было две основные группы: группа передатчиков, которой руководил В. И. Игнатьев, в составе А. Лавлинского, Б. Хрыкина, В. Аленичева, и группа приемников, женский состав которой возглавлял К. П. Колпачев: О. Воинова, Л. Батурина, Л. Кушилкина. В 1963 году к ним примкнул Н. Юдин, а также группа по разработке блоков 2- и 5-частотных приемников (ПСВ-2 и ПСВ-5) для коммутационного оборудования системы: Н. П. Хорцев, Л. Короткова и др. В лаборатории М. А. Германа было три группы: группа передатчиков (руководитель — Д. И. Лопатин) в составе В. Сысоева и др.; группа приемников (руководитель — И. Н. Жуков) в составе И. Бурлыной, Г. Семиной, Л. Давидова, В. Новикова и др.; и группа автоматики (руководитель — Ю. П. Хорцев) в составе Н. Рудикова, Л. Рыбалко, В. Сулимова и др. С радистами работали конструкторы: по ЦС сектор В. Т. Быканова (Ю. Пьяных, А. Никодимов, Р. Солодухина, Г. Преображенская и др.) и по АРС сектор О. Д. Фомина (Л. Безрядин, В. Гришин, А. Ивашина, Л. Волошин, А. Сиволгин, В. Карпусь и др.).

В связи с тем, что я, автор этих строк, начал участвовать в работах по системе «Алтай-1» с 1 апреля 1965 года, как раз на этапе Государственных испытаний системы, поэтому прошу прощения у всех, кого забыл упомянуть, хотя я понимаю, что это не оправдание.

Подробное описание системы «Алтай-1» см. в одноименном приложении в конце этого очерка.

Первые опытные испытания системы «Алтай-1»

Для создания опытного района системы «Алтай-1» в Москве и проведения испытаний было выпущено специальное Постановление ЦК КПСС и Правительства СССР, по которому для размещения коммутационного, генераторного и стационарного радиооборудования были выделены и переданы головному институту ГСПИ помещения на 29, 30 и 31 этажах высотного здания на Котельнической набережной в Москве, а также определено место для установки станции линейной связи на трассе «Москва — Тула».

Были выделены 8 пар дуплексных частот (один ствол) для центральной станции, 2 пары — для линейной связи и 200 телефонных номеров Московской городской АТС. Для установки абонентских радиостанций (АРС) были выделены 30 новых автомобилей «Волга».



Установка пульта системы «Алтай» в кабине «Волги»

Главную роль в организации и проведении испытаний выполнял ГСПИ (главный конструктор — М. А. Шкуд, а также М. Н. Бирман, Г. З. Рубин, А. Х. Коновалов и др.). Для проведения первых стыковочных испытаний системы в 1962 — начале 1963 года разработчиками были изготовлены и размещены на шпильке высотного здания на Котельнической набережной антенны центральной станции (ЦС). Радиооборудование ЦС (2 стойки на 2 радиоканала) было размещено на 31 этаже, генераторное (одна стойка) и коммутационное (комплект блоков на 10 номеров АТС) оборудование — на 30 этаже. Антенны линейной связи — на мачте релейной станции на высоте около 40 метров, радиооборудование для линейной связи на один радиоканал было размещено в здании рядом с мачтой релейной станции. ВНИИС изготовил 3 абонентские радиостанции.

Целью испытаний была проверка работоспособности системы и аппаратуры в комплексе. Испытания показали правильность выбора алгоритма системы. Удалось организовать все виды связей: связь между АРС, автоматическую входящую и исходящую связь с телефонными абонентами АТС, организацию радиоконференций с помощью групповых (циркулярных) вызовов, организацию линейной связи в движении с передачей сигнала от АРС от одной центральной (базовой) станции на другую.

В процессе этих испытаний система «Алтай» впервые в мире продемонстрировала все виды подвижной автоматизированной радиосвязи, которые мы сейчас, спустя два десятилетия, называем «сотовой», не задумываясь, кто был «пионером» в этой области. Именно 1963 год — год рождения в нашей стране системы «Алтай», прообраза «сотовой» системы связи.



Установка приемопередатчика и блока питания в багажнике «Волги»

Выявились, конечно, некоторые неточности в алгоритме системы, но, главное, к этому времени во ВНИИС уже были большие наработки по абонентским станциям: разработаны функциональные элементы, в которых были размещены схемы усилителей высокой, промежуточной и низких частот, кварцевых генераторов и др., проработаны новые, более современные варианты конструкции АРС, с точки зрения монтажа, эргономики и дизайна. Поэтому комиссия приняла решение оставить аппаратуру системы в опытной эксплуатации в ГСПИ для набора статистики, определения тонких мест в алгоритме работы системы, а разработчикам устранить недостатки, выявленные в ходе испытаний. ВНИИС же должен был в 1964 — начале 1965 года изготовить с учетом наработок 30 АРС и представить их на Государственные испытания.

В начале 1965 года, после семилетнего участия в разработке и в организации серийного производства легендарной танковой радиостанции «Магнолия» Р-123, автор этих строк перешел в отдел разработок систем и аппаратуры народнохозяйственного назначения — конкретно, на устранение замечаний комиссии по результатам испытаний опытной партии аппаратуры системы «Алтай-1», доработку и подготовку к госиспытаниям абонентской радиостанции «Алтай-АРС-1». Когда в сложившийся коллектив приходит «варяг», то ему стараются дать неподдающийся в данный момент участок работы, а потом «спокойно» за ним наблюдают. Мне было поручено убрать в передатчике абонентской радиостанции искажения передаваемого сигнала, которые влияли на работу системы. Чтобы практически проверить любое изменение в конструкции АРС, нужно было почти полностью разобрать приемопередатчик (развинтить 22 винта и отсоединить 3 разъема), изменить схему, снова все свинтить, проверить и увидеть... опять не совсем приятный результат. Это повторялось не один раз в день. На второй месяц работы искажения были убраны, модулирующий сигнал на выходе передатчика стал «чистый», в системе прекратились сбои. Но зато потом при серийном производстве вопросов с модуляцией передатчика не возникало. Это была моя первая испытательная работа после перехода на ниву народного хозяйства.

Государственные испытания системы «Алтай 1»

В начале 1965 г. все разработчики устранили замечания комиссии по результатам испытаний в опытном районе, доработали и поставили в ГСПИ аппаратуру системы для организации госиспытаний. Полный комплект антенн был установлен на шпилье высотного здания на Котельнической набережной. Радиооборудование центральной (8 стоек на 8 радиоканалов) и линейной станций (2 стойки на 2 радиоканала) было размещено на 31 этаже, генераторное (одна стойка) и коммутационное (3 стойки на 200 номеров Московской ГАТС) оборудование — на 30 этаже, а пульта диспетчеров — на 29 этаже.

Для испытаний линейной связи радиооборудование линии связи было размещено: 2 стойки на 2 радиоканала на 30 этаже здания на Котельнической набережной и 2 стойки на 2 радиоканала в помещении релейной станции под городом Тула, а антенны ЛС — на мачте релейной станции на высоте около 40 метров. Монтаж антенн, оборудования и соединительных кроссов проводил ГСПИ с участием всех разработчиков.

ВНИИС изготовил и представил на Государственные испытания 30 штук новых АРС, 20 из которых были установлены на автомашины. Все автомобили имели номера «МУРовской» серии, то есть МВД, а водители — настоящие или бывшие работники спецслужб либо водители «больших государственных» людей. Часто постовые, видя необычные антенны на автомобилях, отдавали честь машинам во время испытаний.

Уже одна из первых установленных АРС кого-то заинтересовала! Водитель вышел перекусить на 15–20 минут, а когда вернулся, то машина была закрыта, а все оборудование АРС: приемопередатчик, пульт, блок питания, антенна, кабели, даже элементы крепления — все исчезло. Мы, зная, как сложно установить блоки АРС в салоне, багажнике, протянуть кабели, удивлялись, как быстро все было сработано. Прямо как в анекдоте: «Милиционер! Помогите, у меня мерседес угнали! — Видел, видел. Профессионально сработали!» Так как никто этой АРС для связи воспользоваться не мог (все связи отслеживались на коммутационном оборудовании), то разработчики решили, что это «иностраный промышленный шпионаж».



Антенны системы «Алтай» на шпиле дома на Котельнической набережной, г. Москва

Госиспытания были проведены летом 1965 года. Связь в Москве обеспечивалась внутри Окружной дороги практически везде, а по отдельным направлениям до 50–60 км. Конечно, были зоны «тени», например, район Битцевского парка, наиболее удаленный от Котельнической набережной и расположенный в низине. Даже когда центральную станцию установили на Останкинской телебашне, а антенны на высоте 330 метров, связь в районе Битцевского парка все равно была на пределе.

Конечно, при испытаниях возникали и не очень приятные моменты. Так, коммутационное оборудование никак не хотело без сбоев принимать от АРС одинаковые цифры подряд при быстром наборе номера: номер 202-66-55 принимало как 202-6-5. Автору вместе с Ларисой Васильевной Рыбалко поручили разобраться с этим вопросом. Оказалось, что «виновато» время нарастания и затухания колебаний электромеханических фильтров в АРС, генерирующих сигналы набора номера — для ускорения набора номера абоненты следующую кнопку нажимали как можно быстрее, без паузы, в результате не успевшие выключить сигнал фильтры генерировали колебания тоже без паузы, как одну цифру вместо двух. Недостаток убрали без увеличения времени послышки вызова: стали запирают выход генераторов набора номера во время начала набора номера на 0,3 с (то есть ввели незаметную для человека паузу), и вопрос был решен.

Когда включили в систему много (более 20) абонентских станций, то обнаружили, что каналы на коммутационном оборудовании стали «зависать», то есть исключаться из системы. И так же часто «зависала» и вся система. Оказывается, в какие-то моменты при окончании связи станция не посылая сигнал «отбой», который освобождал канал для следующей связи. Оказалось, что водители, хитрецы, тоже внесли свою лепту в систему тихим «рацпредложением»: чтобы не вставлять трубку в трубкодержатель по окончании сеанса связи, после чего посылался сигнал «отбой» и АРС была готова к организации следующей связи, они в целях экономии времени (на 3–4 с) в режиме переговоров выключали и включали питание АРС. Прежний канал «зависал», а АРС организовывала связь на новом канале. Пришлось в АРС ввести режим, по которому в случае выключения питания АРС в режиме переговоров автоматически посылался сигнал «отбой», канал освобождался, и только потом АРС выключалась. И «зависания» прекратились навсегда.

Уже в это время через систему «Алтай-1» был проведен первый мобильный репортаж «в прямом эфире» о встрече Фиделя Кастро в аэропорту и проезде его в Кремль. Вел репортаж известный политический обозреватель Юрий Валентинович Фокин, а в машине сопровождения ехали наши сотрудники О. Д. Фомин и В. С. Гришин.

В результате система «Алтай-1» обеспечила организацию и проведение всех видов связей по техническому заданию: исходящих и входящих соединений абонентов между собой и с абонентами городской и междугородней телефонных сетей, с диспетчерами, групповых вызовов, организацию линейной связи. Дальность связи с хорошим качеством связи по отдельным направлениям была до 50–60 км.

Государственная комиссия постановила: 1) принять ОКР «Алтай-1»; 2) рекомендовать аппаратуру системы к внедрению в серийное производство с дальнейшим вводом в эксплуатацию; 3) оставить опытные образцы системы в опытную эксплуатацию в ГСПИ, 4) передать 15–20 абонентских станций абонентам для эксплуатации.

Организация серийного выпуска и эксплуатации системы «Алтай-1»

Ленинградские заводы «Красная заря» и «Дальняя связь» организовали серийное производство коммутационного и генераторного оборудования на своих заводах. Хорошо, что у них была необходимая технологическая и производственная база, поэтому внедрение в серийное производство прошло без трудностей.

Радиооборудование и антенное хозяйство всех компонентов системы по приказу нашего Министерства должно было серийно выпускаться на строящемся Молодечненском заводе «Спутник» в Белоруссии, которому правительство республики передало корпус, строившийся для производства пряжи. Наш первый десант на завод (О. Д. Фомин и В. В. Гребенчиков — технолог) выяснил, что на заводе нет многих видов технологических процессов и производств, о чем и было доложено в Министерстве. И они были быстро включены в план развития завода.

