

УДК 621.396.622

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА И РАЗВИТИЕ НОВОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ РРЛ И ШИРОКОПОЛОСНОГО РАДИОДОСТУПА

Печатается в порядке обсуждения

Е.Д. Поборчий, старший научный сотрудник НИИР

Введение. Сети магистральных и внутризоновых радиорелейных линий связи прямой видимости (РРЛ), охватывающие все основные регионы огромной страны, где проживает подавляющее большинство ее населения, были созданы в период 50—90-х гг. XX века [1]. В конце 70-х годов в стране начали успешно развиваться распределительные внутриобластные сети РРЛ на оборудовании типа «Область», которые по складывающейся терминологии могут быть отнесены к первым отечественным широкополосным системам внутризонового радиодоступа.

Сети магистральных и внутризоновых, в большинстве случаев многоствольных, РРЛ построены, в основном, на отечественном оборудовании диапазонов частот 2; 4; 6; 8 и 11 ГГц. Три поколения аппаратуры этих РРЛ разработаны в НИИР Минсвязи СССР за счет средств отрасли [2]. Далеко не всегда разработки велись сразу в нескольких диапазонах частот. В 60-х годах, например, работы НИИР по РРЛ прямой видимости ограничивались только одним диапазоном частот — 4 ГГц и оборудованием для РРЛ магистральной связи. На большее ресурсов не было. Влияние научно-технического штаба отрасли на ход этих, как и других работ НИИР и его филиалов, было прямым и решающим.

Без прямой и разносторонней заинтересованности Минсвязи СССР в результатах работы отраслевых НИИ и их филиалов, без поддержки в правительстве крупные разработки не могли быть поставлены, успешно выполнены и внедрены в производство. Результаты этих работ не были бы воплощены в сотнях тысяч километров эффективно действовавших многоканальных линий связи, что ускорило реализацию автоматизированной сети междугородной связи страны и, главное, обеспечило охват всего населения страны как центральным, так и республиканским, региональным и местным ТВ вещанием.

Заказчик, отраслевой НИИ и уровень техники связи. Если бы не работы НИИР по созданию комплекса радиорелейных систем в нескольких диапазонах СВЧ, стране пришлось бы отрывать от других необходимых инвестиций большие валютные средства, иметь неоправданно большую технологическую зависимость от развитых зарубежных стран. Отметим, что, в отличие от постсоветского периода, оборудование производилось заводами с использованием комплектующих изделий и материалов только отечественного производства, а многолетняя его эксплуатация разведала расхожий миф о ненадежности всей отечественной радиоэлектронной техники.

Следует подчеркнуть, что накопленный НИИР опыт разработки и создания РРЛ как прямой видимости, так и тропосферных, позволил в короткий срок (менее двух лет) создать и ввести в действие сеть спутниковой связи. Тем самым было завершено строительство единой системы ТВ вещания СССР, не имевшей аналогов в мировой практике. Она обеспечила телезрителям, проживающим на территории более 20 млн. кв. км возможность приема как центральных, региональных, так и местных ТВ программ.

Созданное в НИИР радиорелейное оборудование не было копией зарубежных аналогов. Разрабатывалось оно на основе отечественных изобретений и общедоступной тогда части мирового опыта. В конце 80-х годов наше оборудование по научно-техническому уровню частично отставало только от лучших

достижений ведущих зарубежных фирм. С учетом эвристических ухищрений разработчиков оборудования, при постоянной совместной работе с изготовителем в ходе серийного выпуска, при появлении новых доступных технических возможностей отставание от лучших зарубежных аналогов имело место только по некоторым техническим показателям. Например, для серийно выпускавшейся радиорелейной аппаратуры второго и третьего поколений «Курс-2М» [3], «Курс-2М-2» [4], «Курс-8-0», «Курс-8-ОТ», «Курс-8-ОУ» [5], [6], «Курс-8-О2» [7], «Пихта-2» [8], «Ракита-8» [9], «Радиус» [10], «Курс-4», «Курс-6», «Курс-4М», «Радуга» [1, 11] и др., оно не превышало 5 лет и не затрудняло получения требуемого стандартами качества каналов связи и высокого технико-экономического эффекта эксплуатации РРЛ. Среди названного выше было и цифровое радиорелейное оборудование для скоростей передачи по стволу не более 40 Мбит/с, с модуляцией 4-ОФМ, но в то время, на наших линиях редко требовались большие скорости. Цифровизация сетей связи страны тогда еще только начиналась, а с учетом того, что нашим разработчикам в то время были недоступны некоторые важные мировые достижения новых технологий и высокоскоростной микроэлектроники, созданное отечественное радиорелейное оборудование связи было несомненным достижением всей страны.

