

---

---

# Системы радиолокации и связи

---

---

УДК 621.396.96

## Радиолокационная станция «Аргунь» (к 30-летию полигонных испытаний)

А.А. Толкачев

Приведены этапы создания (в декабре 1974 г. были проведены заводские испытания) одной из первых мощных РЛС с фазированной антенной решеткой (ФАР) сантиметрового диапазона волн. Работы, связанные с созданием этой РЛС, проводились в сложных условиях и до настоящего времени недостаточно известны научной общественности.

This article describes works connected with creating the one of the earliest high-power centimeter-wave phased-array (PAA) radars. The radar went through the factory test in December 1974. Scientific community is not yet enough informed about the results of the works that were carrying out under difficult conditions.

В середине седьмого десятилетия прошлого века в ОКБ «Вымпел», позднее НИИ радиоприборостроения (НИИРП), которое возглавлял Генеральный конструктор Григорий Васильевич Кисунько, сложилась непростая ситуация. После успехов, связанных с непрерывной серией поражений баллистических ракет средней дальности действия (БРСД) с помощью экспериментальной системы ПРО («Системы А»), открывшихся удачной работой по БРСД 5К63 (в тогдашней классификации Р-12) 4 марта 1961 г., и последующих работ, связанных с отработкой средств радиотехнической защиты перспективных ракет [1], стало ясно, что ограничивать задачи противоракетной обороны только защитой от простых ракет, состоящих из двух элементов – головной части и корпуса последней ступени ракеты-носителя, невозможно.

Надо сказать, что работы по созданию «Системы А» были проведены в очень короткие сроки. Они начались в 1954-55 гг. при полном отсутствии не только необходимой технологической базы, но и отработанных системотехнических решений, хоть сколько-нибудь апробированных экспериментально или даже теоретически. Тем не менее в 1956 г. был разработан эскизный проект «Системы А», летом 1957 г. впервые в мире были проведены радиолокационные наблюдения головных частей в полигонных условиях на специально созданной для этой цели экспериментальной РЛС РЭ-1, а весной 1961 г. – достигнут успех, связанный с первым поражением головной части БРСД [2].

Молодому, очень грамотному и амбициозному коллективу НИИРП, к тому же находящемуся на гребне небывалого успеха, было очень трудно осознать необходимость коренного пересмотра тактико-технических требований к разрабатываемой системе. Это, конечно, относилось и к Григорию Васильевичу, считавшему необходимым в кратчайшие сроки развернуть боевую систему А-35 на базе технических решений, отработанных на «Системе А» с их небольшой коррекцией. Надо отдать должное, что при всей внешней прямолинейности и неуступчивости Григория Васильевича, он хорошо понимал, что средства защиты головных частей (боевых блоков) баллистических ракет будут развиваться, и необходимо адекватное этому развитие технологий систем ПРО. Свидетельством этому является создание по его инициативе и с его живейшим участием технического сборника радиотехнических, оптических характеристик боевых блоков и сопутствующих ему элементов, а также характеристик уязвимости блоков, так называемой «Белой книги», непрерывно корректируемой, просуществовавшей несколько десятилетий и всегда бывшей настольной книгой разработчиков ПРО. Им же были поставлены НИР «Выбор» и «Селекция», посвященные узловой проблеме ПРО – выделению боевых блоков из состава сложной баллистической цели, проведенные под руководством Г.П. Тартаковского и В.Г. Репина, к сожалению, не давшие, с моей точки зрения, сколько-нибудь заметных, полезных для разработчиков результатов.

Главным шагом в этом направлении, как мне кажется, надо считать решение Григория Васильевича о разработке принципиально новой для того времени многоканальной радиолокационной станции с фазированной антенной решеткой и полным поляризационным приемом сигналов с использованием технологического задела по созданию мощных передающих устройств на базе сверхмощных усилительных приборов М-типа и вычислительных средств, отработанных на «Системе А» и «А-35».