Большое внимание становлению завода уделяло не только наше министерство, но и правительства СССР и Белоруссии в целом. Надо сказать, что внедрение радиоаппаратуры системы «Алтай-1» на Молодечненском заводе «Спутник» стало хорошей школой для роста квалификации специалистов воронежского Института связи, принимавших в этом участие. Ведь, по сути, завод родился и вырос на аппаратуре ВНИИС. Директор Константин Яковлевич Петров, главный технолог Вера Иосифовна Вигура, начальник ОТК Павел Сергеевич Копьев и др. специалисты неоднократно приезжали в Молодечно для решения ряда организационных и технических вопросов. Особенно хорошее взаимопонимание возникло, когда директором завода стал Иван Никитович Гуров, который, зная все узкие места производства, оказывал нам всяческое содействие при внедрении, иногда

даже вопреки мнению своих специалистов. Главным инженером завода был Вольдемар Мордухович Базелянский (по-простому — Владимир Михайлович), переведенный для укрепления из Оршанского завода «Красный Октябрь». При нем и был организован серийный выпуск оборудования и его поставка потребителям. К 1970 году главным инженером завода стал Рубен Аркадьевич Чубаров, с которым мы долгие годы внедряли все модификации наших изделий.

Конечно, при внедрении возникали спорные, даже курьезные ситуации, которые специалисты завода сразу решить не могли. Вот не настраивается фазовый модулятор передатчика ЦС. Поехал разбираться с этим вопросом сам автор схемы фазового модулятора начальник лаборатории У. Я. Ларшин. К великому сожалению, и он не смог его настроить, после чего руководство завода отправило в институт телеграмму с просьбой прислать более «компетентного» представителя для решения этого вопроса. Поехал инженер В. Аленичев из лаборатории Ларшина, который наловчился настраивать эти модуляторы у себя на рабочем месте без всяких трудностей — как у нас говорили, «строго на глаз». Приехав на завод, он в течение 10–15 минут настроил блок, чем удивил и специалистов завода, и самого Ларшина, который потом долго переживал свою неудачу.

В 1967–68 годах систему «Алтай-1» ввели в эксплуатацию, кроме Москвы, в Киеве, Воронеже, Ленинграде и Ташкенте. Самыми активными заказчиками и потребителями системы стали строители: в Воронеже — «Оргтехстрой-4», в Киеве — «Главкиевгорстрой». Поэтому некоторая часть абонентских станций была все-таки установлена не только у руководящих работников, но и на автомобилях производственного назначения: самосвалах, цементовозах и пр. Однако не все водители с большим энтузиазмом восприняли это новшество, так как теперь они были под постоянным контролем. После этого нам нередко стали привозить в ремонт АРС в цементном растворе, со следами ударов от кирпичей и другими вандальными разрушениями. Но руководство отреагировало немедленно и просто: АРС стали устанавливать в металлические ящики с замками, а ключ находился в эксплуатационной службе.

Часть АРС устанавливалась на машинах руководящих работников не только строительных организаций, но и городских, областных партийных и исполнительных комитетов. В Москве АРС стояли на машинах членов ЦК КПСС, Моссовета, маршалов и др. В Киеве АРС стояла у первого секретаря ЦК Украины Щербицкого. Служба эксплуатации в Киеве контролировала работу своих водителей и иногда записывала для контроля на магнитофон переговоры по эфиру. Однажды они записали страшный «разнос», как оказалось, устроенный Щербицким кому-то из руководителей города. Разнос был в такой грубой форме, что, во избежание неприятностей, разговор немедленно стерли.

Естественно, при эксплуатации систем «Алтай-1» во всех городах возникали негативные ситуации, которые могли привести к дискредитации системы. Поэтому по инициативе нашего главного инженера А. П. Биленко был выпущен Приказ министра промышленности средств связи о создании комиссии из разработчиков, представителей заводов-изготовителей аппаратуры системы и представителя Главка для обследования эксплуатационных служб. В основном, комиссии пришлось заниматься разъяснением принципов работы системы и аппаратуры, особенно коммутационного оборудования и абонентских станций. Но были и интересные моменты.

В Киеве часто стали перегорать выходные лампы передатчиков с выходной мощностью 50 Вт. Поэтому лампы приходилось менять буквально через несколько дней, а то и часов, непрерывной работы. Оказалось, что КСВ¹¹ антенн ЦС выходило за пределы нормы. Пришлось ГСПИ перенастраивать согласующие устройства антенн до величины КСВ 1,2–1,3, после чего передатчики стали работать устойчиво, без выхода ламп из строя. Во всех городах антенны перенастроили, и эту процедуру при вводе систем в эксплуатацию пришлось записать в инструкцию по эксплуатации, как одну из основных.

А в Ташкенте был вообще уникальный случай. Монтаж аппаратуры и запуск системы производился местными силами. Были постоянные жалобы на плохое качество связи, ложные вызовы и малую дальность связи, вплоть до сотен метров. Когда разобрались, у специалистов волосы, что называется, встали дыбом: антенные кабели были присоединены к разъему передатчика без разъема на антенном кабеле (разъемы были поставлены заводом, но их просто не распаяли), то есть зачистили кабель, центральную жилу вставили в разъем, а оплетку кабеля привязали к разъему проволокой, причем на некоторых каналах проводники оплетки замыкали на центральную жилу. Привели кабели в порядок, система стала работать устойчиво, а дальность связи сразу стала 70–80 км, учитывая ровную местность.

У истоков создания первой в мире многоканальной системы с равнодоступными каналами с автоматическим выходом в телефонную сеть общего пользования «Алтай-1» стояли все перечисленные в начале статьи предприятия, но основной вклад в разработку системных вопросов, алгоритма и сигнального кода системы «Алтай-1» внесли представители ВНИИС: главный инженер Антон Петрович Биленко и главный конструктор

¹¹ Коэффициент стоячей волны, КСВ (отношение наибольшего значения амплитуды напряженности электрического или магнитного поля стоячей волны в линии передачи к наименьшему) — аналог коэффициента полезного действия для антенно-фидерных устройств. В идеале КСВ = 1, в норме — примерно 1,3–1,5. — *Прим. сост.*

темы «Алтай-1» Леонид Николаевич Моргунов. Следует отдельно отметить их роль в решении системных и технических вопросов при разработке системы «Алтай-1», в инициировании перспективных решений при конструировании аппаратуры.



Абонентская радиостанция «Алтайчик»

Антон Петрович Биленко сам был инициатором нового и всегда поддерживал аналогичные предложения. С таким предложением в 1968 году разработать полностью на транзисторах перспективный образец абонентской станции «Алтай АС-1М» с объемом и весом в 5 раз меньше выпускаемой к нему обратилась инициативная группа (Л. Н. Моргунов, В. М. Кузьмин, М. А. Герман, О. Д. Фомин), и оно было принято. Работа выполнялась во внеурочное время, в субботние и воскресные дни. В разработке принимали также активное участие Л. В. Давидов и В. А. Новиков.

В АРС, которую называли «Алтайчик», для обеспечения высоких параметров применяли не только серийные комплектующие, но и опытные образцы, и иностранные компоненты, не разрешенные в то время для применения в народнохозяйственных изделиях. А так как в то время еще не было мощных отечественных транзисторов, то Биленко организовал нам получение 3-х штук импортных в Москве (причем один из них сгорел при первой же настройке УМ). При конструировании за основу был взят функционально-узловой метод с применением печатного монтажа. Весной 1969 г. образец «Алтайчика» был изготовлен, в Москве в опытном районе были проведены с представителями ГСПИ, МГТС и службы эксплуатации его испытания в действующей сети «Алтай-1». Результаты были положительные.

Антон Петрович Биленко, уроженец Украины, решил попробовать поставить «Алтайчик» на опытную эксплуатацию в Киеве, и не кому-нибудь, а Первому секретарю ЦК Компартии Украины Щербицкому. Мы приехали в Киев, провели испытания, даже с шоферами Щербицкого. У него была резиденция километров за 70 от Киева. Связь была хорошая, даже до 100 км. Однако выявились небольшие провалы в связи, и, несмотря на гораздо лучшие параметры и конструкцию «Алтайчика», Биленко решил не рисковать имиджем ВНИИС и не оставлять АРС в Киеве. Уже дома выяснили, что еще не научились четкому согласованию выходного каскада передатчика на транзисторе — ведь в запасе был всего один зарубежный транзистор.

Что дала эта инициативная работа? Во-первых, была показана возможность создания АРС в одной упаковке с высокими электрическими и объемно-весовыми параметрами. Во-вторых, она дала толчок для разработки и серийного освоения целого ряда новых компонентов, таких как мощные ВЧ-транзисторы, кварцевые фильтры, малошумящие ВЧ-транзисторы, миниатюрные электромеханические фильтры с пьезодатчиком, кварцевые резонаторы «Айва» и пр. Все это потом было использовано в последующих модернизациях АРС.



Моргунов Леонид Николаевич

Несколько слов про первого главного конструктора системы «Алтай» Леонида Николаевича Моргунова. Он стоял у истоков двух крупнейших систем связи — «Алтай» и «Кавказ»¹². Тогда приходилось решать сложные задачи теоретического характера, такие, как обеспечение непрерывности связи при переходе абонентской станции из зоны действия одной линейной радиостанции в другую, решение проблемы приема в «равносигнальной» зоне, когда на вход приемника АРС приходят сигналы от двух или более линейных (базовых) станций примерно одинакового уровня. Для решения этих проблем потребовалась разработка специального устройства — анализатора отношения «сигнал/шум» на входе приемника. И Л. Н. Моргунову пришлось изучить статистическую радиотехнику в таком объеме, что он овладел математическим аппаратом, в том числе специальными функциями, на уровне профессионального математика.

Последние годы своей жизни Леонид Николаевич посвятил исследованию возможностей разнесенного приема (по пространству, по поляризации, по компонентам электромагнитного поля) в технике подвижной радиосвязи, проработал вопросы обработки и сложения сигналов при разнесенном приеме, то есть уже в то время он исследовал вопросы, которые сейчас широко применяются в сотовых системах связи. К счастью, еще при жизни Моргунова многие результаты этих работ нашли практическую реализацию в разработанных ВНИИС системах связи. Однако безвременная и трагическая автокатастрофа в 1978 году забрала у нас этого талантливого инженера, ученого, человека. Осталась незавершенной и его докторская диссертация.

Развитие системы «Алтай»: система «Алтай-3»

Система «Алтай-1» была поставлена еще в несколько городов, но, учитывая, что в диапазоне 150 МГц для системы было выделено частот только на 2 ствола, дальнейшее ее развитие оказалось неперспективным. Для развития системы в диапазоне 330 МГц было выделено 188 частот с разносом между соседними каналами 25 кГц (на 22 ствола для центральной станции и 12 частот для линейной связи между центральными станциями). В 1970 году началась разработка системы «Алтай-3», которая коснулась в основном радиооборудования. Главным конструктором был назначен автор этих строк — В. М. Кузьмин, заместитель главного конструктора по конструктивной части О. Д. Фомин, с которым мы в течение многих лет работали бок о бок по созданию средств подвижной радиосвязи общего

¹² «Кавказ» — система специальной криптозащищенной радиотелефонной подвижной связи для высших государственных и военных структур. Одной из самых знаменитых ее составляющих является «ядерный чемоданчик» — система незамедлительного доведения до спецабонентов информации о ядерном нападении и ответной трансляции санкции на организацию ответных действий. Система «Кавказ» разрабатывалась с начала 1970-х годов, существует и развивается по сей день. — *Прим. сост.*

пользования. Коммутационное и генераторное оборудование осталось без изменения.

