

История создания радиотехнических систем раннего обнаружения

Т. Е. Антышев, С. М. Гурский, И. Д. Калинин
Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского
vka@mil.ru

Аннотация. В истории человечества самым результативным в области науки и техники стал двадцатый век. В особенности это проявлялось и в радиотехнике, в которой с изобретением радио Александром Степановичем Поповым был дан импульс к развитию этой области в нашей стране. Одним из ветвей развития радиоэлектроники считается радиолокация, играющая огромную роль в повседневной деятельности людей и в обеспечении обороны страны. Так при помощи достижений радиолокации – радиотехнических или радиолокационных систем раннего обнаружения – человечество может отслеживать космические аппараты, следить за параметрами движения планет, осуществлять безопасное движение морских и речных судов, проводить спасательные работы, составлять метеопрогнозы и многое другое. На сегодняшний день Российская Федерация обладает одними из самых передовых радиотехнических систем в мире. Напряжённой работе – подвигу советских и российских радистов – по созданию радиотехнических систем П-14 (советский радиодальномер), «Дарьял» (второе поколение советских радиотехнических систем надгоризонтного обнаружения космических объектов), «Волга», многофункциональной радиотехнической системы «Дон-2Н» – посвящена настоящая работа.

Ключевые слова: радиолокационная система; радиотехническая система; радиотехническая система раннего обнаружения; надгоризонтная радиотехническая система; загоризонтная радиотехническая система

I. ВВЕДЕНИЕ

Жизнь современного человека невозможно представить без цифровых технологий, телекоммуникационных и радиотехнических систем. Первый шаг в информационную эпоху был сделан в России. На собрании русского физико-химического общества 7 мая (25 апреля) 1895 года легендарный российский ученый Александр Степанович Попов (1859–1905) продемонстрировал в действии изобретённый им приемник, с помощью которого можно было регистрировать последовательности сигналов разной длительности, передаваемых с помощью электромагнитных волн. В честь этого события уже с 1945 года 7 мая стали отмечать День радио как дань уважения к представителям всех отраслей связи, телекоммуникационных и радиотехнических систем.

Первым, кто создал действующую радиолокационную аппаратуру, был немецкий изобретатель Кристиан Хюльсмайер. Тем самым было положено начало практическому использованию радиоволн для целей обнаружения, был дан импульс к

развитию теории и техники радиолокационных (РЛС) и радиотехнических систем (РТС). Так при помощи достижений РТС человечество может отслеживать космические аппараты, следить за параметрами движения планет, осуществлять безопасное движение морских и речных судов, составлять метеопрогнозы и многое другое [1, 2].

Особое место РЛС нашли в военном деле, где с помощью РТС раннего обнаружения (РО) осуществляется поиск космических, воздушных, наземных и морских объектов.

В создании и развитии теории радиотехники, теории и техники РТС и РЛС принимали активное участие выдающиеся учёные – А.Н. Щукин, П.К. Ощепков, А.А. Расплетин [1].

Александр Николаевич Щукин (1900–1990) – крупный учёный в области радиотехники и радиофизики, автор научных работ по теории и методам расчёта коротковолновой связи, основатель теории сигналов в подводных лодках. В 1946 г. А.Н. Щукин был избран член-корреспондентом, а в 1953 г. – действительным членом Академии наук СССР. С 1947 г. он – руководитель Совета по радиолокации при Совете Министров СССР. За работы по созданию крупных РТС оборонного характера А.Н. Щукин стал лауреатом Государственной премии (1953 г.) и Ленинской премии (1957 г.).

Павел Кондратьевич Ощепков (1908–1992) – видный отечественный учёный, заслуженный деятель науки и техники, профессор, доктор технических наук. П.К. Ощепков внес значительный вклад, как в организационном, так и в техническом плане, в создание в СССР радиолокационной техники на самом первом этапе её развития. Им впервые в отечественной литературе были сформулированы основные принципы радиолокации. Его разработки легли в основу РЛС «РУС-1» и «РУС-2», которые стали выпускаться серийно отечественной промышленностью. Эти РЛС сыграли большую роль в обороне крупных городов во время войны. Им было опубликовано свыше 60 научных трудов и 30 изобретений. Его интересная книга «Жизнь и мечта», в которой он рассказал о том, как складывалась его судьба, выдержала три издания.