НИИ и развитие отечественной техники связи на СВЧ. Стоимость отечественной аппаратуры была существенно меньше зарубежной. Поэтому она пользовалась большим спросом со стороны региональных операторов. В частности, выпуск аппаратуры диапазона 8 ГГц на уфимском заводе достиг заданного объема 500 приемопередающих стоек в год, но спрос превышал предложение. Для удовлетворения реального спроса, по решению руководства Минсвязи СССР в 1991—95 гг., например, изделия «Ракита-8» выпускались параллельно двумя заводами-конкурентами в Уфе и Ростове-на-Дону.

Успехи НИИР в области радиорелейной, спутниковой связи и других радиотехнологий в значительной мере были обусловлены тем, что штаб отрасли выступал прямым, заинтересованным заказчиком НИОКР.

Трудно переоценить фундаментальную значимость отраслевых НИИ инфраструктурных отраслей, таких как связь, энергетика, транспорт и др., повседневно работающих с эксплуатационными предприятиями, обобщающих накапливаемый опыт и на этой основе выдвигающих, а в ряде случаев и решающих, первостепенные задачи этих отраслей. Всегдашний вопрос «куда и как идти вперед» в развитии, экономической и технической политике, эксплуатационной деятельности инфраструктурных отраслей, исчерпывающее может быть решено только с эффективно работающими отраслевыми НИИ, с учетом всех ожидаемых социальных и технико-экономических последствий, а не только максимальной прибыли эксплуатационного предприятия, или производителя оборудования. В то же время отраслевые НИИ в системе электросвязи государства должны в своих рекомендациях учитывать накопленный отраслью потенциал и необходимость его роста, а также необходимость совершенствования обслуживания населения и хозяйственной деятельности страны, единства системных, сетевых решений, эффективного использования отечественного и мирового опыта и, конечно, обоснованной тарификации

услуг как естественного в сложившихся условиях источника дальнейшего развития.

Безусловно, в механизмах взаимоотношений отраслевых НИИ и Минсвязи СССР были недостатки, но не такие, чтобы ликвидировать госзаказы на НИОКР и связанную с ними хозяйственную и организационную деятельность министерства.

Сегодня былого темпа развития сети магистральных и внутризоновых РРЛ нет по ряду организационных и экономических причин. На действующих в стране сетях РРЛ значительная часть оборудования отечественного производства уже успешно отработала установленные сроки службы — 25 лет. А что же дальше?

Более 17 лет НИИР живет надеждами и ожиданиями положительных результатов влияния реформ государственного устройства на перспективы возобновления работ по созданию, освоению производства и широкому применению новой отечественной высокоскоростной цифровой техники, в том числе радиорелейной связи, пригодной для замены оборудования на действующих и сооружения новых РРЛ. Многократная реорганизация отрасли и ее штаба, приватизация предприятий отрасли и промышленности, рыночные реформы национальной экономики, ее глобализация, при очевидных заблуждениях реформаторов, отрицательно повлияли на развитие работ по новой технике в отраслевых НИИ. В условиях реформ, разработки новой техники, к сожалению, почти прекратились во многих отраслях хозяйства страны.

Если в новом штабе отрасли не будет заинтересованных генеральных заказчиков по подотраслям, компетентных и имеющих в распоряжении бюджетные или внебюджетные средства на разработки в НИИ новой техники (например, средства организованных для НИОКР консорциумов) с возложенной на заказчиков персональной ответственностью за эффективность использования средств, то нужной новой техники не будет. Так уже было в советский период времени с подотраслями, не имевшими заинтересованного заказчика. Если отраслевой научно-технический штаб будет выступать заказчиком новой техники для подотраслей в подведомственных НИИ, он нисколько не подорвет рыночный характер экономики и конкуренцию производителей техники, либо услуг электросвязи. Сегодня заказчиков ОКР по новой технике электросвязи, в том числе по радиорелейной, у отраслевых НИИ просто нет. Промышленность средств связи озабочена своими, подведомственными НИИ и СКБ, работающими, в основном, по специальной тематике.

Отраслевой науке требуется стабильный заказчик. Ситуация с созданием отечественной техники для развития сетей РРЛ характеризуется следующими основными фактами.