При переводе радиооборудования в диапазон 330 МГц с разносом между соседними каналами 25 кГц пришлось решать новые в то время вопросы повышения стабильности частоты и обеспечения избирательностей приемников с помощью впервые примененных в аппаратуре народнохозяйственного назначения кварцевых фильтров и более стабильных кварцев «Айва». Передатчики центральной и линейной станций так и остались выполненными на лампах. Конструкция стоек осталась такой же, как в «Алтае-1», однако количество стоек передатчиков удалось уменьшить почти в 2 раза: в одной стойке разместили оборудование на 2 канала, а вместо резервных передатчиков на каждый канал разработали специальную резервную стойку с двумя передатчиками, которая в режиме «горячего» резерва переключалась на любой из вышедших из строя каналов. Наибольшие изменения при разработке коснулись абонентских станций: впервые передатчик был выполнен полностью на отечественных транзисторах. Это позволило конструктивно разместить блок питания в приемопередатчике и уменьшить количество блоков абонентской станции. Пульт управления пока оставили без изменения (см. фото).



Абонентская радиостанция «Алтай АС-3»

В таком виде оборудование было внедрено в серийное производство на Молодечненском заводе «Спутник». «Алтай-3» сразу стал пользоваться большим спросом: в Москве были установлены центральные станции на 3

ствола, поставлены системы в Минск, Киев, Куйбышев, Воронеж, Белгород и другие города. Абонентские станции уже стали выпускаться сотнями в месяц. Однако конструкция пульта управления ввиду больших габаритов затрудняла его установку в салоне, особенно новых автомобилей. И коллектив разработчиков (Ю. Каниболоцкий, В. Елисеев, Л. Смирнова, С. Горкер) в инициативном порядке разработал вариант пульта, разделив его на 2 части: собственно пульт управления с тастатурой, микрофонной трубкой, разработанной по нашему ТЗ специально для применения в радиостанциях подвижной связи, органами включения и др., и блок автоматики (конструктивно в корпусе старого пульта управления, чтобы не делать новую оснастку). При этом из конструкции исключили сложный механический переключатель набора номера с электромагнитом.



«Алтай АС-3» с компактным пультом управления

Этот вариант с маленьким пультом, как сейчас магнитофоны для автомобилей, был очень хорошо встречен потребителями, и завод не испытывал недостатка в заказах. Эта АРС с небольшими изменениями серийно выпускалась более восьми лет, вплоть до Олимпиады-80.

«Алтай-3» в странах СЭВ

Одной из первых стран СЭВ, в которых ввели в эксплуатацию систему «Алтай», была Венгрия. В 1974 году ЦК КПСС и Правительство СССР к 30-

летию победы в Великой Отечественной войне и освобождению города Будапешта от фашистских захватчиков приняло решение о поставке и запуске системы «Алтай» в Венгрии для обслуживания правительственных органов. От нашего института для участия в монтаже, отладке и запуске системы был командирован Н. П. Юдин. Вот некоторые фрагменты из его воспоминаний:

«Перед поездкой в Венгрию была тщательно проверена (соответствующими органами) моя биография. Было собеседование в партийных органах, в том числе в отделе ЦК КПСС. Был дан инструктаж, как себя вести и даже какие русские слова не использовать в Венгрии, так как они созвучны с неприличными венгерскими словами.

Проект системы „Алтай“ для г. Будапешта был разработан ГСПИ (г. Москва). В монтаже системы участвовали специалисты из г. Молодечно — по абонентским станциям, из г. Белгород — по коммутационному и генераторному оборудованию, из ГСПИ — по антенно-фидерным устройствам и я — по центральной станции. Прилетел я в г. Будапешт, и бросилось в глаза: несмотря на упрощенный выход из зоны досмотра (по „зеленому проходу“ — запрещенных вещей у пассажиров нет) в здании аэровокзала и на улице патрулировали военные с автоматами. Мелькнула мысль: „А не произошел ли какой-то переворот?“ Позднее это оказалось обычным явлением — такие патрули встречались в городе, на станциях метро и т.д.

К моему приезду уже велся монтаж коммутационного и генераторного оборудования в помещении комитета госбезопасности. Центральная станция должна была располагаться на телебашне, расположенной за городом на горе. Кстати, телебашня в г. Будапешт похожа на нашу, Останкинскую, тоже из бетона, но высота в 2 раза ниже. Начал я свою работу с проверки прибывшего оборудования, эксплуатационной документации, ЗИПа, работоспособности приемников и передатчиков (на столе). Параллельно начал обучение специалистов. На первых же занятиях венгерские специалисты (в основном молодые люди) были крайне удивлены тому, что и передатчики, и приемники были построены на радиолампах.

В то время у них уже стояли на пробной эксплуатации подобные системы фирм Nokia, Marconi полностью на полупроводниковой элементной базе. Эти фирмы поставили центральное оборудование (в усеченном варианте) и по 2–3 абонентских радиостанции бесплатно при условии, что если системы их устроят, то потом продадут системы в полном составе.

Мне тогда пришлось убеждать, что эксплуатация изделий на радиолампах значительно проще. Поиск неисправностей и их устранение можно осуществлять практически без измерительных приборов. Если вышел из

строю какой-либо блок, то достаточно посмотреть все ли радиолампы „светятся“ (нить накала) и, если какая не „светится“, вытащить ее и поставить новую из ЗИПа (а в ЗИПе их было сотни штук). И все: блок работает. А большие никаких неисправностей не бывает.

В этом они убедились уже скоро. Передатчики фирмы Marconi уже через пару месяцев вышли из строя: сгорели мощные транзисторы, а в запасе нет, и фирма не захотела их продавать, да и цены их были на 1–2 порядка дороже ламп. Монтажные работы вели венгерские специалисты, работали, как мне показалось, очень медленно, но тщательно и аккуратно. Через 1,5 месяца монтаж был завершен. При «прозвонке» не было обнаружено ни одного неверного соединения.

В начале марта 1975 года приступили к проверке связи и построению зоны обслуживания системы. Результаты получились очень хорошие — практически перекрывалась вся территория Будапешта, а по отдельным направлениям удовлетворительная связь обеспечивалась до 60 км. И в конце марта система была сдана в эксплуатацию.

Нам устроили торжественный прием в Правительстве, выразили большую благодарность и вручили правительственные награды. Я был удостоен ордена „Служу Родине“ серебряной степени. Таким образом, к 30-летию Победы обещания правительства СССР были успешно выполнены.

После ввода в эксплуатацию мы еще месяц наблюдали за ходом работы системы и продолжали обучение. И что бросилось в глаза — сеансы связи абонентов были весьма короткие — 2–3 минуты. Нам это было непонятно. По опыту сдачи системы „Алтай“ в городах Киев или Воронеж в первые недели абоненты разговаривали по 10–20 минут. Причем разговор начинался: „Я вот еду в машине туда-то, а вот Вы сделайте, то-то и то-то“. Его абонент удивлялся: „Как едете в машине, а как же разговариваете со мной по телефону?“ и т. д.

В Венгрии такого не было. Как оказалось, у них уже в то время домашние телефоны оплачивались так: линия — абонентская плата и время разговора за каждую минуту, причем стоимость этих услуг была приличная. Поэтому у всех рядом с телефоном стояли песочные часы на две-три минуты. Это я видел, когда бывал в гостях, и мне было непонятно такое соседство, а потом переводчик объяснил. Так вот дисциплина телефонных переговоров у них была уже в „крови“, и краткость телефонных разговоров поддерживалась и на службе.

Через некоторое время аналогичный проект для тех же целей был разработан для Болгарии. Аппаратура системы „Алтай-3“ была установлена на самом высоком месте в Софии, на горе Витоша. Связь в сторону равнины была порядка 100 км».

Международная выставка «Связь-75»

В 1975 году впервые в СССР должна была состояться Международная выставка «Связь-75». Естественно, разработчики радиоаппаратуры не могли оставаться в стороне, потому что и до этого на аналогичных выставках за рубежом наша аппаратура вызвала интерес. И в 1974 году была начата работа по разработке экспонатов для «Связи-75». Мы и до этого инициативно проводили поисковые работы по созданию перспективных вариантов радиоаппаратуры для системы «Алтай-3», особенно абонентской радиостанции. Тем более, еще в 1973 году в рамках двухстороннего сотрудничества Совета Министров СССР и Народной республики Болгария создали Советско-болгарский конструкторский коллектив по разработке и изготовлению систем и аппаратуры подвижной радиосвязи для СССР и НРБ (главный конструктор — директор ВНИИС Константин Яковлевич Петров).



В. М. Кузьмин на выставке «Связь-75»

Первой совместной работой стала разработка радиостанции «Лён» для сельского хозяйства стран (главный конструктор — Кузьмин В. М., заместитель главного конструктора — Фомин О. Д. и Давидов Л. В.), основные схемно-конструктивные решения которой в это время уже были проработаны. Поэтому был создан коллектив и открыта тема «Связь-75» с

целью представить на выставке большой комплекс аппаратуры УКВ-радиосвязи во всех разрешенных диапазонах частот: 40, 150 и 330 МГц с высокой степенью унификации схемных и конструктивных решений. За короткое время был разработан целый ряд радиостанций для диспетчерских служб: «Лён» в диапазоне 40 МГц, «Маяк» в диапазоне 150 МГц и «Заря» в диапазоне 330 МГц. В этом ряду были представлены и образцы АРС «Алтай» обоих диапазонов (150 и 330 МГц) с совершенно новыми схемно-конструктивными решениями, которые в дальнейшем легли в основу при разработке АРС к Олимпиаде-80.

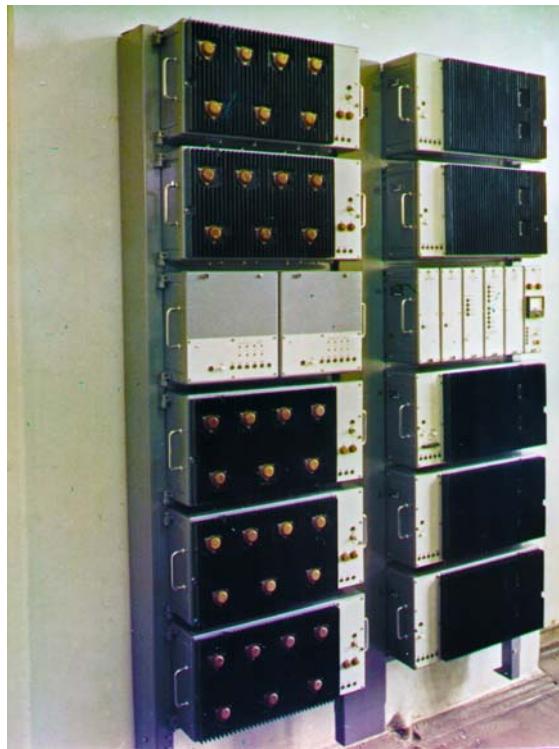
Сразу назову участников этой работы: кроме уже упомянутых, это Зубков В. И., Лукин И. И., Локшин В. И., Сердюков В. Г., Гвозденко В. И., Анисимова Л. Н., Комарова Т. А., Сонин Н. И., Бочаров Н. И., Коростелев В. П., Тарасова Г. В., Теньков В. Н. и др. Представленный комплекс УКВ-радиостанций пользовался большим вниманием посетителей, и не только отечественных. Следует отметить, что большинство экспонатов в дальнейшем были внедрены в серийное производство и выпускались в больших количествах. Например, радиостанция «Лён» производилась даже на 3-х заводах: на Молодечненском заводе «Спутник» было произведено и введено в эксплуатацию около 400 тыс. радиостанций, на Воронежском заводе «Электросигнал» — около 800 тыс., на болгарском заводе «Михаил Антонов» в г. Гоце Делчев изготовлено и поставлено в СССР около 500 тыс. радиостанций. Модернизированная к Олимпиаде-80 АРС «Алтай АС-3М» выпускалась около 15 лет.

Олимпиада-80 и система «Алтай-3М»

Когда Москва выиграла право на проведение летних Олимпийских игр 1980 года, то возник вопрос о проведении радиорепортажей с многих разбросанных по городу точек проведения соревнований и обеспечении организаторов соревнований подвижной радиотелефонной связью. Было принято решение применить для этого систему «Алтай-3», для чего провести модернизацию системы и оборудования с установкой центральной станции на Останкинской телебашне. Модернизированная система получила название «Алтай-3М» (главный конструктор — Кузьмин В. М.). Основная работа по модернизации коснулась всех видов оборудования в большей или меньшей степени.