У истоков этой разработки стояла лаборатория ныне покойного А.В.Иванова, а начиная с этапа эскизного проектирования (лето 1965 г.) она была передана коллективу, руководимому А.А.Толкачевым (впоследствии главный конструктор этой станции), получившей шифр «Аргунь». Это был большой коллектив (около ста человек), приобретший бесценный опыт при разработке и натурных испытаниях «Системы-А», а также проведении последующих исследовательских работ на этом комплексе (по исследованию средств радиотехнической защиты БР – НИР «Верба», «Кактус», «Крот» [2]), изучении влияния ионизации атмосферы при ядерных взрывах на работу РЛС. Коллектив состоял из выпускников лучших московских вузов, приобретших опыт на полигонных работах, и опытных инженеров-практиков, он нес в себе определенный эмоциональный заряд, связанный с желанием внедрять в разработку новые технологические решения и стремлением повысить роль системообразующих тематических подразделений при создании сложных радиотехнических систем.

Радиолокационная станция «Аргунь» должна была решить несколько принципиально новых для того времени задач, связанных с насущными проблемами создания ПРО, и стать опытным образцом основного информационного средства перспективной системы ПРО «Аврора» [3–5]. К ним надо отнести следующие задачи:

обеспечение существенно многоканального режима, т.е. такого режима работ, когда увеличение количества обслуживаемых целей изменяется путем модификации условий работы аппаратуры с помощью программно-алгоритмического обеспечения, а не наращиванием объема аппаратуры;

получение высоких селективных возможностей, основанных на определении формы наблюдаемых объектов и характера их собственного движения путем обработки информации при полном поляризационном приеме;

обеспечение помехозащищенности от активных помех с помощью методов поляризационной компенсации и от пассивных помех за счет высокой разрешающей способности по дальности.

Для реализации поставленных задач был предложен ряд пионерских для того времени решений, в частности: полноповоротная по двум эйлеровым осям отражательная фазированная антенная решетка, включающая в себя около 9000 фазовращателей и способная излучать и принимать сигналы двух ортогональных круговых поляризаций;

сверхмощное когерентное передающее устройство, состоящее из двух идентичных каналов и обеспечивающее поочередное излучение сигналов правой и левой круговых поляризаций;

многоканальное со сверхвысокой чувствительностью (58 К) приемное устройство с квантовыми парамагнитными усилителями на входе, возможностью глубокой компенсации активных шумовых помех и сверткой широкополосных сигналов с внутримпульсной линейной частотной модуляцией 10 МГц;

видеотракт с оцифровкой сигналов на выходе каналов приемника и последующей обработкой на специализированных устройствах, обеспечивающих взаимодействие с универсальными вычислительными средствами;

комплекс универсальных и специализированных цифровых вычислительных средств и программно-алгоритмическое обеспечение (ПАО) на базе принципов массового обслуживания объектов, обеспечивающие автоматическое управление станцией и цифровую обработку принятых сигналов.

Представлялось, что принятые технические решения позволят создать радиолокационное средство, способное обеспечить решение информационных задач в составе стрельбового комплекса при отражении налета сложной баллистической цели, оснащенной средствами радиотехнической защиты.

Несмотря на то, что Григорий Васильевич в эти годы был очень сильно поглощен проблемами создания полигонного образца стрельбового комплекса «Системы А-35», он очень внимательно отслеживал принципиальные вопросы, связанные с созданием РЛС «Аргунь» и стрельбового комплекса на ее основе. Особенно его интересовали поляризационные методы распознавания объектов и компенсации активных помех в главном лепестке диаграммы направленности антенны, поскольку он справедливо полагал, что это один из эффективных путей борьбы со средствами радиотехнической защиты боевых блоков баллистических ракет на безатмосферном участке траектории полета, а также проблемы обеспечения энергетического потенциала, памятуя о некоторых трудностях в этой части, возникших при создании РЛС «Системы А».

