

Отечественная загоризонтная радиолокация

Э.И. Шустов

*ОАО «Научно-производственный комплекс «Научно-исследовательский институт дальней радиосвязи
г. Москва*

В работе рассматривается история отечественной загоризонтной радиолокации на начальном этапе её изобретения и развития. Приведены организации и отмечены учёные, которые внесли наиболее существенный вклад в исследования и разработки по созданию загоризонтных радиолокационных станций.

The study focuses on examination of the history of our country's over-the-horizon radiolocation at the initial stage of its creation and development. In this paper, organizations and scientists who made considerable contribution to over-the-horizon radar research and development are presented

Впервые идея радиолокационного обнаружения самолётов с использованием коротких (декаметровых) радиоволн, отражающихся от ионосферы на дальности одного скачка, была предложена в 1946 г. сотрудником Центрального НИИ связи Министерства обороны Кабановым Н.И.[1, 2].

В районе г. Мытищи в рамках НИР «Веер» была создана радиолокационная установка для подтверждения этой идеи, на которой в 1947-1949 гг. были проведены работы с целью загоризонтного обнаружения самолётов на дальности одного скачка (~ 1500 км). Однако, самолёты обнаружить не удалось, т.к. отражённый от цели сигнал был замаскирован мощным сигналом, отражённым от Земли.

Заявка, поданная на обнаружение этого сигнала, получила признание только в 1959 г., когда был получен диплом № 1 на открытие этого эффекта, который получил название «эффект Кабанова» [1].

В США первые работы по загоризонтному обнаружению самолётов были проведены в 1950-1953 гг. Эти работы в то время также закончились неудачей /3/.

Независимо от отечественных и зарубежных работ, которые носили закрытый характер, идея загоризонтного обнаружения была вновь выдвинута в 1958 г. коллективом лаборатории НИИ радио Министерства связи под руководством Штырена Е.С. Для разработки этой идеи коллектив лаборатории (~ 50 чел.) в сентябре 1958 г. был переведён в НИИ-101 Министерства радиопромышленности. В рамках поисковой НИР «Дуга» (руководитель Штырен Е.С.) в период 1958-1960 гг. были выполнены работы по измерению методом электродинамического моделирования эффективных поверхностей рассеяния (ЭПР) самолётов и корпусов баллистических ракет в декаметровом диапазоне радиоволн для моно- и бистатического (вплоть по положению «на просвет») вариантов радиолокации (руководитель Шамшин В.А.). В области, близкой к положению «на просвет», было установлено резкое увеличение ЭПР целей и её независимость от применяемых радиопоглощающих покрытий.

Были исследованы также резонансные явления при отражении сигналов от целей, приводящие к существенному увеличению ЭПР при приближении основных размеров целей к половине длины радиоволны.

Были рассмотрены процессы образования высотного ионизированного следа ракет и показано, что на высотах более 100 км. ЭПР следа межконтинентальных баллистических ракет может достигать величины 10^6 м², что в дальнейшем было подтверждено экспериментально.

Для разработки аппаратурных решений были привлечены организации Министерства связи и Министерства радиопромышленности.

В целом по результатам НИР «Дуга» была показана принципиальная возможность загоризонтного обнаружения самолётов на дальности до 3000 км и стартующих баллистических ракет на дальности до 6000 км.

После успешной защиты НИР «Дуга» (1961 г.) было предложено ориентировать дальнейшие работы на обнаружение стартов баллистических ракет, для этого было необходимо создать макет загоризонтного радиолокатора.

Макет этого радиолокатора было решено создавать на базе Николаевского радиоцентра Министерства связи с использованием передающей антенны АМО-450 и передатчиков «Снег» (100 кВт) и «Боб» (500 кВт). Остальную аппаратуру (формирование зондирующего сигнала, синхронизация, обработка сигналов, индикация и др.) необходимо было создавать заново. НИИ-101 не имел в это время необходимой производственной базы, и тематика загоризонтной радиолокации не вписывалась в основную тематику института. Поэтому руководством Министерства радиопромышленности было принято решение и весь коллектив отдела (~ 60 человек) был переведён в августе 1962 г. в НИИДАР, который с этого времени стал головным институтом по загоризонтной радиолокации.