Александр Андреевич Расплетин (1908–1967) – крупный отечественный учёный в области радиотехники (телевидение, радиолокация и РТС управления), один из основоположников отечественной инженерной школы разработки и создания систем зенитного управляемого

ракетного оружия (ЗУРО). Главный конструктор эшелонированной зональной зенитно-ракетной системы ПВО «Беркут» (С-25) для обороны Москвы и Московского промышленного района. Под его руководством и при его непосредственном участии созданы зенитные ракетные комплексы (ЗРК) С-75, С-125, С-200. А.А. Расплетин выступил с инициативой начать работы по унифицированной многоканальной системе нового поколения С-300. В 1951 г. ему за создание первой отечественной РЛС наземной артиллерийской разведки (СНАР-1) была присуждена Сталинская премия. В 1956 г. ведущим разработчикам системы С-25, в числе которых был А.А. Расплетин, было присвоено звание Героя Социалистического Труда. В 1958 г. за руководство и участие в создании ЗРК С-75 А.А. Расплетину была присуждена Ленинская премия, в этом же году он был избран член-корреспондентом АН СССР, а в 1964 г. он стал академиком.

II. ПЕРВЫЕ ИДЕИ И ПЕРВЫЕ СОВЕТСКИЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Первыми отечественными РТС РО стали комплекс «Вега» и радиоуправляемый самолет (РУС) «РУС-1», для разработки и создания которых были организованы конструкторские бюро под руководством П.К. Ощепкова (1908–1992) и Б.К. Шембеля (1900–1987).

Во время войны СССР с Финляндией (1939–1940) РТС, созданная на Карельском перешейке, передавала информацию о полетах обнаруженных объектов на главный пост войск воздушного наблюдения, оповещения и связи (ВНОС) Ленинградской армии противовоздушной обороны (ПВО).

К 1940 г. в СССР были разработаны основы теории и практики построения РТС РО. Благодаря работам выдающегося отечественного ученого А.А. Пистолькорса (1896–1996) были определены направления создания широкого класса антенн для РТС военного 1941–1945 гг. и послевоенного периодов. Под руководством А.А. Пистолькорса получили развитие важнейшие, опережающие зарубежный уровень новые научные направления: волноводно-ферритовая техника, многозеркальные антенны, широко внедренные в РТС. Опыт применения РТС в комплексе с батареями зенитной артиллерии в годы Великой Отечественной войны изучался и использовался в промышленности.

В это время РТС были высоко оценены не только войсками противовоздушной обороны (ПВО) и ВНОС, но и авиаторами и артиллеристами. Нарботки того времени значительным образом повлияли на создание в послевоенные годы одной из самых эффективных систем ПВО в мире [1–3].

В годы Великой Отечественной войны были созданы такие РТС, как РУС-2 – подвижный аналог РТС «Редут» – первая отечественная РТС П-3, способная определять третью координату выбранной цели [4].

III. В ГОДЫ ХОЛОДНОЙ ВОЙНЫ

Ядерные бомбардировки Соединёнными Штатами Америки (США) городов Хиросимы и Нагасаки в августе 1945 г. свидетельствовали о появлении нового сверхмощного оружия массового поражения. Это заставило руководство СССР найти новые перспективные направления развития теории и техники РТС РО. Разрабатываемые РТС РО должны были обеспечивать абсолютно надежное обнаружение и точную пеленгацию объектов так, чтобы ни один объект, вошедший в зону их действий, не остался незамеченным. Для достижения этой цели были развернуты исследовательские и конструкторские работы по созданию принципиально новых РТС РО. В отечественной радиолокационной технике наступила новая стадия развития. В 1946 г. русский ученый и конструктор, инженер-радиотехник Николай Иванович Кабанов (1912–1984) открыл эффект, являющийся основой для построения загоризонтных РТС (ЗГ РТС). Он обнаружил, что зондирующие лучи при длине волны 10-100 м способны отражаться от ионосферы, сканировать объект на Земле и обратным путем возвращаться к ЗГ РТС. Впоследствии данный эффект был назван эффектом Кабанова [1–3].