Радиолокационная станция «Аргунь» была разработана и изготовлена очень быстро в основном благодаря тому энтузиазму, который определял ход работ на первых этапах создания средств и систем ПРО под руководством Г.В. Кисунько. Все устройства станции были изготовлены, поставлены на полигон «Сары-Шаган» и проверены по техническим условиям к концу 1970 г.

На рис. 1 приведена фотография РЛС «Аргунь» на объекте 38, а на рис. 2 – под радиопрозрачным укрытием. Эта работа была выполнена благодаря кооперации конструкторских бюро и заводов-изготовителей, сложившейся еще при создании радиолокаторов «Системы А». В состав кооперации входили: ОКБ «Вымпел» – головной разработчик; головное производственно-технологическое предприятие (Москва); производственное объединение «Каскад» (Москва); Кунцевский механический завод (позднее МРТЗ) и его КБ (аппаратура приемного устройства, видеотракта, контрольно-записывающая аппаратура); Горьковский механический завод и его КБ, Горьковский завод им. С. Орджоникидзе (аппаратура антенной системы); Днепровский механический завод и его КБ (передающее устройство); Подольский механический завод и его КБ (волноводные тракты и приводные системы антенны); Ма-

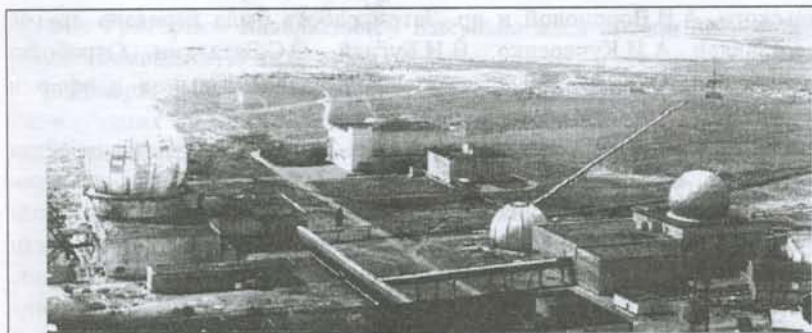


Рис. 1

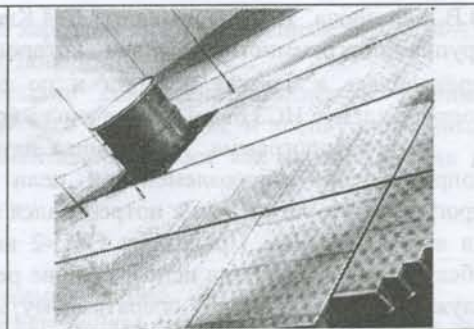


Рис. 2

рийский машиностроительный завод (специализированные устройства обработки сигналов); Саратовский радиоприборный завод (системы управления и отображения); Загорский электромеханический завод (универсальные вычислительные средства); Центральное проектно-конструкторское бюро (Владимир) (укрытие антенны); Объединение «Гелиймаш» (криогенные системы).

В работе принимали участие ряд других заводов и КБ и огромное количество субподрядчиков.

Важным моментом следует отметить внимание, которое уделялось этой работе на этапе изготовления аппаратуры Военно-промышленной комиссией при Совете Министров СССР, Министерством обороны, Минрадиопромом.

Но главным было то, что в те годы ОКБ «Вымпел» обладал очень сильными тематическими и отраслевыми подразделениями, прошедшими школу создания в рекордно короткие сроки установок РЭ и средств «Системы А», что позволило избежать грубых ошибок в этой сложной технической работе. Эти люди не могли не вдохновиться теми революционными техническими идеями, которые были заложены в создаваемую станцию, которая, как они не без основания полагали, нужна стране в «холодной войне». Именно так в те времена решались серьезные задачи.

Очень важно, что эта работа была поручена молодому коллективу. Большой вклад внесли Н.А. Айтхожин, А.В. Комаров, В.А. Марков, Г.П. Кобельков, М.М. Золотарев, Р.Р. Свицерский, В.В. Белоглазов, В.Е. Фарбер и Г.В. Попхадзе, а также руководитель тематического отдела Б.М. Шаулов.