Как у нас принято, для безусловного выполнения поставленной задачи был создан *штаб* по оперативному решению возникающих вопросов, заседания которого проводились каждый понедельник в Москве. В состав штаба входили заместители Министров Минпромсвязи И. И. Кобин и связи

В. И. Глинка, представители Главков обоих Министерств, главные конструкторы от разработчиков и заводов-изготовителей. Председательствовали по очереди заместители министров, явка была строго обязательна. На первом этапе работы в основном решались вопросы материального обеспечения разработки и дальнейших поставок оборудования заводами-изготовителями. Ближе к концу разработки и началу поставки оборудования в Минсвязи было организовано специальное управление по развитию и эксплуатации систем «Алтай-3М» во главе с начальником И. М. Пышкиным, который, правда, был больше увлечен своей преподавательской деятельностью и руководством аспирантами, а затем разработкой ранга пользователей АРС системы «Алтай-3М» (о чем далее). Затем на московской городской АТС было организовано спецуправление по монтажу, испытаниям и дальнейшей эксплуатации системы. Начальником был назначен Виктор Алексеевич Павлов. Вот с ним мы и прошли все этапы работы по вводу системы «Алтай-3М» в эксплуатацию в Москве и обеспечили связью проведение Олимпийских игр 80-го года.



Обновленная центральная станция «Алтай ЦС-3М»

В 1977–78 годах ВНИИС провел большую работу по коренной модернизации радиооборудования системы «Алтай-3М». С заводом «Электросигнал» была разработана новая центральная станция, полностью на транзисторах с учетом выходных каскадов усилителей мощности, с термокомпенсированными кварцевыми генераторами, с естественным воздушным охлаждением, меньшими габаритами и более высокими электрическими параметрами. С 1979 года завод «Электросигнал» начал серийно выпускать этот вариант ЦС. ВНИИС упростил схему ее антенно-фидерного устройства, исключив трудоемкие и дорогостоящие объемные резонаторы без ухудшения параметров системы.

ВНИИС разработал новый вариант абонентской станции («Алтай АС-3М») на базе макетных образцов, демонстрировавшихся на выставке «Связь-75» (см. фото). Это была уже современная станция с применением микросхем, отечественных мощных транзисторов, кварцевых фильтров, термокомпенсированных кварцевых генераторов, электромеханических фильтров с пьезодатчиками и пр. По объему и весу станция стала более чем в 5 раз меньше. Серийный выпуск был налажен совместно с КБ молодежненского завода «Спутник» на этом же заводе.



Абонентская радиостанция «Алтай АС-3М»

Коммутационное оборудование претерпело небольшие изменения в части повышения технических и эксплуатационных возможностей: так, в серию

был внедрен блок управления и сигнализации (БУС), который располагался у дежурного техника и позволял иметь полную картину работы центрального радиоборудования, а также возможность при необходимости отключать отдельные каналы, переключать аппаратуру на резервные блоки и пр. Генераторное оборудование практически не претерпело изменений, кроме усовершенствования генераторов сигналов взаимодействия.

В середине 1979 года была изготовлена головная партия аппаратуры для отладки системы (центральная станция на один ствол, коммутационное и генераторное оборудование и 20 абонентских станций). По всем электрическим параметрам оборудование системы «Алтай-3М» превосходило систему «Алтай-3», поэтому у разработчиков никаких опасений при первом включении системы не ожидалось. Учитывая еще и то, что впервые центральная станция устанавливалась на Останкинской телебашне в помещении на высоте 300 метров, а ее антенны на высоте 330 метров.

Однако... К Олимпиаде-80 для установки антенн на Останкинской телебашне ГСПИ разработал новую конструкцию и схему антенного хозяйства для центральной станции на 7 стволов из 256 антенных вибраторов, устанавливаемых вокруг телебашни. К июню 1979 года молодежненский завод изготовил все вибраторы и поставил их в Москву. Монтажники-высотники со специалистами ГСПИ смонтировали их на телебашне по новой схеме. Подключили антенны к центральной станции и поехали проверять качество и дальность связи. Сначала поехали к центру Москвы. Не успели отъехать на 3–4 км, как связь начала ухудшаться, а у театра Советской Армии (примерно 6 км) совсем прекратилась. Поехали в других направлениях — дальность связи те же 5–6 км. В течение нескольких дней проверяли центральную станцию (ЦС) и абонентские станции (АПС) по электрическим параметрам — все в нормах технических условий. Поехали опять проверять связь — результат тот же самый: 5–6 км.

Это я сейчас пишу так коротко, а на самом деле каждый день уже у нового начальника управления «Алтай» Минсвязи СССР И. М. Пышкина проходили самые настоящие разборки, в которых каждый пытался свалить вину на другого. В основном все пытались свалить на изготовителей радиоаппаратуры. Но ведь параметры ЦС и АПС соответствуют нормам ТУ! Кто еще может быть виноват? Изготовитель новых вибраторов антенн! И руководство Минсвязи приняло генеральское решение демонтировать вибраторы и отправить их на проверку на завод-изготовитель. Это, как сейчас бы сказали, «мало не покажется и дорогого стоит». Монтажники-высотники теперь уже демонтировали вибраторы, их отвезли в Молодечно. ОТК завода совместно со специалистами ГСПИ проверили их на соответствие нормам ТУ: параметры 254 вибраторов оказались в норме, а у 2-х по одному из параметров данные были на 2–3 % хуже. То есть, не надо было их демонтировать! Привезли их в Москву, монтажники-высотники вновь установили их по схеме ГСПИ, ЦС подключили к антеннам, и мы вновь поехали проверять связь. Опять прослезилась — дальность 5–6 км. А на перепроверке потеряли более 3-х месяцев!

Опять совещания, опять претензии Минсвязи к разработчикам Минпромсвязи. Дело уже дошло не только до замминистров, но и до самих Министров, головы уже должны лететь... Радисты предлагают проверить не теоретически, а практически диаграмму направленности антенны, но это тоже дорогое удовольствие, так как нужен вертолет для облета Останкинской телебашни с аппаратурой для измерений. ГСПИ говорит, что гарантирует расчетную диаграмму направленности, и плюс ко всему нет денег на эту работу. А дело стоит, уже и 1980 год дышит в спину.

Тогда в один из четвергов два «радиста — партизана — анархиста» В. М. Кузьмин и главный конструктор от молодежненского завода «Спутник» С. Е. Куклевский договорились со службой эксплуатации телебашни, их пустили к вибраторам (естественно с внутренней стороны), они подключили ЦС к одному, всего к одному, вибратору, и поехали проверять связь. Дальше 100 км мы не поехали, так как посчитали, что связи до 100 км будет достаточно. В пятницу мы с ним обсуждали наши предложения по изменению схемы антенного хозяйства, проконсультировались с нашими институтскими антенщиками и решили в понедельник на очередном совещании дать свои предложения: вместо 256 вибраторов оставить или 56, или, в крайнем случае, 112. Все специалисты, кто были, в комнате об этом слышали. Как обычно, на выходные все поехали домой. В понедельник главный инженер ГСПИ М. А. Шкуд предлагает новую схему антенного хозяйства, такую, как мы с Куклевским обсуждали в пятницу, чтобы предложить от себя, но уже без нашего участия. Конечно, сразу схему изменили, и до последнего своего времени «Алтай-3М» работал по этой схеме не только в Москве, но и во всех других городах страны. А когда позже разобрались, оказалось, что диаграмма направленности антенны была задрана в небо, поэтому и связь была в радиусе не более 5–6 км.

К 1980 году было поставлено в Москву оборудование для обновленной системы, в том числе более 200 абонентских станций. На Останкинской телебашне установили центральную станцию для 7 стволов. На ул. Яблочкова для службы «Алтай» было выделено вновь построенное здание под АТС, где разместили коммутационное и генераторное оборудование, пульты диспетчеров и сервисную службу для профилактики и ремонта оборудования и для установки абонентских станций на объекты. По заявке Олимпийского комитета на все прикрепленные автомобили и стационарные объекты были установлены абонентские станции. Система «Алтай-3М» была готова к Олимпиаде-80 в срок. В дальнейшем в Москве было установлено и эксплуатировалось оборудование системы на 17 стволов.

К олимпиаде Москву отмывали водой из шлангов под напором, как это было в послевоенное время. За месяц до начала всемирных соревнований нужно было получить специальный вызов, чтобы приехать в Москву не «за песнями», а по вопросам работы оборудования «Алтай-3М». Во время олимпиады система «Алтай» работала только на нее: все прямые репортажи велись по каналам «Алтая».

Но связь — она не знает, олимпиада сейчас или нет. Идут соревнования по конному кроссу в Битцевском парке, где связь всегда была не лучшего качества. Стоит «Волга» с антенной на крыше, и я (В. Кузьмин) слышу, как спортивный комментатор в машине ведет репортаж и извиняется за неважное качество связи. Я подошел, не просто подошел, а меня пропустили, так как у меня был специальный пропуск, попросил водителя сдвинуть машину на 10–20 сантиметров. Он сдвинул, и дальше репортаж пошел уже с хорошим качеством.

Олимпиада закончилась. Наша страна выиграла ее и в спортивном плане, и в плане технического обслуживания олимпиады тоже не ударили в грязь лицом! Организаторы соревнований, зарубежные гости, спортивные делегации, комментаторы, журналисты и все, кому пришлось пользоваться услугами радиотелефонов, остались довольны работой системы «Алтай-3М». Нас всех это очень порадовало, а больше всего были рады разработчики, участники подготовки аппаратуры к Олимпиаде-80, которые получили возможность немного отдохнуть и побыть дома, с семьей.



Автор очерка главный конструктор В. М. Кузьмин (слева) с бессменным заместителем главного конструктора по конструктивной части О. Д. Фоминым

Но позже был еще один приятный момент: в 1983 году, когда за разработку аппаратуры и подготовке ее к работе на Олимпиаде-80 зам. главного конструктора О. Д. Фомин и автор этих строк, главный конструктор В. М. Кузьмин были удостоены звания «лауреат Государственной премии СССР».

Казалось бы, можно и отдохнуть, но разработчики, особенно после такого успеха, не могли жить спокойно и поэтому продолжали модернизировать аппаратуру системы, в частности, абонентские радиостанции. Во-первых, СКБ молодежненского завода «Спутник» разработал свой вариант АРС, который был выпущен, правда, в малом количестве. Во-вторых, позднее ВНИИС на базе АРС системы «Волемот» создал абонентскую радиостанцию «Волемот АРС-А», которая представляла собой уже станцию с микропроцессором, с малым временем обработки сигналов взаимодействия и большим набором сервисных услуг. Серийно она выпускалась воронежским заводом «Электросигнал» и Сарепульским заводом им. Орджоникидзе вплоть до 2000 года.



Абонентская радиостанция «Волемот АРС»
(современное любительское фото с сайта
«Отечественная радиотехника 20 века»)

В Москве после олимпиады пошло бурное развитие системы «Алтай-3М»: было установлено и введено в эксплуатацию 17 стволов системы, услугами которой стали пользоваться городские службы скорой помощи, пожарные и

дорожные службы, правоохранительные органы, руководители многих министерств, ВПК, крупных предприятий и др., а также уже и просто жители города. После образования ОАО АСВТ (преемника службы эксплуатации системы «Алтай») во главе с генеральным директором Анастасией Петровной Оситис новое руководство стало применять зарубежные аналоги, естественно, с расширенными возможностями — а именно систему Actionet производства Nokia, Финляндия.

