**От радиорелейных линий - к спутниковой связи**

А. В. Соколов, В. М. Шифрина

Радиорелейная связь - это особый вид радиосвязи на ультракоротких волнах с многократной ретрансляцией сигнала.

Спутниковая связь - это особый вид радиосвязи с одновременной ретрансляцией сигнала через спутник в разных направлениях.

НИИР - это особый научно-исследовательский институт, в стенах которого родилась первая отечественная радиорелейная аппаратура, из стен которого вышло много ученых, известных не только на родине, но и во всем мире, много талантливых организаторов и руководителей отрасли, много академиков и лауреатов Государственных премий.

Можно сказать, что история развития радиорелейной и спутниковой связи в России неразрывна с историей и судьбой НИИР.

Еще в 1932-1934 гг. в СССР была создана приемно-передающая аппаратура, работавшая на метровых волнах, и на ее базе построены опытные линии связи Москва - Кашира и Москва - Ногинск. Первое отечественное оборудование "Краб", разработанное в НИИР и изготовленное в его экспериментальных мастерских для решения конкретной задачи - создания линии связи через Каспийское море между Красноводском и Баку в 1953-1954 гг., также работало в метровом диапазоне, а вот аппаратура "Стрела-П", изготовленная в 1954 г. на Опытном заводе НИИР и предназначенная для связи между Москвой и подмосковным г. Фрязино, работала уже на частотах 1600...2000 МГц.

Эти линии обеспечивали 12 телефонных каналов с возможностью их вторичного уплотнения. Но назвать их радиорелейными в полном смысле этого слова было нельзя, так как связь между двумя пунктами осуществлялась без ретрансляции.

Поначалу наиболее целесообразным для радиорелейных линий (РРЛ) считалось применение импульсной модуляции, хорошо освоенной в радиолокации, с временным уплотнением. И казалось, что при тогдашнем уровне технологии это сулит большие преимущества. Однако целый цикл теоретических исследований и экспериментальных проработок, проведенных в том числе и в институте, подтвердил складывавшееся в ту пору мнение, что сочетание частотной модуляции с частотным уплотнением позволит создать радиорелейные линии, не уступающие наиболее совершенным коаксиальным кабельным системам. Подчеркнем, что сказанное относилось к концу 40-х и началу 50-х годов. А поскольку развитие идет по спирали, то современные новейшие технологии позволили вернуться к цифровым методам передачи на более высоком уровне - передача данных, цифровая телефония и даже цифровое телевидение.

В этот начальный период в институте собрались ученые, имена которых стали известны во всем мире.

Вопросы теории систем связи были развиты профессором В. А. Котельниковым - будущим президентом Академии наук СССР, в его теории потенциальной помехоустойчивости. Очень интересным был коллоквиум, проведенный им в институте, на котором была представлена некоторая таблица, наподобие таблицы Менделеева, содержащая все возможные сочетания систем передачи сигналов с импульсной, частотной и фазовой модуляцией с временным и частотным уплотнением. В ней были выделены сочетания, обладающие наибольшей помехоустойчивостью, и исключены неперспективные варианты.

Разработкой антенн руководил доктор технических наук Г. З. Айзенберг, написавший широко известную книгу "Антенны ультракоротких волн" (1957 г.).

Передатчики СВЧ создавались под руководством заведующего кафедрой передающих устройств МЭИС профессора Б. П. Терентьева, а приемными устройствами занимался доктор технических наук B. C. Мельников.

Возглавлял лабораторию УКВ в то время доктор технических наук В. А. Смирнов. Коллектив этой лаборатории в тесном содружестве с сотрудниками других лабораторий института и создал первые отечественные радиорелейные линии.

В электровакуумной лаборатории института, начальником которой был П. А. Остряков, а немного позднее Н. В. Зарянов, был разработан и изготовлен триод для генерации и усиления высокочастотных колебаний. Эти лампы были использованы в экспериментальном передатчике (работавшем на волне 75 см, с импульсной и частотной модуляцией), созданном в лаборатории УКВ С. В. Бородичем, Е. П. Корчагиной, Л. А. Корнеевым и Н. Н. Федюшиным.

Результатом совместного творчества инженеров И. И. Теумина и В. В. Слуцкой стал оригинальный электронный коммутатор для импульсно-фазовой модуляции.

Группа сотрудников лаборатории УКВ (А. В. Соколов, Н. Н. Зубов, З. Ф. Гурова) под руководством B. C. Мельникова совместно со специалистами ЦНИИС СА и предприятия НИИ-20 разработала приемное устройство для подвижной РРЛ с импульсно-фазовой модуляцией, работающее на волне 20 см.