В период 1961-1964 гг. макет загоризонтного радиолокатора Н-17 был создан и на нём в 1964 г. были получены первые загоризонтные обнаружения стартов баллистических ракет с полигона Байконур на дальности ~ 2600 км (Шамшин В.А., Шустов Э.И., Семешкин В.М.).

В 1965 – 1966 гг. макет ЗГ РЛС был усовершенствован путём ввода гребёнки кварцевых фильтров и в 1967 г. на этом макете были получены первые загоризонтные обнаружения самолётов на дальности ~ 2500 км [7, 8].

Вплоть до 1972 г. на макете проводились исследования сигналов возвратно-наклонного зондирования (ВНЗ) и сигналов кругосветного эха с целью изучения условий сверхдальнего распространения коротких радиоволн.

В 1966 г. был разработан эскизный проект сокращённого опытного образца (СОО) ЗГ РЛС 5Н77, который был создан в районе г. Николаева. После успешного завершения в 1972 г. заводских испытаний этого образца на нём было организовано выполнение широкой программы исследований по распространению коротких радиоволн, методов загоризонтного обнаружения целей и отработке аппаратурно-программных решений [5].

Для выполнения этой программы был сформирован коллектив сотрудников НИИДАР и организован в 1973 г. Николаевский филиал НИИДАР. Для проведения исследований сектор контроля РЛС 5Н77 был оборудован комплексом вынесенных средств: имитаторами радиолокационных сигналов (на дальностях 3; 5,5 и 7,5 тыс.км), многочастотными высотными измерителями поля (ВИП) на геофизических ракетах 217 МАП, измерителями кругосветных сигналов. С помощью ВИП в 1974-1978 гг. на удалениях 6-7 тыс.км были измерены профили напряжённости электромагнитного поля для высот до 250 км в различных геофизических ситуациях [4, 5, 6].

На ЗГ РЛС отрабатывались аппаратурные и программно-алгоритмические решения. Большое внимание уделялось способам обработки информации и выделения сигналов на фоне мощных активных и пассивных помех. Был выполнен большой объём исследований условий дальнего и сверхдальнего (включая кругосветных трассы) распространения декаметровых радиоволн в различных геофизических условиях. Отработаны методы оптимизации частотно-угловых режимов станции с использованием сигналов ВНЗ и автоматического выбора диапазона оптимальных рабочих частот [5, 6].

На станции с комплексом вынесенных средств был отработан натурно-математический метод испытаний загоризонтных радиолокаторов. Метод базировался на разработке математических моделей ионосферы и распространения радиоволн, эффективных отражающих поверхностей и сигналов целей, помеховой обстановки и аппаратурно-программного комплекса. По результатам натурных работ на станции с комплексом вынесенных средств производилась калибровка моделей и их проверка по результатам обнаружения стартов баллистических ракет.

Работы на станции проводились сотрудниками НИИДАР, сотрудниками Николаевского филиала НИИДАР и войсковой частью объекта. К работам по загоризонтной радиолокации был привлечён ряд научно-исследовательских организаций: Институт земного магнетизма и распространения радиоволн Академии наук (Мигулин В.В., Лобачевский А.Л.А., Черкашин Ю.Н.), Научно-исследовательский радиофизический институт г. Нижний Новгород (Гетманцев Г.Г., Игнатъев Ю.В.), Московский физико-технический институт (Лукин С.Д.), Сибирский институт земного магнетизма и распространения радиоволн (Жеребцов Г.А., Орлов И.И., Куркин В.И.), Иркутский государственный университет (Поляков В.М., Тинин М.Ю.), Харьковский политехнический институт (Таран В.И.).