- На шести заводах страны, где ранее выпускалось созданное в НИИР радиорелейное оборудование, производство давно прекращено, в основном, в связи с неравноправной конкуренцией с относительно более дешевой продукцией зарубежных фирм на незащищенном внутреннем рынке. Налаженного производства, либо подготовки его для переоснащения действующей сети многоствольных РРЛ новым оборудованием, больше нет.

Реорганизованное отраслевое министерство уже много лет не имеет возможности, либо не желает финансировать разработки новой радиорелейной техники в подведомственных НИИ, КБ и университетах связи. Разрозненные акционерные общества региональных операторов не желают выделять средства на общие отраслевые цели. Их и госчиновников, по очевидным причинам, полностью устраивает ориентация на постоянные закупки для своих нужд техники связи за рубежом — интернациональный бизнес не тяготят возможные последствия техно-

логической зависимости национальной экономики громадной страны.

- Вследствие длительного отсутствия финансирования работ по созданию комплексов новой техники подразделения разработчиков, конструкторов и опытного производства отраслевых НИИ были вынуждены прекратить существование, т. е. накопленный коллективами многолетний драгоценный опыт и выращенные кадры почти полностью утрачены. Оборудование для НИОКР соответствующих лабораторий, не обновляемое два десятка лет, в настоящее время полностью амортизировано, изношено и устарело.

- НИР и ОКР по системам радиосвязи и образцам оборудования, заказываемого ранее в отраслевых НИИ, рождали не только новую отечественную технику связи и потребность для электронной промышленности в новых компонентах, но были источниками и стимуляторами получения специалистами института глубоких знаний техники и тенденций мирового развития новых технологий связи, обеспечивавшими высокую квалификацию ведущих сотрудников. Это позволяло им быть экспертами, с пользой участвовать в консультациях чиновников штаба отрасли по конкретным вопросам научно-технической политики подотраслей. К сожалению, для экономии средств финансирование отрасли ОКР по радиорелейной тематике в НИИР было прекращено. Результаты такой реформации предсказать нетрудно.

- Прекращение финансирования НИОКР по тематике РРЛ фактически прервало эффективное взаимодействие НИИР с предприятиями связи и промышленности средств связи в отношении научно-технического прогресса подотрасли. Прекращение финансирования работ по радиорелейной технике лишило отрасль одной из наименее затратных возможностей организации работ по созданию современной радиорелейной техники, ликвидировало полезного отрасли конкурента для НИИ и СКБ промышленности средств связи, занятой выполнением более выгодных заказов.

- В стране возникли предприятия, работавшие вначале в основном по принципу «отверточной» технологии и поставлявшие на внутренний рынок современное одно-двухствольное радиорелейное оборудование ряда диапазонов частот, которое трудно было назвать отечественным. Есть в стране небольшие предприятия, которые на основе собственных разработок, либо в кооперации выпускают относительно небольшими партиями современную цифровую радиорелейную аппаратуру с использованием зарубежных комплектующих изделий [12—14 и др.]. Так как новые РРЛ строятся, в основном, на развивающихся сетях базовых станций мобильной сотовой связи, то с учетом прямого импорта имеющихся в стране мощностей такого производства для них достаточно. Все равно вся техника мобильной связи в настоящее время зарубежная.

Перспективы РРЛ в современной России. В развитых зарубежных странах техника цифровой высокоскоростной радиорелейной связи прямой видимости достигла высокого уровня, кажущегося порой предельно возможным. Удельный вес РРЛ среди транспортных систем связи в развитых зарубежных странах в несколько раз превышает данный показатель в нашей стране. РРЛ не относится к устаревшим видам транспортных систем связи. Очень большие информационные потоки в развитых странах и во многом уже исчерпанные территориально-радиочастотные ресурсы заставили зарубежных операторов развивать транспортные сети преимущественно на волоконно-оптических линиях связи.

В нашей стране иная ситуация как с информационными потоками, так и с использованием территориально-частотных ресурсов. Отказываться от развития сетей с применением современных цифровых РРЛ как эффективных беспровод-

ных транспортных систем на внутризонавой и сельской сети, а также на магистральной сети нет никаких оснований. Это один из экономически эффективных, перспективных видов транспортных систем связи [15, 16] на магистральных сетях и особенно на внутризонавых и сельских сетях межстанционной связи, в сложных природных и климатических условиях России с ее огромной, относительно мало населенной территорией.