В то далекое послевоенное время в институте были прекрасные экспериментальные мастерские, возглавляемые А. П. Жаровым, а в них - механики-"золотые руки", и замечательное конструкторское бюро под началом Б. П. Михайлова с инициативными конструкторами-энтузиастами освоения техники СВЧ. Такое сочетание творческих коллективов ученых и экспериментальной производственной базы позволило успешно отработать все принципиальные устройства и элементы будущей аппаратуры РРЛ. Были исследованы узлы приемно-передающей аппаратуры, объемные СВЧ-контуры, входные цепи и кристаллические смесители, усилители промежуточной частоты, частотные и импульсные детекторы, генераторы и усилители СВЧ, импульсные и частотные модуляторы, а также антенны различных типов, из которых два выбраны для использования на первых РРЛ относительно небольшой емкости. Изучались вопросы распространения ультракоротких волн, распределения частот, что позволило определить основные характеристики РРЛ и методы расчета.

Все это было подкреплено многочисленными испытаниями самого различного оборудования на специально созданном опытном участке между Москвой и поселком Голицыно.

В Москве на телефонной станции на ул. Мархлевского находился оконечный пункт этой линии, аппаратная которого размещалась на верхнем этаже, а площадка с параболической антенной - на крыше здания.

В Голицыно, рядом с прекрасным пионерским лагерем "Волна", была построена небольшая башня из трубчатых конструкций для установки антенны и небольшой домик для высокочастотной приемно-передающей аппаратуры - это была промежуточная станция. На этом опытном участке можно было сымитировать двух- и более пролетную РРЛ, что позволило экспериментально подтвердить теоретически полученные законы накопления тепловых шумов и сложения продуктов нелинейных переходов, возникающих в различных трактах линии.

Работы на опытном участке проводились С. В. Бородичем, В. П. Минашиным, А. В. Соколовым, В. М. Шифриной, Л. А. Коробковым, В. В. Петровым и многими другими.

На полигоне в Голицыне испытывались антенны, измерительное оборудование и устройства электропитания. В специальном бункере проверялся двухмашинный агрегат с механическим аккумулятором энергии - массивным маховиком и автоматически запускаемым дизелем. Это был прообраз широко распространенного дизель-генераторного агрегата ДГА-20М мощностью 20 кВА.

Естественно, все эти работы требовали метрологического обеспечения, и в институте было создано бюро измерительной аппаратуры под руководством кандидата технических наук А. Ф. Пионтковской, которое осуществляло подбор необходимой серийно выпускаемой отечественной и импортной аппаратуры и ее аттестацию.

Для разработки нестандартного измерительного оборудования была организована специальная лаборатория под руководством А. С. Владимирова, а несколько позднее - отдел, который возглавил А. И. Зудакин.

Технологическая цепочка проведения НИР и ОКР в институте в то время выглядела следующим образом. Часть сотрудников лаборатории объединялась в группу для исследования отдельных вопросов или разработки оборудования конкретного назначения. В каждой лаборатории была своя макетная группа, свой механик, а в некоторых - и свой конструктор. Сложные макеты конструировались в КО-1 и изготавливались в мастерских, расположенных в Москве и имевших все необходимые цеха, в том числе и кварцевый. Начальником КО-1 был А. К. Эйхман, начальником мастерских - Л. П. Турин. Конструирование образцов, как правило, осуществлялось в КО-2, начальником которого сначала был Е. И. Хайтов, а позднее - А. И. Бобров, а их выпуск в малых сериях - на Опытном заводе НИИР в поселке Лесное (ст. Зеленоградская). Директором завода долгое время был С. С. Шлюгер, а затем - Б. М. Рафтопуло. Работа возглавлялась руководителем, позднее - главным конструктором и заместителями по основным направлениям.

В лаборатории № 14, в которой в 40-50-х годах разрабатывались первые РРЛ, сначала под руководством В. А. Смирнова, а позднее С. В. Бородича - неизменного главного конструктора, существовало несколько групп: передающих устройств - В. П. Минашин, Г. В. Иванов, Н. А. Ананьев, С. Н. Смирнова, Н. Н. Федюшин, Г. Д. Ефимова; приемных устройств -А. В. Соколов, Н. Н. Зубов, В. И. Малиновская, З. Ф. Гурова; низкой частоты и служебной связи - В. М. Шифрина, Н. И. Тилюшкина, Л. А. Кащеева, Г. К. Конькова, Н. В. Таратута; видеочастоты - Д. Ф. Булле, Ю. Н. Марголин, Ю. В. Грачев.