Система «Волемот»

Время идет, растут требования к подвижной связи. На Западе всюду ведется разработка сотовых систем и начинается их эксплуатация. У нас тоже имелись предложения по видению развития систем подвижной связи для народного хозяйства именно нашей страны — СССР. Автор в декабре 1985 года направил докладную записку с «Предложениями по проведению разработки модернизированной системы и аппаратуры „Алтай-3СМ“» (С — сотовая) многим адресатам: от всех заинтересованных руководителей ВНИИС до начальников нашего отраслевого Главка и Научно-технического управления Министерства промышленности средств связи СССР. В это время у нас в стране еще не было разрешения на пользование всеми гражданами страны услугами подвижной радиотелефонной связи, поэтому основной целью разработки системы модернизированной системы «Алтай-3СМ» и аппаратуры для нее стали:

- создание единой перспективной системы подвижной радиосвязи с увеличенным числом подвижных абонентов (по сравнению с системой «Алтай-3М») для обеспечения подвижных абонентов государственных и хозяйственных учреждений, организаций и предприятий радиосвязью между собой, а также с абонентами АТС и диспетчерами на территории вполне определенной административной области, края, республики с замкнутыми административными, экономическими и хозяйственными отношениями для повышения эффективности управления и производства, производительности труда, улучшения работы аварийно-технических служб и др.;
- создание новой перспективной системы и аппаратуры на современном техническом уровне, обеспечивающих максимальное использование радиоканала (нашего невидимого золотого фонда) и предлагающих большие возможности потребителю в организации соединений и удобстве пользования;

- обеспечение стыковки аппаратуры перспективной модернизированной системы с существующими (довольно слабо развитыми) и перспективными телефонными сетями связи;
- введение перспективных технических, эксплуатационных и сервисных решений в систему и аппаратуру.

При создании системы учитывалось, что она должна будет выпускаться не менее, чем до 2000 года.

Конечно, «Предложения...» вызвали интерес, но планы на следующие годы были уже сверстаны, организацией работы заниматься никто не стал, а предложили мне самому найти соисполнителей системы и уже с конкретными планами и сроками рассмотреть возможность финансирования этой разработки.

Работы на поприще разработок систем и аппаратуры для народного хозяйства от разработок по специальной тематике отличались отсутствием планомерного долгосрочного финансирования, финансированием по так называемому «остаточному» принципу, что отрицательно сказывается на создании постоянного, крепкого и заинтересованного коллектива разработчиков. В этом случае в сплочении коллектива важно, чтобы целью разработки было не только что-то важное и нужное, но и интересное в плане и идеи, и разработки, и схемотехники, и конструирования, и перспектив в эксплуатации. В поиске и создании коллектива, источников финансирования, заказчиков и прошла первая стадия разработки новой системы.

Сложности начались с поиска разработчика коммутационного оборудования (КО). Прошло несколько лет, пока я на большом совещании по созданию перспективной системы сухопутной подвижной связи общего пользования не выступил с сообщением о системе «Алтай-ЗСМ» и не посетовал на то, что все готово для разработки, но не можем найти разработчика коммутационного оборудования. Ко мне подошел один из присутствовавших на совещании, задал несколько вопросов, после чего сказал, что он готов взяться за разработку КО. Это был Гинзбург Виктор Миронович, начальник отдела Ленинградского научно-производственного объединения «Красная Заря». Он работал по этой тематике, и у него были большие наработки по темам «Кавказ». Так у нас, наконец, сложился коллектив разработчиков, и началась работа.

Следует особо отметить, что начало разработки, разработка, изготовление первой партии аппаратуры, а также ввод в эксплуатацию первой системы «Волемот» (о названии системы будет сказано ниже) — все эти стадии работ совпали с развалом Советского Союза, жесточайшим кризисом 1992 года, «дикой» приватизацией и развалом планового хозяйства и промышленности вновь образованной Российской Федерации. И в это время разработка была

закончена в срок: в 1993 году первая система «Волемот» уже заработала в г. Уссурийск Приморского края. Надо сказать, что эта первая система уже была установлена и введена в эксплуатацию за счет частного инвестора.

В это тяжелое смутное время нам оказал большую и моральную, и материальную помощь Василий Иванович Борисов, директор Воронежского НИИ связи, который проникся идеей создания такой системы, и в дальнейшем даже изготовил во ВНИИС и сдавал в лизинг базовые станции, за которые мы рассчитывались по мере ввода в эксплуатацию систем.

В годы перестройки многие предприятия были варварски разрушены и перестали существовать, или стали использоваться не по профилю (под склады, офисы, торговые центры и т. д.). Следует отметить, что директор ВНИИС Борисов В. И. в этой сложной ситуации (когда по несколько месяцев коллективу института не платили зарплату) сумел сохранить институт, его количественный состав, научно-технический потенциал, увеличить объем заказов и обеспечить коллективу возможность создавать конкурентоспособную технику, сохранив социальную структуру предприятия.



Борисов Василий Иванович

Борисов Василий Иванович (р. 1939 г.), уроженец Воронежской области, в 1962 г. окончил физический факультет Воронежского государственного университета и был направлен на работу в Воронежский НИИ связи, которому и посвятил свою жизнь: за время работы прошел трудовой путь от инженера до директора института, генерального директора ОАО «Концерн „Созвездие“», генерального конструктора по системам и средствам сухопутной связи, главный конструктор систем связи для РВСН «Трал», главный конструктор полевых радиоцентров ОСЗУ и СЗУ «Антей», главный конструктор целого ряда автоматизированных систем и средств радиосвязи для различных заказывающих управлений (Управление РЭП, Управление связи МО, ФСБ, ФАПСИ и др.), а также разработок в интересах министерств и ведомств по народно-хозяйственной тематике. Доктор технических наук, профессор. Член-корреспондент Российской академии наук. Автор 12 монографий, более 150 научных работ, имеет 25 авторских свидетельств на изобретения. В настоящее время Борисов В. И. продолжает работать в качестве заместителя генерального директора ООО «Концерн „Созвездие“».

В таких условиях проходила разработка. Началось, как говорится, с малого: подготовки технического задания к утверждению (для получения финансирования) и утверждения алгоритма работы системы (сигнального кода). Решили провести это мероприятие в Москве ускоренным темпом. В столице нам предоставили гостиницу в виде трехкомнатной квартиры, и мы решили повести наши дебаты, примерно, как в Ватикане выбирают папу: не выходить из квартиры (из квартиры посылали только гонца за едой для поправки нашего ослабленного дебатами здоровья) до тех пор, пока окончательно не подготовим оба документа. С ТЗ справились довольно быстро, а с алгоритмом работы пришлось разбираться более тщательно — ведь это была основа всей системы. По просьбе разработчика коммутационного оборудования немного упростили его функции, но это не повлияло на основу работы системы.

Последним решением нашего совещания было согласование названия системы, и все сошлись на мнении, поддержав предложение В. М. Гинзбурга, назвать систему «ВОЛЕМОТ» по аббревиатуре городов, представители которых принимали участие в дебатах:

- Волемот — ВНИИС, г. Воронеж. Системные вопросы, алгоритм работы системы, радиооборудование и АФУ, главный конструктор — В. М. Кузьмин, заместители: С. Ю. Дьяков, Л. И. Шибитов, О. Д. Фомин, Д. Н. Валиев. Большое участие в разработке и вводе в эксплуатацию принимали А. В. Глушенко, С. П. Охрименко, И. А. Федулов, В. Н. Грибовский, В. И. Локшин, Т. С. Пьяных, Ю. Н. Каниболоцкий и др.;
- Волемот — ЛНПО «Красная заря», г. Ленинград (коммутационное оборудование, главный конструктор — В. М. Гинзбург, заместитель — О. Н. Карышева, Г. К. Филановский и др.);

- ВолеМОт — завод «Спутник», г. Молодечно (участие в разработке радиооборудования);
- ВолемоТ — КБ Тернопольского радиозавода, г. Тернополь (участие в решении системных вопросов).

Особенности системы «Волемот»

«Волемот» — это территориальная децентрализованная радиально-зонавая система подвижной радиотелефонной связи общего пользования (ЗСПР); система, в которой «зоны» обслуживаются передатчиками базовых станций с большой мощностью и большими радиусами зон обслуживания, устанавливаемыми в центре региона с большой концентрацией населения и народнохозяйственных предприятий. В отличие от своего западного аналога, получившего название «сотовой» системы связи, система подвижной радиосвязи общего пользования «Волемот» ориентирована не на крупные города и густонаселенные регионы, а на типичную демографическую структуру нашей страны, характеризующуюся сравнительно малой плотностью населения и неравномерным его распределением.

География основных административных областей нашей страны следующая: республиканский, краевой или областной центр (город), который связан телефонной сетью с районными центрами, расположенными от центра и между собой на расстоянии в среднем 20–60 км. В центре и райцентрах, составляющих до 5–10% от всей площади административной области, сосредоточено до 80–90% его населения, предприятий и учреждений. Поэтому для организации территориальной подвижной радиотелефонной связи необходимо обеспечить связью в первую очередь центр, райцентры и линейную связь вдоль дорог. Области в основном телефонизированы, включены в сеть единой автоматической телефонной связи. Причем степень телефонизации, как правило, ограничена более менее удовлетворительным уровнем телефонизации областного и районных центров и относительно крупных населенных пунктов, не носящих статус райцентра, но развившихся на базе промышленных предприятий, центров горно-добывающей промышленности и т. п.

Для условий нашей страны ЗСПР «Волемот», обеспечивающая абонентам практически те же услуги и удобства связи, что и «сотовые» системы, обладала рядом преимуществ перед ними в силу своих технических параметров, выбранных применительно к условиям нашей страны:

- низкая стоимость оборудования и капитальных затрат (в 5–10 раз меньше по сравнению с оборудованием «сотовых» систем);

- возможность обеспечения эксплуатации системы при относительно слабо развитых телефонных сетях, построенных на АТС электромеханических систем;
- легкий монтаж системы и низкие эксплуатационные расходы;
- обеспечение связью не только густонаселенных районов, но и большей части сельской местности (до 90%), в том числе и труднодоступных районов;
- возможность получения прибыли уже при количестве мобильных абонентов 1–2 тыс. и более (в «сотовых» системах — при 20–40 тыс. абонентов при одинаковой величине абонентской платы);
- малое число соединительных линий между оборудованием центральной и периферийными зонами обслуживания, так как все местные связи организуются непосредственно через оборудование и телефонную связь зоны нахождения абонентов без выхода на центральное оборудование.

Система «Волемот» позволяла удовлетворять потребности в радиотелефонной подвижной связи большинства областей страны, включая города (областные центры) с численностью населения до 500–1000 тыс. человек. Систему было целесообразно также использовать для организации ведомственной подвижной радиотелефонной связи крупных народно-хозяйственных предприятий, горнорудных, транспортных и пр.

Принципы построения системы «Волемот» и ее основные функциональные возможности приведены в *приложении «Система „Волемот“» в конце этого очерка.*

Система «Волемот» эксплуатируется до настоящего времени. Было введено в эксплуатацию порядка 15 центральных станций, в частности, в Уссурийске, Воронеже, Владивостоке, Самаре и других городах. В Воронеже система работала по 2004 год. Эксплуатировало систему специально созданное ООО «Транксвязь» (директор — Пенкина Алевтина Сергеевна). Во многом большую помощь оказали воронежский завод «Электросигнал» (директор — Потапов Николай Александрович), «Воронежсвязьинформ» (генеральный директор — Хаустович Александр Владимирович) и Воронежский НИИ связи (директор — Борисов Василий Иванович). Базовую станцию разместили на 9-м этаже производственного корпуса ВНИИС, антенное оборудование на его крыше, а коммутационный узел на АТС-33. Система покрывала связью весь город и близлежащие районы, в отдельных направлениях дальность связи доходила до 50 км. Стоит отметить команду, которая около 10 лет обеспечивала работу системы, текущий ремонт оборудования, установку абонентских станций, работу с клиентами, вспомогательные работы по материальному обеспечению и хозяйственно-

организационным вопросам: С. Ю. Дьяков, А. В. Глущенко, И. А. Федулов, В. И., Н. Г. и В. Г. Ерещенко, П. И. Гальченко, Л. Н. Ситникова, Т. И. Татаринцева, И. В. Юрченко, Ю. Л. Антонов, А. Н. Папченков. Конечно, системы «Алтай» и «Волемот» в дальнейшем получили развитие и совершенствование применением и отечественных новых элементов оборудования, и зарубежной аппаратуры.