Сегодня, к сожалению, не только в области отечественной техники цифровой радиорелейной связи накопилось большое отставание от уровня ведущих зарубежных стран. Однако это отставание можно достаточно быстро преодолеть при выполнении следующих условий:

- достаточная материальная поддержка со стороны государства ключевых отраслевых НИИ, СКБ и университетов;
- рациональная закупка за рубежом преимущественно новых ключевых технологий производства, а не всего, что можно производить внутри страны из отечественных материалов, с использованием своих трудовых ресурсов;
- быстрая и рациональная оптимизация структуры органов управления;
- возвращение Минсвязи части функций хозяйствующего субъекта и действительного штаба отрасли, планирующего научно-технический прогресс, создание и использование новой техники, проведение разумной отраслевой научно-технической политики.

Отрасль, ее штаб и отраслевая наука. По нашему мнению, к отрасли хозяйственной деятельности страны можно отнести совокупность действующих в стране компаний (корпораций), которые объединены взаимозависанными технологиями, регламентами и правилами функционирования на общем поле деятельности, имеют взаимозависанные перспективные планы научно-технического и производственно-экономического развития, общие главные цели.

Отрасль может успешно развиваться и соответствовать целям ее образования только при наличии научно-технического и экономического штаба и его эффективной повседневной работе. Штаб должен располагать средствами для того, чтобы заказывать, своевременно получать и использовать результаты НИОКР как подведомственных отраслевых предприятий, так и предприятий смежных отраслей, направлять и корректировать работу подведомственных НИИ и КБ в соответствии с имеющейся, либо прогнозируемой потребностью отрасли и всей страны.

Имеющий хождение в некоторых кругах тезис корпоративного эгоизма: «пусть промышленные предприятия конкурируют между собой, а мы выберем и купим на мировом рынке все лучшее, что нам надо», просто неприемлем для нашего общества и в целом для государства, выражающего его основные интересы. Большая технологическая зависимость от зарубежья и техническая политика, способствующая росту инфляции и безработицы, абсолютно неприемлемы для будущей России.

Отраслевые НИИ связи, непосредственно изучающие и знающие нужды операторов и особенности эксплуатации отечественных систем и сетей связи, должны постоянно выполнять актуальные ОКР по созданию новой отечественной техники связи совместно с СКБ промышленности, либо конкурируя с ними. Это могло бы стимулировать СКБ и НИИ промышленности средств связи к сотрудничеству с подотраслями связи, обеспечивало бы формирование квалифицированных кадров и истинную конкуренцию разных изделий новой техники непосредственно на линиях связи, а не «липовую», с коррупционными тендерами. Тендеры в науке и технике — явно непригодный и неэффективный инструмент.

Для пользы отрасли целесообразно восстановить отмененную в 90-х годах Министерством связи практику сооружения, линейных испытаний и приемки опытных линий на новой технике связи с обязательным участием отраслевых НИИ, изготовителя оборудования и эксплуатационных предприятий. Это обеспечит обратную связь — «эксплуатация — разработка — производство — эксплуатация», способствующую объективной оценке, повышению качества и технического уровня оборудования и качества работы линий связи, а значит, и услуг связи.

Финансирование ОКР отраслевых НИИ по актуальной для подотраслей тематике создания новой техники связи должно быть не только достаточным, но и непрерывным во времени. В мировой гонке не может быть перерывов, и зарубежные фирмы-разработчики таких перерывов, как правило, не имеют. Кто прервался — тот отстал, в данной области, что еще более справедливо при необходимости догонять конкурентов. К сожалению, это зачастую не учитывалось даже тогда, когда у НИИР были заказчики. Основная тематика выполняемых работ не должна прерываться. Техника производственно-технологического назначения подлежит постоянному совершенствованию ее создателями совместно с производителем и пользователем, вплоть до появления революционных, либо накопления близких по теме новых эволюционных, полезных результатов фундаментальных наук и необходимых ресурсов, позволяющих осуществить обоснованную технологическую переориентацию, полную замену отслужившего поколения техники и технологии. Следует иметь в виду, что на перевооружение подотрасли потребуются много лет. Слишком масштабна задача.

Первоочередные задачи в области радиорелейной техники. Если отрасль возобновит достаточное финансирование разработок новой техники в НИИР, то в области радиорелейной связи в первую очередь целесообразно организовать разработку комплекса цифрового радиорелейного оборудования, в первых, диапазона 4 ГГц — для переоснащения существующих магистральных РРЛ цифровым оборудованием с пропускной способностью 155 Мбит/с, и, во-вторых, диапазона 8 ГГц — для переоснащения и развития сетей внутризонавых РРЛ (типа «Набор») с пропускной способностью 34 Мбит/с (PDH) и 155 Мбит/с (SDH).