Устройствами электропитания и автоматики занимались сотрудники других лабораторий: В. В. Петров, И. П. Шилова, Р. Н. Сидоров, М. В. Бродский, В. Д. Шошенков, Н. П. Филипчук.

Антенны на первоначальном этапе разрабатывали В. Д. Кузнецов, А. А. Кукаев, A. M. Модель. Вопросами распространения и проектирования трасс занимались А. И. Калинин, В. Н. Троицкий, А. А. Шур, Л. В. Надененко.

Группой конструкторов в КО-2 руководил И. В. Казистов со своим постоянным помощником Я. М. Мадорским.

Таким коллективом было разработано семейство радиорелейной аппаратуры "Стрела" в диапазоне 1600... 2000 МГц: "Стрела-П" - для пригородных линий на 12 телефонных каналов, "Стрела-Т" - для передачи одной ТВ программы на расстояние 300-400 км и "Стрела-M" - для оборудования магистральных линий на 24 канала протяженностью 2500 км.

В передатчиках с выходной мощностью 2 Вт использовались мощные смесители и генераторы на металлокерамических триодах типа ГС-90Б. Основным типом лампы был металлический пентод 6Ж4 (6 ACT) с высокой крутизной. Промежуточная частота в передатчике - 75 МГц, в приемнике - 31 МГц. Модуляция - частотная. Девиация частоты на канале - 140 кГц, девиация при передаче видеосигнала - 4 МГц. Ширина полосы пропускания телефонного ствола - 6 МГц, ТВ ствола - 20 МГц. В приемнике использовался кристаллический смеситель и гетеродин на отражательном клистроне для оконечной станции, а на промежуточных станциях колебания гетеродина образовывались общим с передатчиком генератором и дополнительным смесителем. Звуковое сопровождение ТВ программы передавалось в групповом тракте телефонного ствола на отдельной поднесущей с фазоразностной модуляцией.

Основным типом антенны была перископическая система из двух зеркал (верхнего - плоского, нижнего - эллиптического) и рупорного облучателя. Применялась и параболическая антенна диаметром 3,2 м.

Первые РРЛ были оборудованы аппаратурой, изготовленной на опытном заводе института, где были организованы монтажный цех, напоминающий небольшой конвейер, настроечный цех во главе с А. И. Бунаковым. Для комплексной проверки была создана однопролетная линия. Серийное производство аппаратуры осуществлялось на заводе в Ростове-на-Дону.

Аппаратура "Стрела" использовалась при строительстве довольно многих линий, например, Москва - Рязань, Москва -Ярославль - Нерехта - Кострома - Иваново, Фрунзе - Джалалабад, Москва - Воронеж, Москва - Калуга, Москва - Тула.

В 1956 г. аппаратура "Стрела-M" была продемонстрирована на Выставке достижений народного хозяйства (ВДНХ), а ее разработчики награждены медалями и дипломами ВДНХ.

Следующее оборудование для РРЛ, созданное примерно тем же коллективом, - аппаратура Р-60/120. Она позволяла создавать 3-6-ствольные магистральные линии длиной до 2500 км для организации 60-120 телефонных каналов и длиной до 1000 км - для передачи ТВ программ при выполнении Рекомендаций МККТТ и МККР на качественные показатели.

Принципиальные решения отдельных узлов и общее построение оборудование во многом напоминало "Стрелу", но при разработке учитывались все Рекомендации МККР. В соответствии с ними промежуточные частоты передатчика и приемника были одинаковы и равны 70 МГц. Большое внимание уделялось вопросам внутрисистемной ЭМС, учитывались все возможные паразитные продукты преобразования частот в мощном смесителе передатчика и каналы помех в смесителе приемника. Аппаратура работала в том же диапазоне 1600...2000 МГц. Мощность передатчика была увеличена до 3 Вт. Была предусмотрена система телеобслуживания промежуточных станций, совершенно изменена конструкция стоек.

Для установки перископической антенной системы использовалась либо свободно стоящая башня из трубчатых конструкций, либо мачта из стальной трубы относительно большого диаметра с несколькими ярусами оттяжек. Аппаратуру размещали в кабине, встроенной в башне, или в небольшом здании около мачты. В отдельном домике была установлена система электропитания с автоматической дизельной установкой.