Помимо начала создания ЗГ РТС, для армии и флота также требовались новые надгоризонтные РТС (НГ РТС). В первую очередь это связано с появлением реактивной авиации и резким увеличением высоты и скорости полёта воздушных объектов. Теперь пилоты противника могли беспрепятственно преодолевать отечественную ПВО, используя абсолютно новые высоты и безопасно пролетать над территорией СССР.

Для противодействия высотным самолетам-разведчикам в СССР были созданы ЗРК С-75, С-200 и однопозиционные импульсные РТС нового поколения. Например, в 1959 г. на Горьковском телевизионном заводе создана первая советская высокопотенциальная НГ РТС П-14, которая выпускалась до 1976 г. и успешно проработала в войсках ПВО до 2003 г. В 1960 г. коллектив во главе с главным конструктором Овсянниковым В.И. за разработку НГ РТС П-14 (рис. 2) был удостоен высокой награды – Ленинской премии [2, 3].

В 1957 г. главный конструктор радиорелейных линий, лауреат Сталинской премии СССР первой степени (1950 г.) Ефим Семёнович Штырен (1912–1987) теоретически обосновал возможность создания мощной ЗГ РТС. Проект имел название «Дуга» [2, 3]. Он теоретически доказал, что ЗГ РТС может обнаруживать воздушные объекты на дальности до 6000 км. Через четыре года на действующем макете ЗГ РТС



Рис. 1. НГ РТС «П-14» [2, 3]

Е.С. Штырену в НИИ дальней радиосвязи (НИИДАР) удалось обнаружить космические объекты на расстоянии до 2500 км взлетевшие с космодрома «Байконур» [1]. Во второй половине 1950-х годов в Радиотехническом институте (РТИ) Академии наук (АН) СССР началась разработка первой отечественной РТС РО «Днестр», предназначенной для обнаружения космических объектов. В 1968 г. был разработан эскизный проект перспективной РТС РО «Дарьял», обладающей более высокими тактико-техническими характеристиками (рис. 3). Разработанный в 1968 г. проект РТС РО «Дарьял» до сих пор является уникальным [2].



Рис. 2. РТС РО «Дарьял» – второе поколение советских НГ РТС [2, 3]

Эту РТС РО, рассчитанную на большую излучаемую мощность и имеющую огромную площадь антенного полотна, предполагалось оснастить автономными источниками питания. Согласно первоначальному замыслу данная РТС РО должна была быть размещена на крайнем Севере СССР в районе Земли Франца-Иосифа с целью достижения максимальной дальности обнаружения космических объектов.

IV. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ РАННЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

Особенности и тенденции развития как отечественных, так и зарубежных РТС РО представлены в работах академика Российской академии наук И.Б. Федорова (1940) [3], член-корреспондента академии наук СССР Г.В. Кисунько (1918–1998) [6], Г.П. Слукина [3], Я.Д. Ширмана (1919–2010) [5], В.Ю. Вотинцева

(2019–2005) [4] М.И. Скольника (1927–2022) [7] и В.К. Слоки (1932–2018) [2, 8].

Благодаря деятельности крупного отечественного специалиста Виктора Карловича Слоки (1932–2018) (рис. 4) в области радиолокационной техники была создана Супер-РТС РО «Дон-2Н» (рис. 5). Эта РТС не имела аналогов в стране и опережала по абсолютному большинству параметров самые передовые РТС США. Строительство этой РТС началось в 1978 г. Полностью она была изготовлена и введена в строй через 17 лет – в 1989 г. Радиус её действия составляет свыше 3000 км. Она располагается в специально построенном для неё сооружении в виде усечённой пирамиды, основание каждой из сторон которой имеет длину свыше 100 метров. Сооружение РТС «Дон-2Н» имеет 14 этажей в высоту и 7 в глубину от поверхности земли. В 1994 г. был проведён международный эксперимент, во время которого с борта американского спутника «Шаттл» в открытый космос были запущены три шарика диаметром 5, 10 и 15 см, которые должны были быть обнаружены РЛС ряда стран-участников эксперимента. Эксперимент показал высокую эффективность РТС «Дон-2Н»: только эта РТС смогла обнаружить все три шарика и выдать в рекордное время данные расчёта их траектории. Американские РТС обнаружили только два шарика покрупнее, а РТС других стран не засекали ни одного. Создание Супер-РТС «Дон-2Н» было отмечено присуждением, создавшему её коллективу специалистов во главе с главным конструктором В.К. Слокой Государственной премии СССР. В декабре 1996 г. ему было присвоено звание Героя Российской Федерации [1–3].