Если бы полное возрождение разработок, организация и переоснащение лабораторий стали реальностью, то появилась бы возможность расширить фронт НИОКР созданием высокоскоростного радиорелейного оборудования STM-1 диапазона 6 ГГц, а также оборудования для микроволновой широкополосной интерактивной стационарной сотовой системы (с многостанционным доступом — МДВР) распределения мультимедийной цифровой информации по групповым станциям сети кабельного телевидения и оконечным сельским АТС (шифр ШРД-10) с трафиком ствола 16 × E1 / Ethernet в диапазоне частот 10,38...10,68 ГГц [17, 18], которые должны заинтересовать, по крайней мере, две зрелые подотрасли.

Существуют старые, но до сих пор до конца не решенные задачи: сооружение наземных линий связи, эксплуатируемых в труднодоступных для обслуживания районах Сибири и Дальнего Востока, например, от Красноярска до Норильска вдоль Енисея. Линия должна быть сверхэкономична по электропитанию и очень надежна в жестких природных и климатических условиях. Сооружение ее должно быть максимально индустриализовано и приемлемо по стоимости. Это трудная и противоречивая комплексная задача.

Когда-то была предпринята попытка ее решения с помощью аналоговой радиорелейной системы. Было разработано оборудование, построена и испытана в пустынной местности Казахстана двухствольная экспериментальная РРЛ для переда-

чи аналоговых сигналов в диапазоне 2 ГГц, с питанием промежуточных станций от солнечных батарей [19]. Однако установка примененной там опоры с кабиной вблизи антенн в труднодоступной местности может оказаться неприемлемой. В [20] представлены практически все применявшиеся на РРЛ варианты общих конструктивных решений радиорелейной станции — есть возможность выбора и совершенствования варианта.

Идеи работ [21, 22] и опыт, полученный на экспериментальной РРЛ [19], могут быть переосмыслены и использованы для создания комплекса нового цифрового мало потребляющего оборудования «НИТЬ-ЦФ» диапазона 7, либо 8 ГГц. Причем фильтрация, усиление, преобразование и переприем сигналов на промежуточных станциях будут осуществляться только по СВЧ при минимальных вносимых искажениях, а регенерация — только на главных станциях модемной секции РРЛ длиной не менее 250 км. На промежуточных станциях можно использовать, например, относительно легкие антенно-фидерно-мачтовые устройства типа «ШПОРА-8», а также автономные, комбинированные источники электропитания. Оперативно не обслуживаемые промежуточные станции такой РРЛ будут иметь надежную систему телесигнализации.

Эти же станции РРЛ могут послужить основой создания вдоль всей трассы в радиусе 10—30 км системы подвижной связи — транкинговой либо сотовой. Ведь это направление совпадает с основной транспортной магистралью Центральной Сибири. Оборудование, пригодное для таких РРЛ, на мировом рынке отсутствует. Оно очевидно понадобится, как только будет продолжено освоение природных богатств Сибири, и НИИР мог бы своевременно его создать. Другого экономичного пути реализации наземных линий связи в природных условиях Сибири и Дальнего Востока просто нет.

Дело за штабом отрасли, за обеспечением финансирования предлагаемых работ, за обсуждением и утверждением технических заданий, за затратами, необходимыми для возрождения творческих коллективов. НИИР всегда был силен тем, что мог предложить отрасли и промышленности не просто идеи на бумаге, а реальные образцы новых средств связи, проверенные и испытанные на уровне не ниже технического проекта, — прототипы современной отечественной техники связи, требующейся подотрасли.

Какой НИИ требуется отрасли? Популяризируемая сегодня концепция отраслевого НИИ, не создающего новую технику и технологии, а «решающего маленьким коллективом некие общие задачи», возможно, еще живет в головах некоторых чиновников, несмотря на то что прошедшие годы явно показали, ее полную несостоятельность для будущего большой страны. За «общими вопросами» всегда должны следовать конкретные технические решения, обоснованные рекомендации, как минимум, плодотворные научно-технические идеи, теоретические и экспериментальные исследования, изобретения, оригинальные и эффективные проекты, новые технологии и технические устройства, воплощающие и проверяющие новые технологии. Тенденции развития техники связи в перспективе должны определяться исходя из опыта других стран. Должны изучаться новые рекомендации МСЭ, стандарты международных институтов и на этой основе обосновываться решения и предложения по возможности их внедрения в электросвязь России. Одной из задач отраслевого НИИ должно быть изучение характеристик, особенностей устройства и целесообразности применения в сетях связи России оборудования ведущих отечественных и зарубежных фирм-производителей. Если предприятие не занимается комплексно такими вопросами, оно не будет компетентным и в системных вопросах и вряд ли имеет право называться отраслевым НИИ.