Много труда вложили сотрудники отраслевых подразделений ОКБ-30, в частности, С.И. Шамаев, М.М. Ганцевич, Л.И. Кудрявцев, В.А. Макота, Ф.И. Емельченков, Е.П. Гренгаген, Б.А. Левитан, Ю.Д. Шафров, А.А. Аникеев, В.В. Куликов, Ю.Н. Андреев, Е.А. Корнеев, В.А. Якунин, А.П. Бесчастнов, В.С. Оконешников, В.Д. Миронов, И.Н. Котов, А.В. Куренных и др. Нельзя не вспомнить работников ВПК В.С. Дубровского и В.И. Шалагина, представителя Минобороны А.И. Жаркова, офицеров полигона И.И. Аднагулова, Е.И. Апсита и многих других, активно участвовавших в создании РЛС.

Наиболее сложное устройство станции – антенна – было разработано в коллективе, возглавлявшемся в то время Б.И. Скулкиным и Н.Д. Наследовым. В очень короткое время на базе опыта создания больших зеркальных антенн была создана чрезвычайно надежная и простая в эксплуатации конструкция. Ведущими разработчиками были М.М. Ганцевич, Л.И. Кудрявцев. Конструкция антенны была разработана под руководством В.А. Куренных и Е.Д. Калашникова. В процессе модернизации и доработок антенны большую работу выполнили В.А. Макота, Н.И. Степанов, М.П. Павлова.

Отдельно необходимо сказать о критической для этой разработки задаче создания программно-алгоритмического обеспечения [4]. Трудность заключалась в том, что необходимо было обеспечить полностью автоматическую работу многоканальной станции в слабо детерминированных условиях работы, т.е. по заранее неизвестному количеству элементов цели, в неизвестной конфигурации, в присутствии слабо разрешенных групповых объектов, в условиях активных и пассивных помех. Такая постановка задачи требовала гибкого распределения аппаратных и вычислительных ресурсов при обслуживании целей и обработке получаемой информации. Учитывая, что вычислительные средства того времени имели ничтожные по современным понятиям ресурсы быстродействия и памяти, решение такой задачи требовало огромных усилий, мастерства и упорства от разработчиков алгоритмов и программ. Разработка программного обеспечения трижды передавалась новым коллективам программистов, что, конечно, не способствовало быстрому решению сложнейшей задачи – созданию эффективного ПАО. В то же время – нет худа без добра – она обеспечила некоторую этапность в этой работе.

Первая программа, получившая название «Общая боевая программа-1» (ОБП-1), обеспечивала сопровождение парной цели (корпуса ракеты носителя и головной части). Эта программа не обладала гибкостью, необходимой для работы по множественной цели в слабо детерминированных условиях, в связи с отсутствием механизмов адаптации программного обеспечения к изменению интенсивности входного потока сигналов и ограничением количества одновременно обнаруживаемых и сопровождаемых объектов. Программа ОБП-1 была разработана и отлажена в режиме имитации аппаратуры коллективом программистов в составе В.И. Стафеева,

В.В.Железнова, В.А.Вьюнышева, Д.И.Клещельского, А.В.Вороновой и др. Затем работа была передана другой группе программистов, основу которой составляли А.И.Кучеренко, В.И.Буглай, С.С.Баталкин. Отработка проводилась в составе станции и по реальным целям в 1973–1974 гг. Первый удачный выход в эфир и сопровождение ИСЗ были обеспечены в конце 1973 г.