Отдельно хочу рассказать об одном очень интересном человеке, с которым нас свела судьба в середине 1990-х годов на испытаниях системы «Гранит» для нужд МО РФ, Светловым Виктором Николаевичем. Аппаратуру на испытания представил и ВНИИС, и ООО «Леско», директором которого и был Светлов В.Н. Знакомство закончилось тем, что мы стали сотрудничать и помогать друг другу в решении пусть небольших, но очень важных для каждого из нас вопросов. В то время «Леско» в основном занимался созданием электронных коммутаторов, что очень было востребовано для применения в «Алтае» и «Волемоте» вместо штатного громоздкого комплекта коммутационного оборудования. И Виктор Николаевич со своим коллективом разработал, поставил и ввел в эксплуатацию коммутатор для системы «Волемот» с гораздо более широкими возможностями и меньшими габаритами (в объеме компьютера) и абонентскую радиостанцию.

Позднее В. Н. Светлов в развитие системы «Алтай» поставил систему МРТ 1327 в масштабах Воронежской области, причем все оборудование, в том числе и радиооборудование, своего производства, ООО «Леско». Надо отметить, что всю свою аппаратуру коллектив В. Н. Светлова целенаправленно разрабатывал не просто на высоком современном уровне, а на высоком перспективном мировом уровне. И я считаю, что наше сотрудничество продвинуло творческую мысль и коллектив нашего отдела, да и всех разработчиков института, ознакомившихся с работами коллектива В. Н. Светлова, убедило их в возможности создания и производства перспективной отечественной аппаратуры. Последней нашей совместной работой в начале 2000-х годов, в которой участвовали ОАО «Телеком» (головной) и Борисоглебский приборостроительный завод (по производству АТС), была разработка системы подвижной радиотелефонной связи, изготовление, поставка и ввод в эксплуатацию аппаратуры для обеспечения связью всех городов, райцентров, сёл и даже последнего аула в горах Республики Дагестан, что и было успешно завершено. Сейчас «Леско» — это могучее ЗАО «Сетевые технологии» по разработке и производству систем и аппаратуры радиотелефонной связи для многих гражданских заказчиков и силовых структур (генеральный директор — В. Н. Светлов, заместители — Хвостов Леонид Яковлевич и Михальченко Михаил Викторович). В 2012 году фирма выпустила самый маленький в мире персональный компьютер Raydget SlimBox.



Абонентская станция «АРС-Леско»

Значение систем «Алтай» и «Волемот»

Что же дала разработка системы «Алтай»? На базе ее решений разработано и эксплуатировалось или эксплуатируется много систем, таких как: «Кавказ-4 и

б» (главный конструктор — Л. Н. Моргунов), «Колос» и «Заря-4» (главный конструктор — В. М. Кузьмин), «Дублер-РТФ» (главный конструктор — С. С. Ференец) и др. Последней работой, которая развивала зону использования системы «Алтай-3М», была разработка радиально-зонавой системы «Волемот» (главный конструктор — В. М. Кузьмин), которая уже была сотовой системой с сотами с большим радиусом обслуживания.

Но почему у нас в стране не удалось развить систему «Алтай» так, как быстро развивались подобные системы за рубежом? Наверно потому, что всем желающим гражданам нашей страны в то время не то что радиотелефон, но и обычный телефон был не положен. Пользователями системы «Алтай» в основном были номенклатурные работники партийных и хозяйственных государственных органов, руководители научных и производственных предприятий, представители спецслужб и другие чиновники. Ведь даже после организации в Минсвязи СССР специального управления по развитию и эксплуатации системы «Алтай» начальник управления И. М. Пышкин занимался в основном не вопросами организации развития системы, а разработкой таблицы ранга пользователей АРС: верхний уровень — автоматические соединения вплоть до международных, ниже — автоматические междугородные соединения, далее — только городские соединения, потом выход в город только через диспетчера, и самая низкая градация — соединение АРС только с другой АРС. И выписывал в Москве на каждого абонента АРС соответствующий разрешительный талон! О каком развитии могла идти речь! Вот действительная причина нашего отставания в развитии систем общего пользования. А это провоцировало и отставание в разработке новых технических решений, БИС и микропроцессоров и др. А добило наше отставание разрешение тех же вышестоящих организаций на массовое внедрение у нас в России зарубежных сотовых систем, из-за которого мы упустили преимущества в работах по сотовой связи третьего поколения.

Ситуация резко ухудшилась в 1990-х годах в связи с экономическим кризисом в России, отсутствием поддержки отечественных производителей со стороны государства, открытием рынка для зарубежных поставщиков оборудования радиосвязи. В результате мы не смогли занять место на рынке оборудования систем сотовой связи первых трех поколений.

Однако системы «Алтай» эксплуатируются еще до сего времени, то есть более 40 лет! В Воронеже система «Алтай» работала 45 лет, была снята с эксплуатации 1 января 2013 года. За все время системой «Алтай» было оснащено более 200 городов и населенных пунктов, установлено аппаратуры более чем на 250 стволы. Было выпущено и введено в эксплуатацию более 40 000 радиостанций АРС различных модификаций.

Можем с полным правом и уверенностью гордиться и сказать, что наша Родина является родителем мобильных телефонных систем, из которых выросла современная сотовая связь. В 1963 году, когда на Западе еще только начинались работы по проектированию, в Москве уже работала система «Алтай» с радиальной зоной обслуживания и линейной связью, где были заложены основы всех современных радиотелефонных систем с равнодоступными радиоканалами, с автоматическим выходом в АТС и с обеспечением непрерывности связи при переходе из одной зоны в другую.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Описание системы «Алтай-1»

Многоканальная система радиосвязи «Алтай-1» является централизованной системой дуплексной УКВ радиотелефонной связи, обеспечивающей связь с подвижными абонентами в городах (радиальная связь) и на транспортных магистралях (линейная связь) в выделенном диапазоне частот 150–175 МГц. Система должна обеспечивать связь в городе в радиусе 30–50 км при высоте антенны центральной станции не менее 50 м. Дальность связи в каждом конкретном случае зависит от многих факторов и подлежит расчету.

Система «Алтай» позволяет перейти от ведомственных систем подвижной связи с малым количеством абонентов к крупной междуведомственной системе подвижной связи с равнодоступными каналами. В ней набором необходимого номера обеспечиваются автоматические соединения: подвижного абонента с другим подвижным абонентом, с абонентом городской автоматической телефонной сети (ГАТС), с диспетчером своего ведомства, с центральным диспетчером и дежурным техником центральной станции, и наоборот — диспетчера с группой абонентов (циркулярная связь). Возможен выход подвижного абонента системы «Алтай» в междугородную телефонную сеть автоматически, а для ведомственных абонентов через ведомственного диспетчера. С помощью специальной приставки по каналу системы «Алтай» можно вести передачу телеграфных сигналов.

Центральная станция «Алтай-1» состоит из антенно-фидерного устройства; радиооборудования центральной радиостанции системы (ЦС), низкочастотного коммутационного (КО) и генераторного (ГО) оборудования, комплекта центрального диспетчера и комплекта дежурного техника. Все оборудование может устанавливаться в одном общем зале либо в разных помещениях одного здания. Высокочастотное оборудование при необходимости может устанавливаться отдельно от низкочастотного и соединяться с ним кабелем.

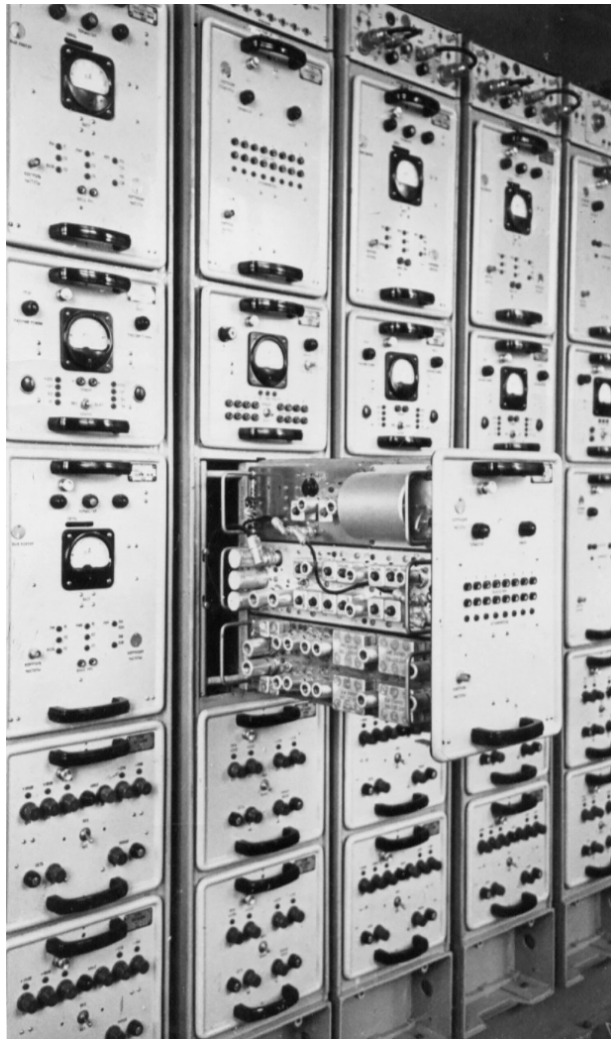
Для обеспечения автоматического соединения АС с абонентами городской АТС (ГАТС) и наоборот КО каждой системы имеет входящие и исходящие соединительные линии с ГАТС. Входящие включаются в ГАТС на правах учрежденческой АТС, а исходящие — на правах абонентов. Количество ведомственных диспетчерских пунктов, которое можно включить в ЦС (I ствол), достигает 18.

Оборудование системы «Алтай-1»

Для системы «Алтай-1» было выделено в диапазоне 150–175 МГц 16 пар дуплексных частот с дуплексным разносом между каналами приема и передачи 24 МГц с мощностью, подводимой к антеннам от каждого передатчика центральной (базовой) радиостанции 30–50 Вт и от абонентской радиостанции не более 10 Вт. Разнос между соседними каналами составлял 50 кГц. В институте этот диапазон не был освоен ранее.

Антенно-фидерное устройство (АФУ) системы «Алтай-1» предназначено для обеспечения одновременной работы всех видов радиооборудования ЦС: восьми основных передатчиков, двух резервных передатчиков и приемников ствола на одну или две (в зависимости от выбранной схемы подключения радиооборудования) приемопередающие антенны с волновым сопротивлением 75 Ом. Схема построения антенно-фидерного тракта каждого ствола определяется при конкретном его проектировании. Разработчиком АФУ являлся Московский государственный специализированный проектный институт (ГСПИ), который имел большой опыт разработки АФУ для различных заказчиков. Главный конструктор от ГСПИ — М. А. Шкуд, руководитель проекта Г. З. Рубин, разработчики: Н. Б. Аблин, С. А. Колканова и др.

Сначала рассматривался основной вариант АФУ для подключения оборудования всех восьми каналов ствола к одной антенне. Однако оказалось, что в этом варианте АФУ слишком большие невосполнимые потери в тракте передачи: в сумме набирается потеря мощности каждого передатчика около 12 дБ (то есть ослабление сигнала в 6–8 раз). Поэтому в дальнейшем в качестве основного варианта для каждого ствола была выбрана схема АФУ с 2-мя комплектами антенн, каждый из которых работает на 4 радиоканала передачи. Это повысило и надежность работы оборудования системы. Каждый комплект антенн имеет в горизонтальной плоскости диаграмму направленности в виде «восьмерки». Учитывая, что комплекты антенн одного ствола сдвинуты один относительно другого на 90 градусов, получаем с учетом всевозможных переотражений практически круговую диаграмму направленности.



Стойки центральной станции. Стойка приемников с выдвинутым блоком

Центральная (базовая) станция ЦС для радиального варианта системы. Разработчик — Воронежский НИИ связи. В то время все стационарное оборудование было разработано на электронных лампах. В состав оборудования ствола входило 8 стоек передатчиков. В каждой стойке размещалось оборудование на один канал: два блока передатчика (основной и резервный), блок защиты, блок резервирования и 2 блока питания. Передатчик состоит из высокочастотного возбуждателя с термостатом для обеспечения необходимой стабильности частоты передатчика, модулятора, усилителя низкой частоты, умножителей частоты и усилителя мощности.