Еще одна происходящая реорганизация министерства, судя по предполагаемой структуре подразделений [23] и постановлению правительства № 418 от 2.06.2008, дает основания надеяться на то, что вскоре отрасль обретет настоящий научно-технический штаб и отраслевые НИИ и КБ наконец-то получают основного заказчика НИОКР, и тогда станут ясными перспективы развития НИИР в новых условиях. Наши надежды сбудутся, если штаб отрасли будет располагать необходимыми средствами для НИОКР, а к его руководству придут патристически настроенные, компетентные специалисты.

Автор благодарен коллегам за полученные при обсуждении рукописи полезные советы, за действенную помощь в работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каменский Н.Н. Разработки в области радиорелейной связи прямой видимости // Приложение к журналу «Электросвязь». ЭЛЕКТРОСВЯЗЬ: история и современность. — 2005. — №4.
2. Мартынов Л.М. Основные тенденции развития радиорелейных систем связи прямой видимости // Электросвязь. — 1981. — №11.
3. Поборчий Е.Д. Радиорелейная аппаратура «Курс-2М» // Электросвязь. — 1980. — № 9.
4. Поборчий Е.Д. Радиорелейная аппаратура «Курс-2М-2» // Электросвязь. — 1987. — № 11.
5. Поборчий Е.Д. Радиорелейная аппаратура диапазона 8 ГГц // Электросвязь. — 1978. — №3.
6. Каменский Н.Н., Поборчий Е.Д. Комплекс радиорелейного оборудования для внутризональной связи // Электросвязь. — 1981. — № 11.
7. Поборчий Е.Д. Аналого-цифровая радиорелейная система передачи «Курс-8-О2» // Электросвязь. — 1985. — № 4.
8. Поборчий Е.Д. Радиорелейная система связи «Пихта-2» // Электросвязь. — 1991. — № 5.
9. Каменский Н.Н., Купцов В.А., Минкин В.М., Поборчий Е.Д., Плотников А.А. Радиорелейная аппаратура «Ракита-8» // Электросвязь. — 1990. — № 2.
10. Поборчий Е.Д., Родионов В.М., Райкин В.М. Радиорелейная система связи «Радиус» // Электросвязь. — 1996. — № 9.
11. Поборчий Е.Д. Радиорелейное оборудование «Радуга-2» // Электросвязь. — 1991. — № 9.
12. Аппаратура цифровых радиорелейных станций МИК-РЛ. Каталог 2006 года. — НПФ «Микран».
13. Современное отечественное цифровое радиорелейное оборудование. Проспект ЗАО «Радиус-2».
14. Радиорелейная станция «Флокс». Проспект ООО «Сеть+сервис».
15. Поборчий Е.Д., Плотников А.А. Итоги и перспективы развития техники для внутризональной и сельской радиорелейной связи // Электросвязь. — 2002. — № 12.
16. Плотников А.А., Поборчий Е.Д. Возможности реализации сетей сельской и внутризональной связи на основе отечественной радиорелейной техники // Электросвязь. — 2004. — №12.
17. Плотников А.А., Поборчий Е.Д. Система широкополосного радиодоступа для фиксированных сельских сетей связи // Электросвязь. — 2006. — № 12.
18. Патент на изобретение № 2285339. Система стационарного цифрового широкополосного радиодоступа. Зубарев Ю.Б., Матушевич О.Ю., Плотников А.А., Поборчий Е.Д.
19. Каменский Н.Н., Поборчий Е.Д. Экспериментальная радиорелейная система связи «Нить» // Электросвязь. — 1988. — № 4.
20. Плотников А.А. Поборчий Е.Д. Конструктивно-технологические концепции построения оборудования и станций РРЛ нового поколения // Труды НИИР. — 2006.
21. Калинин А.И., Шамшин В.А. Вопросы оптимизации построения радиорелейных линий // Электросвязь. — 1978. — №3.
22. Калинин А.И., Шамшин В.А. Оценка условий ЭМС при оптимизации построения РРЛ // Электросвязь. — 1978. — №9.
23. Логинов В., Афанасьева А. Минкомсвязи обновило департаменты. «Com News», 26.06.2008. Интернет.