По сложившейся традиции образцы аппаратуры Р-60/120 для первой линии были изготовлены Опытным заводом института.

Эта РРЛ (между Москвой и Смоленском с промежуточными пунктами в Голицыне, Дорохове, Гжатске, Вязьме и Ярцеве) была спроектирована, смонтирована и настроена менее чем за год совместными усилиями специалистов ГСПИ, треста "Радиострой" и НИИР и сдана в эксплуатацию в октябре 1958 г. Руководили работами А. В. Соколов, Н. А. Ананьев, Г. Г. Цуриков. Сквозные измерения, паспортизацию телефонных каналов и видеотракта провели В. М. Шифрина, Н. И. Тимошина, В. Н. Полухин.

По инициативе начальника Технического управления Минсвязи СССР А. Д. Фортушенко для серийного производства аппаратура Р-60/120 была передана на один из лучших заводов ВПК в Днепропетровске, где она попала в руки молодых специалистов В. И. Дворникова, В. М. Василевского,

Ю. Ф. Марченко и А. И. Потапенко (двое последних после освоения оборудования в производстве перешли на работу в НИИР).

Радиорелейные линии на базе аппаратуры Р-60/120 были построены в различных районах СССР. Одной из первых и, пожалуй, самой длинной была линия Москва - Ростов-на-Дону, весь цикл работ на которой, начиная от проектирования и кончая сдачей в эксплуатацию, был проведен ведущим конструктором НИИР В. М. Шифриной.

Параллельно с созданием оборудования сотрудниками института А. И. Калининым, В. Н. Троицким, Л. В. Надененко, А. А. Шуром были разработаны методики для выбора трасс, а также методики настройки, измерений и инструкции по эксплуатации и обслуживанию РРЛ.

Успешная разработка оборудования и настройка линий была обеспечена благодаря использованию большого парка измерительной аппаратуры. Большую роль сыграло и создание специальной измерительной аппаратуры: комплекта постоянных и переменных направленных ответвителей (В. Д. Кузнецов, А. А. Кукаев); измерителя мощности, резонансного волномера, шумового диода, генератора стандартного поля (М. В. Фомин); гетеродинного волномера, измерителя девиации (Г. И. Рабинович); генератора стандартных сигналов (А. В. Соколов, Н. Н. Зубов).

Особо следует отметить создание двух принципиально новых для того времени приборов: измерителя группового времени запаздывания (И. С. Печерский, Е. А. Шубина) и измерителя переходных шумов (А. И. Зудакин).

Оборудование Р-60/120 также экспонировалось на ВДНХ в 1958 г., и коллектив разработчиков был награжден медалями и почетными дипломами.

Разработанная аппаратура для РРЛ прямой видимости не могла обеспечить связью ни Крайний Север, ни удаленные районы Сибири.

Идея создания в этих местах линий тропосферной связи с расстояниями между пунктами в сотни километров принадлежала В. А. Смирнову. Она была развита и конкретизирована С. В. Бородичем и А. И. Калининым, а также поддержана Министерством связи.

Главным конструктором разработки тропосферной системы связи ТР-60/120 был назначен С. В. Бородич. В коллектив разработчиков пришли новые сотрудники и молодые специалисты: И. А. Гусятинский, А. С. Немировский, Б. С. Надененко, И. С. Цирлин, В. В. Козлов, Ю. М. Кирик, Ю. М. Фомин, B. C. Довгелло, Е. В. Коршунов, Ю. Б. Петровский, В. М. Цемехман, Ю. В. Берноскуни, И. Л. Папернов, В. В. Плеханов, Э. Я. Рыскин, Г. Г. Тараканова, М. И. Поляк.

Для дальней тропосферной связи требовались мощные передающие устройства, антенны с большим усилением, высокочувствительные приемники многократного приема с порогопонижающими системами.

Наиболее подходящим для тропосферных систем с расстояниями между пунктами 200-300 км являлся диапазон 700... 1000 МГц. На основании теоретических исследований, анализа отечественной и зарубежной литературы, сравнения различных систем многократного приема была выработана структура построения как отдельных станций, так и всей линии дальней тропосферной связи.

Работа была организована следующим образом: в лабораториях института проводились самые разнообразные теоретические исследования и макетирование принципиально новых узлов и блоков. Параллельно шло строительство опытного участка между городами Талдом и Вологда протяженностью 300 км. На предприятиях МЭП были разработаны и внедрены в серийное производство многорезонаторные пролетные усилительные клистроны мощностью 3...10 кВт. Проверка и испытания клистронов проходили при непосредственном участии сотрудников НИИР: Н. В. Зарянова, С. И. Угорской, В. П. Минашина, Г. В. Иванова, В. М. Фирсова, И. В. Казистова, B. C. Довгелло.