Все работы по загоризонтной радиолокации проводились под руководством Главного конструктора Кузьминского Ф.А. Большое внимание этим работам уделял председатель НТС ВПК академик Щукин А.Н. Общее руководство осуществлял заместитель Министра радиопромышленности Марков В.И.

Параллельно с этими работами шла интенсивная работа по разработке и изготовлению аппаратуры ЗГ РЛС 5Ц32 и созданию объектов в районах гг. Киев, Чернигов и Комсомольск-на-Амуре. Основной задачей этих объектов было обнаружение стартов межконтинентальных баллистических ракет с территории США на дальности 6- 10 тыс. км [8].

Объекты были созданы в период с 1972 по 1979 гг. Первое автоматическое загоризонтное обнаружение старта МБР типа «Минитмен» с полигона Ванденберг на дальности 8500 км было осуществлено на объекте в районе г. Комсомольск-на-Амуре 24 февраля 1980 г. В 1982 г. на радиолокационном узле (в районе г. Киев) коллектив НИИДАР завершил доработки и узел начал обнаруживать старты баллистических ракет с космическими аппаратами «Шатл» и «Челеджер» с полигона Кеннеди (США) на дальностях ~ 8000 км. Однако, все положительные результаты были достигнуты только в условиях среднеширотных трасс.

В 1984 г. специалистами НИИДАР и его филиала были развёрнуты работы по исследованию условий распространения радиоволн на полярных трассах. Работы проводились с использованием новых режимов работы ЗГ РЛС и запущенного спутника «Космос 2049» с аппаратурой трансionoсферного зондирования в КВ-диапазоне, разработанной и изготовленной НИИДАР и его опытным заводом.

В 1982 г. было предложено использовать полученные результаты по загоризонтному обнаружению стартов МБР пространственной волной для создания ЗГ РЛС контроля надводной и воздушной обстановки в ближней 200-мильной зоне поверхностной волной и в дальней зоне пространственной волной на дальности 1000-3000 км в интересах Военно-Морского Флота.

На созданной на Дальнем Востоке ЗГ РЛС 4 декабря 1986 г. впервые в отечественной практике поверхностной волной было обнаружено научно-исследовательское судно «Океан» на дальностях 8-150 км, а 24-25 декабря были успешно проведены работы по загоризонтному обнаружению сторожевого корабля «Летучий» на дальностях от 80 до 270 км. В 1987 г. удалось достигнуть загоризонтного обнаружения надводных кораблей на дальностей более 300 км. Первые обнаружения

кораблей пространственной волной на дальностях 2800 км были проведены в мае-ноябре 1987 г [7].

В настоящее время работы по созданию и совершенствованию загоризонтных РЛС обнаружения поверхностной и пространственной волной продолжаются.

Литература

1. Кабанов Н.И. Авторское свидетельство на открытие № 1. Бюллетень изобретений № 19, 1959 г.
2. Кабанов Н.И., Осетров В.И. Возвратно-наклонное зондирование ионосферы. М. Сов.радио, 1965 г.
3. Headrick J.M., Skolnik M. J. Ower-the-Horison Radar in the HF Band. Proceedings JEEE, 1974, vol.62, no 6.
4. Брылев И.С., Калинин Ю.К. и др. Диффракционный захват коротких радиоволн ионосферными волноводами и его характеристики, полученные с помощью геофизических ракет. ДАН СССР, 1977, т.235, 302-304.
5. Алебастров В.А., Калинин Ю.К., Шустов Э.И. Тезисы доклада на X11-й Всесоюзной конференции по распространению радиоволн, ч.1 и 111. М., Наука, 1978.
6. Шустов Э.И. Проблемы загоризонтной радиолокации. Радиотехника, 1997, № 1.
7. Шустов Э.И. Зарождение и развитие отечественной загоризонтной радиолокации. 110 лет радио (сборник статей). Под редакцией Гуляева Ю.В., Быховского М.А. Москва «Радиотехника», 2005 г.
8. 110 лет радио (сборник статей). Под редакцией Гуляева Ю.В. и Быховского М.А., Москва «Радиотехника», 2005 г.