Вторая программа, получившая название «Общая боевая программа-2» (ОБП-2), была предназначена для сопровождения многоэлементной цели в сложных и заранее не определенных условиях. При создании программного обеспечения потребовался переход от программирования в кодах на программирование в автокоде на языке «СИСП». Программа ОБП-2 включала в себя систему массового обслуживания (СМО) как в части обслуживания заявок на использование ресурсов РЛС (импульсов передатчика и интервалов приема эхосигналов, служебных операций по оперативному контролю и юстировке аппаратуры РЛС), так и в части обеспечения обслуживания заявок на обработку радиолокационной информации. Построение системы обработки информации и управления в виде СМО позволило легко отлаживать систему и легко ее дорабатывать путем введения новых заявок на использование ресурсов РЛС и новых групп программ обработки информации [4].

Программу ОБП-2 в короткие сроки разработал коллектив Конструкторского бюро системного программирования (Новосибирск), созданного по инициативе Г.В.Кисунько. Лидерами этого интересного молодого коллектива были Б.А.Балаш, С.Б.Деревянкин, Я.С.Минкин, Ю.Н.Григорьев, М.В.Эйсымонт, А.П.Афанасьев, Ю.А.Гаврилов и др. Возглавлял КБ М.И.Нечипуренко, затем В.Н.Моисеенко. Позднее КБСП было переведено в г.Гомель, где и работает в настоящее время под руководством Ю.А.Гаврилова

При создании ОБП-1 и ОБП-2 коллективы программистов тесно сотрудничали с разработчиками алгоритмов – А.А.Толкачевым, Н.А. Айтхожиным, В.А. Марковым, М.М. Золотаревым, В.Е. Фарбером, В.В. Чебаненко, В.А.Говориным, Т.И. Квашиной, В.В. Белоглазовым и др.

Кроме общих боевых программ на станции был разработан комплекс программ контроля, поддерживающих систему автоматического контроля состояния станции, включавший в себя:

программу автоматического непрерывного контроля состояния аппаратуры (АНК), функционировавшую во всех основных видах работы параллельно с основной программой;

программу контроля основных характеристик станции (КТХ), специализированную программу, работающую в промежутках между основными работами, главным образом, при подготовке станции к очередному сеансу работ;

программу контроля технического состояния устройств станции (КТСУ), специализированную программу для контроля характеристик основных устройств станции и поиска неисправностей.

Программы были разработаны небольшими коллективами алгоритмистов и программистов в составе В.А.Маркова, В.П.Малашкина, В.Т.Потехина, В.А.Фомичева и др. и оказались очень эффективным и полезным инструментом.

Обе программы были реализованы на вычислительном комплексе 5Э57А, разработанном институтом точной механики и вычислительной техники имени академика Сергея Алексеевича Лебедева. В состав комплекса входили две ЭВМ 5Э926, оборудованные каналами обмена, и комплект внешних устройств (магнитные барабаны, магнитофоны, устройство ввода и вывода с перфокарт, быстрая печать, алфавитно-цифровое печатающее устройство, графопостроитель). Базовая ЭВМ ВК 5Э57А представляла собой универсальную вычислительную машину с двумя процессорами с общей памятью. Центральный процессор (М-500) обладал быстродействием до 500 тысяч одноадресных операций в секунду, а вспомогательный процессор (М-100) – до 100 тысяч.

В конце декабря 1974 г. на площадке 38 полигона «Сары-Шаган» были проведены заводские испытания радиолокатора «Аргунь» на основе программ ОБП-1 и ОБП-2. Было установлено соответствие радиолокатора всем требованиям заказчика и выработаны рекомендации по возможным направлениям его дальнейшего совершенствования.