Оригинальное высоковольтное устройство электропитания для этих клистронов было разработано В. В. Петровым.

В первых образцах приемников использовались усилители высокой частоты на миниатюрных маячковых лампах, но затем они были заменены на принципиально новые для того времени параметрические усилители с температурой шума 200-300 К.

Как всегда, образцы оборудования для оснащения опытной линии были изготовлены на Опытном заводе НИИР. В дальнейшем серийное производство аппаратуры осуществлялось на Красноярском заводе телевизоров в НПО "Искра". Нужно отметить, что при передаче документации на заводы колоссальная работа пришлась на конструкторский отдел (А. И. Бобров), отдел нормализации и стандартизации (Ф. Л. Зингер) и технический отдел (Г. Н. Томиловский).

Идеологами огромного объема разнообразных исследований, проведенных на линии Талдом - Вологда, были И. А. Гусятинский и А. С. Немировский. В частности, были изучены особенности многолучевого распространения; определены зависимости уровня сигнала от расстояния и длины волны, уточнены законы замираний, потери усиления антенн и подобрана оптимальная диаграмма направленности; определены статистические характеристики сигналов при пространственном, угловом и частотном разнесении, получены частотные и фазовые характеристики участка линии, а также виды распределения тепловых и переходных шумов и подобрано оптимальное значение девиации.

В итоге - разработка полного комплекта оборудования ТР-60/120.

Не вдаваясь в подробности построения аппаратуры, скажем только, что станция, построенная на Севере, представляла собой зрелище фантастическое. Огромные, приподнятые над землей, параболические зеркала с квадратным раскрывом размером 20х20 или 30х30 м, рупорные облучатели на башенках и длинные волноводы, идущие к алюминиевому сборному зданию, - все это напоминало, скорее, явление не земное, а космическое. Впечатление усиливалось тем, что эта окрашенная контрастными оранжево-черными полосами конструкция появлялась неожиданно - в конце просеки между гигантскими елями - это, если смотреть с земли, или - прямо на горизонте бескрайней тундры в лучах низкого солнца - если лететь на вертолете. А кругом - снег, покой и мороз минус 34°С!

Необходимость больших мощностей потребовала совершенно нового подхода к разработке полосовых, режекторных фильтров, фильтров гармоник и ферритовых вентилей. Эта новая технология была успешно внедрена в производство A. M. Моделем, В. М. Антоненко, Б. С. Надененко, И. А. Берлявским, А. П. Николаевым, И. В. Казистовым.

Первые параметрические усилители были разработаны Ю. М. Фоминым, Н. Н. Зубовым и воплощены в конкретные конструкции И. М. Кузнецовым.

Оригинальная система сдвоенного приема по промежуточной частоте с подстройкой фаз приходящих сигналов была придумана А. В. Соколовым и И. И. Печерским (авт. свид. № 158602, 1962 г. ), а оригинальное порогопонижающее устройство предложено И. А. Гусятинским и Ю. Н. Марголиным (авт. свид. № 863014, 1963 г. ).

На аппаратуре ТР-60/120 в 60-70-х годах была построена сеть тропосферных линий протяженностью более 15 000 км, содержащая 55 станций. Была построена также линия сверхдальней тропосферной связи между СССР и Индией длиной 700 км (между городами Душанбе и Сринагар), которая в 1981 г. связала две столицы - Москву и Дели.

Попытка осуществить передачу черно-белого телевидения в диапазоне 700...1000 МГц успеха не имела, а вот в диапазоне 5000 МГц это стало возможным. Была изобретена оригинальная система многократного сложения по промежуточной частоте, авторами которой были И. А. Гусятинский, Л. Я. Кантор, Ю. Н. Марголин, И. С. Цирлин, В. П. Лущин (авт. свид. № 187097, 1965 г. ).

Система широкополосной тропосферной связи на несколько стволов "Рубеж" не получила широкого распространения, поскольку весь комплекс был достаточно громоздким. Была построена всего одна линия над Охотским морем между материком и Камчаткой.