Блок защиты служит для включения передатчика после предварительного прогрева ламп входных каскадов для повышения срока их службы, контролирует уровень его выходной мощности и обеспечивает отключение передатчика при понижении выходной мощности ниже 10 Вт. Блок резервирования служит для отключения неисправного передатчика, включения резервного передатчика на общую антенну и коммутации низкочастотных входов передатчиков.

Стойка приемников ствола содержит два блока 8-канальных приемников, два блока питания и блок автовыбора. Приемники ЦС построены по супергетеродинной схеме с двойным преобразованием частоты с кварцевой стабилизацией. Особенностью схемы приемника ЦС является разработка приемника не совсем по традиционной схеме, а именно: выбор схемы общего группового тракта для всех восьми каналов ствола — тракта УВЧ, 1-го смесителя и первой промежуточной частоты. Разделение же каналов (через 50 кГц) происходит во 2-м смесителе, для чего специально была разработана гребенка фильтров сосредоточенной селекции на вторую промежуточную частоту с шагом 50 кГц.

В случае использования на ЦС сдвоенного приема работают оба блока приемников. Выбор сигнала с наилучшим отношением сигнал/шум производится блоком автовыбора. При работе без автовыбора один из блоков приемника является резервным. По электрическим параметрам приемники и передатчики соответствовали следующим нормам: мощность передатчика — 30–50 Вт, максимальная девиация частоты — 10 кГц, чувствительность приемника — 1,5 мкВ.

Линейная станция «Алтай-ЛС» (в современном понимании — это обычная базовая станция, соединенная с коммутационным оборудованием, которое включает её в работу на конкретном канале при получении от неё сигнала лучшего качества, чем от центральной станции) состоит из двухканального приемника и двух одноканальных передатчиков с дистанционным управлением по телефонным каналам связи с пункта управления системой; сигналы управления посылаются в форме одно- и двухчастотных посылок.

Конструктивно и схемотехнически линейная станция идентична оборудованию центральной станции, но выполняется на меньшее число радиоканалов (два). Состоит из двух стоек передатчиков, одной двухканальной стойки приемников, и комплектуется дополнительными устройствами: дешифратором сигналов дистанционного управления, гетеродинным смесителем для дистанционной проверки исправности радиостанции и др.

Коммутационное оборудование системы «Алтай-1» (КО) разрабатывал ленинградский завод «Красная заря» (с 1972 года — НИИ коммутационной

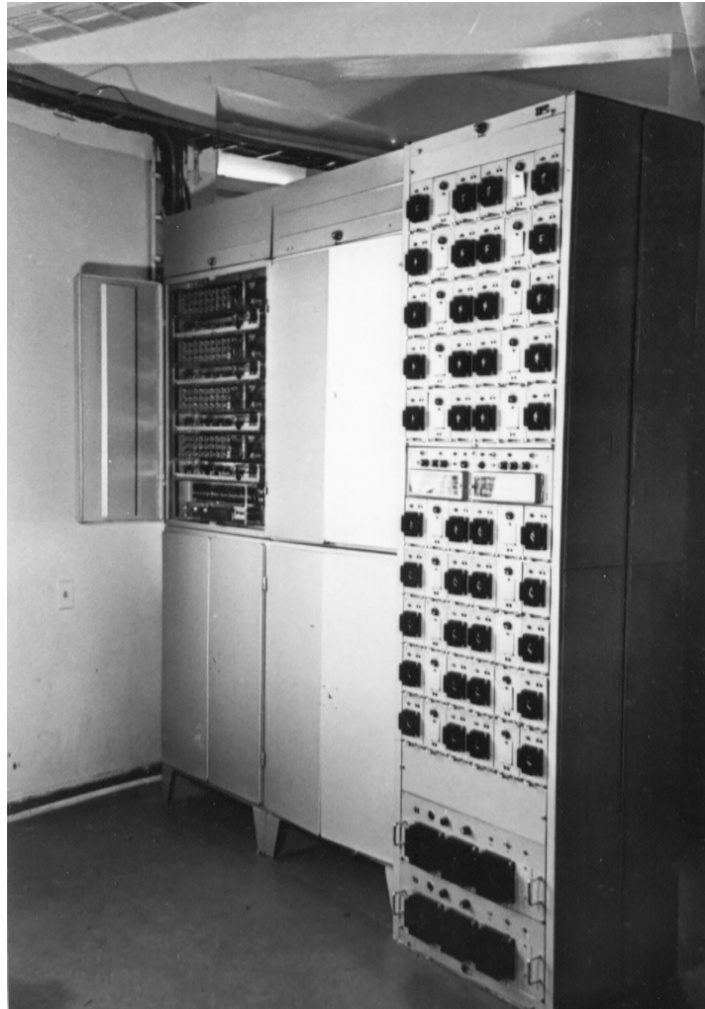
техники, главный конструктор М. И. Иоффе). КО должно было обеспечить все необходимые виды связей в системе путем приема, преобразования и передачи команд и сигналов от подвижных абонентов АРС через ЦС, от ГО системы, телефонных абонентов ГАТС и диспетчерских пунктов. КО должно обеспечить следующие основные виды связи:

- абонентов абонентских радиостанций (АРС) автоматической исходящей связью путем набора соответствующего номера с абонентами ГАТС, с диспетчерскими пунктами, с другими АРС;
- абонентов ГАТС автоматической входящей связью с абонентами АРС, которым разрешено это соединение (100 абонентов в стволе);
- абонентов ГАТС входящей связью с любыми абонентами АРС при ручном соединении через диспетчерские пункты;
- диспетчерского пункта с любым абонентом АРС;
- организацию конференц-связи для группы абонентов АРС, ГАТС и диспетчера с диспетчерского пункта (путем посылки сигнала «циркулярного вызова» абонентам АРС, которые будут выходить на связь по очереди, по необходимости);
- абонентов АРС с диспетчерскими пунктами и с дежурным техником.

Коммутационное оборудование одного ствола системы рассчитано на подключение 8-ми дуплексных радиоканалов от ЦС, 4-х входящих и 5-ти исходящих соединительных линий с ГАТС, пульта дежурного техника, пультов центрального и ведомственных диспетчеров. КО обеспечивает включение в систему максимум 989 абонентов АРС. Автоматическое соединение абонентов ГАТС по входящим соединительным линиям возможно с абонентом одной выбранной номерной сотни АРС, входящей в ствол. С остальными АРС данного ствола возможно организовать связь вручную через диспетчерские пункты. Для организации конференц-связи возможно организовать 10 групп АРС по количеству сигналов циркулярного вызова.

Схема КО выполнена на слаботочных реле, по аналогии со схемами АТС. Поэтому для обеспечения работы с АРС в КО применены блоки приема сигналов взаимодействия с АРС: 2-х и 5-ти частотные приемники ПСВ-2 и ПСВ-5 разработки ВНИИС. Эти приемники преобразуют частотные сигналы от АРС в применяемые в КО сигналы постоянного тока, а именно: ПСВ-2 сигналы подтверждения приема вызова от АРС и сигнала окончания связи («отбой»), а ПСВ-5 — двухчастотные сигналы набора номера от АРС в принятые в АТС сигналы от 0 до 9, которые необходимы для организации в системе исходящих связей. Для организации входящих связей на КО постоянно подается от генераторного оборудования ГО 42 тональных

частоты от 1003 до 2397 Гц с шагом 34 Гц, из которых КО формирует трехчастотный сигнал «индивидуального вызова» АРС: от 1-й до 10-й частоты — «сотни», от 11-й до 20-й — «десятки» и от 21-й до 30-й — «единицы». Например, вызов абонента № 129 — это параллельная посылка частот №№ 1, 12 и 29. Из частот от 31 до 40 формируются одночастотные сигналы «циркулярного вызова» АРС. Также формируются одночастотные сигналы: канал свободен — частота № 41 — «свободно», (маркер) и сигнал окончания связи — частота № 42 — «отбой».



Генераторное (стойка справа) и коммутационное (2 стойки слева) оборудование «Алтай-1»

КО рассчитано для работы при уровне входного НЧ-сигнала от приемников ЦС — 0 плюс 1,74 дБ, и выдает на вход передатчика ЦС низкочастотный сигнал с уровнем 13 плюс 1,74 дБ.

Конструктивно КО для одного ствола выполнено в виде 3-х типовых стоек и пульта дежурного техника, который отображает информацию о состоянии КО и ГО, позволяет вести контроль за переговорами и, при необходимости, принимать в них участие.

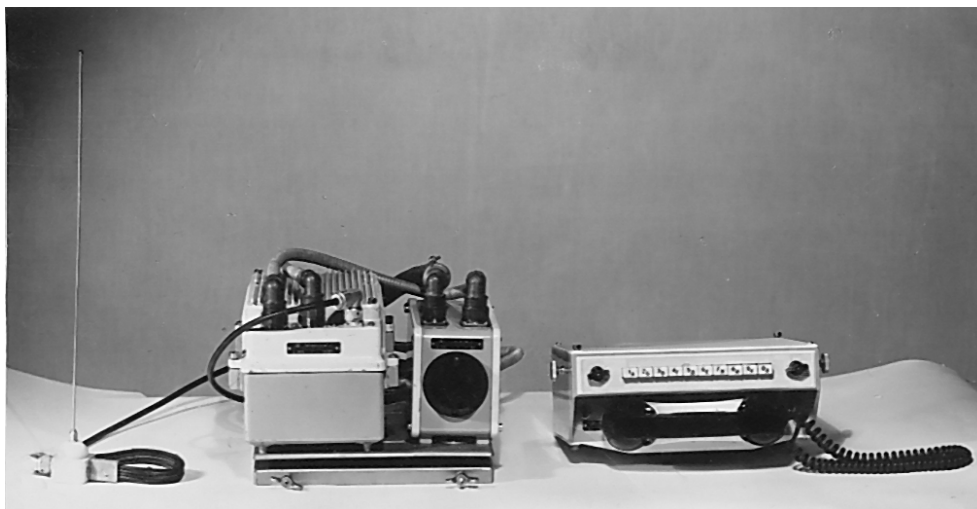
Генераторное оборудование системы «Алтай-1» (ГО) разрабатывал Ленинградский завод «Дальняя связь» (главный конструктор С. И. Иванов). ГО предназначено для получения и передачи в КО 42-х частот сигналов взаимодействия в радиоканале от 1003 Гц до 2397 Гц с шагом 34 Гц. Генераторы частот выполнены на камертонных генераторах¹³. Усилители частот рассчитаны на подключение 4-х комплектов КО. Учитывая, что от наличия и качества сигналов взаимодействия зависит работа всей системы в целом, в ГО обеспечено стопроцентное индивидуальное резервирование всех генераторных комплектов. На резервный комплект осуществляется автоматический переход при резком уменьшении выходного напряжения усилителя (более чем на 50%). На резервный комплект можно переходить и вручную (например, для профилактических работ). Имеется возможность перевода на резерв всех генераторных комплектов. Конструктивно ГО выполнено в виде 2-х шкафов СГО-1 и СГО-2. В СГО-1 размещены комплекты с 1-й по 20-ю вызывных частот, а в СГО-2 комплекты с 21-й по 30-ю вызывных частот, с 31-й по 40-ю частот циркулярного вызова, 41-й частоты «отбой» и 42-й «маркер».

Абонентская радиостанция «Алтай АС-1». При разработке образцов АРС пришлось решать новые схемно-конструктивные проблемы. Одной из основных была разработка малогабаритного дуплексного высокочастотного фильтра, обеспечивающего одновременную работу приемника и передатчика АРС без ухудшения их параметров.

Фильтр был создан на малогабаритных спиральных резонаторах с высокой добротностью (Г. Е. Куцев, И. И. Дубровский, В. В. Лукьянченко и др.). Принципы создания этого фильтра, все его модификации в диапазонах 150 и 330 МГц и его конструкция применяются в разработках до настоящего времени. Приемопередатчик (ПП) был разработан частично на транзисторах (приемник и возбудитель передатчика с кварцевыми генераторами) и лампах (передатчик). Стабильность частоты обеспечивалась по принципу «кварц-

¹³ Камертонный генератор — генератор стабильной частоты звукового диапазона (от сотен герц до 10 кГц), в котором резонатором служит специально изготовленный механический колебательный элемент — камертон. Широко употреблялся в ламповой технике до появления достаточного ассортимента кварцевых резонаторов. — *Прим. сост.*

канал» в первых опытных образцах, а в серии — уже один кварц на два канала (Г. Б. Альтшуллер, Н. Н. Елфимов, В. Г. Четверик и др.). Но сложность состояла в обеспечении высокой скорости нарастания сигнала (5–15 мс), что необходимо было для работы систем АПСК и АПВК при постоянном переключении частот каналов с периодом 200 мс.