Рис. 3. Создатель Супер-РТС «Дон-2Н» В.К.Слока [2, 3]

Конец 1980 годов ознаменовался для РТС РО внедрением вычислительной аппаратуры на базе логических интегральных схем и применением цифровых антенных решеток.



Рис. 4. Супер-РТС «Дон-2Н» [2, 3]

РТС «Волга» (рис. 6) работает в дециметровом диапазоне радиоволн [2, 3]. Разработчик – Научно-производственный комплекс НИИ дальней радиосвязи.



Рис. 5. РТС «Волга» [2, 3]

РТС «Волга» – первая отечественная РТС, в которой реализована активная фазированная антенная решетка с модульным построением передатчика. Используемая на РТС аппаратура является твердотельной, приемный канал – полностью цифровой. РТС «Волга» запущена в эксплуатацию в 2002 г. и обеспечивает локацию космических объектов на дальностях до 4500 км [2, 3].

К концу 1980-х годов РТС РО достигли максимума своих боевых возможностей и эффективности. Были созданы и поставлены на вооружение новые РТС. Далее наступал век информационных технологий. Время, при котором обмен данными между РТС должен был идти в

реальном времени, а РТС РО представлять единое целое. Теоретическая дальность применения ЗГ РТС в 6000 км была достигнута, а точность определения цели приблизилась к считанным дециметрам.

Дальнейшее развитие РТС РО связано с совершенствованием обработки информации, массовым внедрением цифровых технологий, новых систем связи и взаимодействия, с целью повышения тактико-технических характеристик [3, 9].

БЛАГОДАРНОСТЬ

Авторы выражают признательность руководству Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского за оказанную помощь при проведении данного исследования и благодарят свои семьи за оказанную поддержку, долготерпение и любовь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Быховский М.А. Зарождение и развитие радиолокационной техники. М.: Изд-во Горячая линия – Телеком, 2018. 194 с.
- [2] История отечественной радиолокации / под ред. С.В. Хохлова. М.: Издат. дом «Столичная энциклопедия», 2015. 736 с.
- [3] Радиолокационные системы: уч. пособие / В.В. Ахияров, С.И. Нефедов, А.И. Николаев, Г.П. Слукин, И.Б. Федоров и др.; под ред. А.И. Николаева. 2-е изд. Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. 349 с.
- [4] Вотинцев В.Ю. Неизвестные войска исчезнувшей сверхдержавы // Военно-исторический журнал. 1993. № 8. с.54–62. №9. с. 26–39. №10. с.32–43. №11. с.12–27.
- [5] Радиоэлектронные системы: основы построения и теория. Справочник / Ширман Я.Д., Лосев Ю.И., Минервин Н.Н., Москвитин С.В., Горшков С.А., Леховицкий Д.И., Левченко Л.С. / Под ред. Я.Д. Ширмана. М.: ЗАО «МАКВИС», 1998. 828 с.;
- [6] Кисунько Г.В. Воспоминания «Секретная зона». Исповедь Генерального конструктора. М.: Современник, 1996. 510 с.
- [7] Справочник по радиолокации / Под ред. М.И. Сколника. Пер. с англ. Под общей ред. В.С. Вербы. В 2 книгах. Книга 1. М.: Техносфера, 2014. 672 с.; Книга 2. М.: Техносфера, 2014. 680 с.
- [8] Слока В.К. Вопросы обработки радиолокационных сигналов. М.: «Советское радио», 1970. 256 с.
- [9] Создание и эксплуатация радиолокационных станций дальнего обнаружения / С.Ф. Боев, А.А. Рахманов, А.П. Линкевичиус, С.В. Якубовский, П.В. Володин // Вопросы радиоэлектроники. 2020. № 5. С. 35–48. DOI 10.21778/2218-5453-2020-5-35-48.