Напомним, что в тот начальный период создания РРЛ было написано множество научных статей, издано много книг, защищены кандидатские и докторские диссертации, сделано много изобретений и получено множество авторских свидетельств и патентов. Например, Бородич С. В., Минашин В. П., Соколов А. В. "Радиорелейная связь" (Связьиздат, 1960 г. ); И. А. Гусятинский, Е. В. Рыжков, А. С. Немировский "Радиорелейные линии связи" (Связь, 1965 г. ); И. А. Гусятинский, А. С. Немировский, А. В. Соколов, В. Н. Троицкий "Дальняя тропосферная радиосвязь" (Связь, 1968 г. ).

В 1957 г. был осуществлен запуск первого в мире советского искусственного спутника Земли, положивший начало космической эры. После проведения ряда испытаний и первого полета человека в космос в 1961 г., естественно, возникла идея создания систем спутниковой связи (телефония, телеграф, телевидение и прочее). Основное преимущество таких систем связи заключается в возможности значительного расширения зон обслуживания по сравнению с радиорелейными и кабельными линиями связи. Теоретические разработки в области энергетических возможностей линий спутниковой связи позволили сформулировать тактико-технические требования к устройствам спутникового ретранслятора и наземных устройств, исходя из реальных характеристик технических средств, существовавших в то время.

Разработка спутниковых ретрансляторов поручается МНИИРС МПСС, а оборудования земных станций - НИИР.

Наиболее подходящей для оборудования земных станций спутниковой системы оказалась аппаратура тропосферной связи ТР-60/120, в которой, как известно, использовались передатчики большой мощности и высокочувствительные приемные устройства с малошумящими параметрическими усилителями. На ее основе в институте разрабатывается приемно-передающий комплекс "Горизонт", устанавливаемый на наземных станциях первой линии спутниковой связи между Москвой и Владивостоком.

Специально были разработаны передатчики для связной и командно-измерительной линии, параметрические усилители с температурой шума 120 К для установки в подзеркальной кабине антенны, а также совершенно новое оборудование промежуточной частоты и групповых трактов, обеспечивающее стыковку с местными телецентрами и междугородными телефонными станциями.

Интересно отметить, что проектировщики земной станции, боясь влияния мощных передатчиков на приемники, установили их на разных антеннах и в разных зданиях (приемном и передающем). Однако большой опыт использования одной общей антенны для приема и передачи, полученный на линиях тропосферной связи, позволил в дальнейшем перенести приемное оборудование на передающую антенну (инициаторами были С. В. Бородич и A. M. Модель), что значительно упростило и удешевило эксплуатацию станций спутниковой связи.

Нам, А. В. Соколову и В. М. Шифриной, было поручено проведение работ по настройке, испытаниям и введению в эксплуатацию первой линии спутниковой связи между Москвой и Владивостоком. Первые станции были настроены, испытаны и введены в действие в подмосковном г. Щелково и в Уссурийске. Кабельными и релейными линиями связи они соединялись соответственно с телецентрами и телефонными междугородными станциями Москвы и Владивостока.

Нам выпало счастье провести первые передачи через спутник связи "Молния-1", запущенный 23 апреля 1965 г. С запуском второго спутника связи "Молния-2" 14 октября 1965 г. началась регулярная эксплуатация линии дальней связи через ИСЗ. Через спутник "Молния-1" было проведено множество интересных работ, в том числе обмен цветными ТВ программами по системе SEKAM между СССР и Францией, получение цветных изображений Земли из космоса и различной метеорологической информации. Все работы подробно освещались в центральной печати: "Спутник связи "Молния-1" ("Правда", 30 мая 1965 г.); "Дворец съездов - "Молния-1", Владивосток ("Правда", 7 октября 1965 г.); "Цветные передачи "Москва-Париж" ("Правда", 1 декабря 1966 г.); "Цветное телевидение через космос" ("Правда", 27 декабря 1966 г.).

В 1967 г. через спутник связи "Молния-1" создана разветвленная телевизионная сеть приемных земных станций "Орбита" с центральной передающей станцией под Москвой. Это позволило передавать программу Центрального телевидения в отдаленные районы нашей Родины и дополнительно охватить более 30 млн. телезрителей.

С этого времени, пожалуй, началась новая эра в истории НИИР - эра создания новых спутниковых систем связи и ТВ вещания, которая, несмотря ни на что, продолжается и в настоящее время.

Авторы этих заметок искренне благодарны руководству НИИР за предоставленную возможность поделиться своими воспоминаниями с молодыми читателями и просят прощения за то, что, наверняка, упомянули имена далеко не всех сотрудников института, принимавших участие в этих первых разработках.