Абонентская радиостанция «Алтай АС-1» в полной комплектации. В «Алтае АС-1» на один блок больше (блок питания), чем в «Алтае АС-3»

Блок автоматики (пульт), обеспечивающий работу АРС в системе «Алтай», был выполнен на дискретных элементах — полупроводниках, электромеханические фильтры для приема и передачи сигналов взаимодействия были большие, а все исполнительные устройства были на электромеханических реле. Переключатель набора номера представлял собой довольно сложное устройство с возможностью нажатия только одной клавиши из десяти, наличия механической защиты от нажатия в это время других клавиш и разблокирования нажатой кнопки по сигналу от блока автоматики с помощью электромагнита.

Конструктивно АРС состояла из 3-х блоков: приемопередатчика и блока питания, устанавливаемых в багажнике автомобиля, и пульта управления, который устанавливался в кабине вблизи от водителя с определенными трудностями из-за больших габаритов.

Система «Волемот»

Система «Волемот» работает в диапазоне 330 МГц (188 дуплексных радиоканалов с шагом сетки частот 12,5 кГц и минимальным разном между соседними каналами 25 кГц) и позволяет организовать:

- территориальную систему радиосвязи;
- местные зонные системы радиосвязи;
- радиальные системы радиосвязи;
- линейные системы радиосвязи вдоль транспортных магистралей;
- радиоудлинители телефонных линий для труднодоступных малонаселенных районов.

Состав системы:

- центральная коммутационная станция (ЦКС);
- зонные коммутационные станции (ЗКС);
- базовые станции (БС);
- мобильные абонентские радиостанции (АРС).

При необходимости система может быть дополнена стационарными АРС, а также АРС, предназначенными для установки на судах морского и речного флота, в вагонах пассажирских поездов и т. д.

Комплекс оборудования системы обеспечивает возможность организации сети подвижной радиосвязи, состоящей из общей единой для замкнутого территориального региона сети и местных подсетей для его районов.

Аппаратура общей сети системы состоит из ЦКС, подключенной на правах районной АТС или телефонной подстанции в сеть стационарной автоматической телефонной связи центра и региона, и от одной до 16 БС, обеспечивающих разнесенные зоны радиосвязи с радиусом обслуживания в среднем 30–50 км в каждой зоне.

Аппаратура местных подсетей системы состоит из ЗКС, подключенной на правах подстанции к АТС стационарной сети автоматической телефонной связи района и БС, являющейся одновременно и базовой радиостанцией общей сети системы.

В системе «Волемот» может быть организовано до 15 местных подсетей. При необходимости к ЗКС может быть подключено несколько БС. Максимальная номерная емкость ЦКС — 10 000, ЗКС — 1000. Количество одновременных телефонных переговоров в общей сети через ЦКС (типа АРС — абонент АТС) — не более 90, а в местной подсети через одну ЗКС — не более 20.

Аппаратура ЦКС и БС составляет Главную центральную станцию (ГЦС) системы «Волемот», а ЗКС и БС — зонную центральную станцию (ЗЦС). Всем абонентам (АРС) системы «Волемот» предоставляется право пользования автоматической телефонной связью в пределах всей сети «Волемот» или отдельных зон в зависимости от установленных категорий.

Было установлено 3 категории абонентских радиостанций.

- 1-я категория (АРС-1) — абоненты, получающие входящую и исходящую связь через ЦКС на всей территории, охваченной сетью «Волемот». Нумерация АРС-1 входит в абонентскую нумерацию ГТС административного центра региона, и абоненты этих радиостанций могут пользоваться автоматической телефонной связью наравне с абонентами этой ГАТС, в том числе соединением со спецслужбами и междугородной связью. АРС-1, находящиеся в периферийной зоне, могут набором дополнительного номера устанавливать исходящие соединения через ЗКС с абонентами местной (районной) РАТС. Входящие соединения в этом случае устанавливаются через ЦКС.
- 2-я категория абонентов (АРС-2) так же, как и АРС-1 имеет право связи через ЦКС на всей территории сети. Нумерация АРС-2 входит в абонентскую нумерацию ГТС административного центра региона аналогично АРС-1, а также в нумерацию РАТС своего района. В своей зоне абонент АРС-2 имеет автоматическую телефонную исходящую и входящую связь через местную РАТС.
- 3-я категория (АРС-3) — абоненты, получающие связь через ЗКС только на территории своей зоны. Нумерация АРС-3 входит в абонентскую нумерацию ГТС районного центра, и абоненты этих радиостанций могут пользоваться автоматической входящей и исходящей связью, в том числе со спецслужбами и междугородной связью, наравне с абонентами районной ГТС.

Категории абонентов устанавливаются программным обеспечением. С учетом категории абонентов система обеспечивает следующие виды соединений:

- абонента АРС с абонентом АТС;
- абонентов АРС между собой через ЦКС или ЗКС;
- абонента АРС с техником ЦКС, ЗКС.

В системе «Волемот» предусмотрены дополнительные сервисные возможности:

- восстановление связи при перемещении АРС из одной зоны связи в другую во время разговора;

- связь абонентов АРС и ГАТС с техником ЦКС, ЗКС для получения справок, установления соединений по заказной и немедленной системе;
- ограничение времени связи (4 мин);
- введение запрета связи определенным АРС;
- информирование о номере зоны, в которой находится АРС.

В системе «Волемот» при организации сети подвижной радиосвязи аппаратура системы размещается следующим образом. В административном центре региона устанавливается ЦКС на 5–10 тыс. подвижных абонентов и БС с числом радиоканалов до 60–90. В районных центрах устанавливается ЗКС на 100–1000 подвижных абонентов и БС на 2–20 радиоканалов. При необходимости БС на 2–4 радиоканала могут устанавливаться вдоль основных транспортных магистралей, обеспечивая линейную связь.

Стационарное оборудование сети «Волемот» — ЦКС (или ЗКС) и БС может размещаться в любом помещении. Рекомендуется ЦКС и ЗКС размещать в помещениях АТС, а БС в непосредственной близости от ее антенных устройств. Максимальный объем оборудования ЦКС — 10 стоек ЦКС, 8 стоек БС, а оборудования ЗКС — 2 стойки ЗКС, 3 стойки БС. Абонентские радиостанции устанавливаются в различных транспортных средствах или стационарно. В системе все БС напрямую (или через ЗКС) соединяются четырехпроводными соединительными линиями (телефонными каналами) с ЦКС.

Система позволяет обеспечить подвижных абонентов на территории региона не только радиотелефонной связью, но и организовать с помощью дополнительной аппаратуры обмен телекодовой информацией (в полосе 300–3400 Гц), маскирование речи, доступ к банкам данных и др., что важно в оперативных службах милиции (полиции), пожарной охраны, системе связи банков и др.

Допустимое количество абонентов в конкретных сетях определяется при проектировании этой сети в соответствии с требованиями по качеству обслуживания. Так, например, при нагрузке, создаваемой одним абонентом в 0,025 Эрл¹⁴ система «Волемот» при 90 радиоканалах через ЦКС может обслужить 3–4 тыс. абонентов. Если учесть, что в зонах действия ЗКС используются дополнительные радиоканалы для организации зонной местной сети связи, то количество подвижных абонентов в системе может быть увеличено до 10 тыс. и более.

¹⁴ Эрл (эрланг) — безразмерная единица интенсивности нагрузки линии связи (обычно телефонной). 1 Эрл соответствует непрерывному использованию одного голосового канала в течение 1 часа. — *Прим. сост.*

Краткие технические характеристики оборудования системы «Волемот»

Центральная (ЦКС) и зонавая (ЗКС) коммутационные станции представляют собой коммутационные устройства с микропроцессорным управлением и электронным исполнением большинства узлов и цепей. Станции выполнены в виде стоек управления и исполнительного оборудования с вставными блоками, в которых размещены электрорадиоэлементы.

В состав стойки управления входит встроенный пульт техника, на лицевых панелях которого размещены элементы индикации и управления. В пульте размещен также телефонный аппарат дежурного техника.

ЦКС состоит из одной стойки управления и от одной до девяти (в зависимости от требуемой номерной емкости системы) стоек исполнительного оборудования. ЗКС состоит из одной стойки управления и одной стойки исполнительного оборудования. По конструкции все стойки коммутационных станций одинаковы и отличаются составом входящих в них врубных блоков.

Базовая радиостанция (БС) в зависимости от необходимого числа радиоканалов комплектуется из набора 4-х канальных стоек радиооборудования. Конструктивно стойки радиооборудования размещаются в базовой несущей конструкции «База-3М».

В БС реализована многоканальная дуплексная работа приемопередающей аппаратуры с применением синтезаторов частот, дуплексных фильтров, устройств суммирования мощности передатчиков, устройств развязки входов и выходов, ферритовых циркуляторов.

Для повышения надежности БС передатчики, свободные от связи или передачи сигналов взаимодействия, автоматически переводятся в режим пониженной мощности. Включение каналов и индикация результатов самодиагностики производится на передних панелях блоков. В целях контроля за работой БС от нее на коммутационные станции системы передаются служебные информационные сигналы, характеризующие работу БС в целом, а также сигналы об аварийных ситуациях (пожар, вскрытие дверей).

Мощность канальных передатчиков — 100 Вт, чувствительность приемников при соотношении «сигнал/шум» 12 дБ не хуже 0,5 мкВ.

Абонентская радиостанция (АРС) предназначена для обеспечения радиотелефонной связью подвижных абонентов системы между собой и абонентами телефонной сети, а также для обмена различной информацией по радиоканалу. Конструктивно радиостанция выполнена в виде трех функционально законченных блоков: пульта управления, приемопередатчика

с автоматикой и блока выносного громкоговорителя. Каждый из этих блоков имеет собственный монтажный комплект, который позволяет выполнить установку АРС в различных подвижных объектах, удобную для работы оператора.



Абонентская радиостанция «Волемот-АРС»

Пульт управления АРС выполнен в виде телефонной трубки с органами управления и индикации, аналогичными примененными в обычных телефонных аппаратах, привычных для потребителя. Благодаря наличию микропроцессорного управления блоками радиостанции, расширены функциональные сервисные возможности АРС, в которой имеются:

- самодиагностика АРС при включении питания с индикацией работоспособности;

-
- защита радиостанции от несанкционированного доступа, обеспечиваемая идентификационным ключом (ИФК), отсутствие которого не дает возможности использовать АРС для связи;
 - возможность быстрого изменения индивидуального номера АРС путем замены одного ИФК на другой;
 - возможность оперативного изменения категории абонента, которое осуществляется также заменой ИФК;
 - индикация режимов работы АРС на жидкокристаллическом дисплее пульта управления (телефонной трубки) радиостанции: включение АРС, дежурный режим работы, прием вызова, режим поиска вызывного канала или канала доступа, индикация номера зоны, в которой находится АРС, контроль правильности набора номера на дисплее;
 - возможность предварительного набора номера вызываемого абонента, не снимая трубки с места установки;
 - возможность повторного вызова абонента сокращенным набором;
 - возможность оперативного занесения в постоянную память 10 номеров наиболее часто вызываемых абонентов и сокращенного набора при их вызове;
 - запоминание последнего набранного номера вызываемого абонента;
 - возможность фиксации зоны, в которой находится АРС при длительном нахождении радиостанции в данной зоне связи, оператором с пульта управления;
 - возможность быстрого перепрограммирования АРС при изменениях в структуре сети (в нумерации, категории АРС, распределении каналов по зонам и пр.).

Основные технические требования к АРС: мощность передатчика — 10 Вт, чувствительность приемника — 0,5 мкВ. Мощность передатчика не может быть менее 5 Вт, что необходимо для обеспечения дальности связи в системе: это условие предопределило применение в системе только возимых и стационарных радиостанций.