Судьба радиолокационной станции «Аргунь» в дальнейшем была трудной. Отстранение Григория Васильевича от научно-технического руководства разработками систем противоракетной обороны в значительной мере предопределило дальнейшие события. Руководство созданного в Минрадиопроеме ЦНПО «Вымпел» потеряло интерес к этой разработке, рассматривая ее как технически сложную и малоперспективную. Основные аргументы основывались на том, что фазированная антенная решетка РЛС «Аргунь» была разработана как полноповоротная по двум осям (азимуту и углу места). В то время, когда ФАР для РЛС военного назначения только начинали разрабатываться, за рубежом, прежде всего в США, господствовала идея ненужности поворотных устройств, которые с успехом могут быть заменены быстрым электронным сканированием. В одном из журналов американского общества радиоинженеров в то же время была помещена карикатура: настоящее – красивая неподвижная ФАР, прошлое – лошадь, вращающая зеркальную антенну, привязанную к деревянному столбу. Наши крупные теоретики из ЦНПО «Вымпел» во главе с В.Г. Репиным охотно приняли на вооружение эти представления, ориентируясь на «передовые западные идеи», и критиковали станцию с этих позиций, а также за то, что она имеет совмещенную на прием и передачу антенну и ряд других технических решений. Время, однако, в очередной раз показало, что зало-

женные Григорием Васильевичем Кисунько идеи носили опережающий характер, все современные РЛС с ФАР имеют совмещенную на прием и передачу антенну и все они, как правило, поворотные.

Аппаратура и программное обеспечение радиолокатора непрерывно совершенствовались в течение последующих 20 лет (до 1994 г.), что позволило существенно улучшить его технические и эксплуатационные характеристики. На станции был проведен большой комплекс экспериментальных работ как автономно, так и совместно с радиолокатором миллиметрового диапазона «Руза» [6, 7].

#### Литература

1. Кисунько Г.В. Секретная зона: Исповедь Генерального конструктора. – М.: Современник, 1996.
2. Толкачев А.А. Миф о невидимости и неуязвимости ГЧ БР развеян в пустыне Бетпак-Дала. Первые радиолокационные наблюдения баллистических ракет. – Рубежи обороны – в космосе и на Земле. Очерки истории ракетно-космической обороны / Автор-составитель Н.Г.Завалий. – М.: Вече. 2003.
3. Первов М. Системы ракетно-космической обороны России создавались так. – М.: АВИАРУС-XXI. 2003.
4. Золотарев М.М., Толкачев А.А., Фарбер В.Е. Из истории создания программно-алгоритмического обеспечения современных многоканальных радиолокационных средств с ФАР. Юбилейный выпуск к 100-летию Радио. – Радиопромышленность, 1995.
5. Космические средства вооружения. Энциклопедия XXI век. Оружие и технологии России. – М.: Издательский дом «Оружие и технологии», 2002.
6. Tolkahev A.A., Levitan B.A., Solovjev G.K. et al. A Megawatt Power Millimeter-Wave Phased-Array Radar. – IEEE AES Systems Magazine, 2000, July.
7. Толкачев А.А., Макота В.А., Павлова М.П. и др. Большая радиолокационная ФАР миллиметрового диапазона волн. – Антенны, 1999, вып. 1(42).

Поступила 20 июля 2006 г.

---

## Информационное сообщение

С 17 по 20 февраля 2004 г. в Нижнем Новгороде прошел научный семинар «Квазиоптическое управление передачей СВЧ большой мощности».

Квазиоптическими принято называть устройства СВЧ, поперечные размеры которых существенно превышают длину волны, вследствие чего волны имеют многомодовую структуру. Такие устройства характерны для высоких уровней мощности СВЧ, особенно миллиметрового диапазона волн (ММДВ).

По результатам работ симпозиума выпущен сборник «Quasi-Optical Control of Intense Microwave Transmission. Edited by Jay L. Hirshfield and Michael I. Petelin. NATO Science Series». В этом сборнике представлено 27 работ 116-ти авторов. Работы распределены по трем разделам: «Квазиоптические компоненты – теория и экспериментальные исследования», «Квазиоптические устройства и системы», «Применения квазиоптических систем». Применения квазиоптических устройств и систем разнообразны: радиолокаторы ММДВ различного назначения, управляемый ядерный синтез и очистка ядерных отходов, технология агломерации керамики и нанесения диэлектрических пленок на металлические поверхности.

**Сборник имеется в библиотеке РАН по естественным вопросам  
(119019, Москва, ул. Знаменка, д.11/11)**