

# К истории создания отечественных радиолокационных систем

А. К. Шумаков, И. В. Бережной, С. М. Гурский, Н. И. Потапов

Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского

e-mail: vka@mil.ru

**Аннотация.** Создание радиолокационных систем (РЛС) является одним из самых значительных достижений в истории развития радиотехнических средств в нашей стране, а также в Великобритании, США и Германии. Сегодня существует множество различных типов и моделей РЛС, включая загоризонтные РЛС (ЗГ РЛС) и надгоризонтные РЛС (НГ РЛС). Они являются неотъемлемой частью технологии обеспечения боевых действий современных как пилотируемых, так и беспилотных объектов в воздухе, на суше и на море. При проектировании РЛС необходимо учитывать и такие факторы, как стойкость к внешним воздействиям функциональных элементов блоков станций, устройств и РЛС.

**Ключевые слова:** радиолокационные системы; загоризонтные радиолокационные системы; надгоризонтные радиолокационные системы

## I. ВВЕДЕНИЕ

Важное значение для обеспечения работы системы противовоздушной обороны страны (ПВО) имели радиотехнические войска, на вооружении которых длительное время находилась популярная НГ РЛС П-14 – рис. 1 [1–3].

Для увеличения дальности обнаружения баллистических объектов были созданы НГ и ЗГ РЛС дальнего обнаружения [4–6, 12].

В ходе ведения боевых действий вероятный противник стремится подавить РЛС ПВО, используя соответствующие огневые средства, в результате в системах РЛС, в частности антенно-волноводных системах, могут возникнуть механические повреждения [10–13].

Повышение объема и уровня требований к радиолокационным системам (РЛС), особенно в части обеспечения защищенности от влияния поражающих факторов, ставит перед разработчиками ряд принципиально новых научно-технических задач. К их числу относятся задачи количественной оценки на этапе проектирования стойкости к внешним воздействиям функциональных элементов блоков станции, устройств и РЛС в целом. Анализ известных работ свидетельствует о том, что в такой постановке построение математических моделей антенно-волноводных трактов РЛС не проводилось.

Цель проведенного исследования состоит в изучении работ отечественных учёных и конструкторов в деле создания отечественных РЛС [2, 4, 5], в обеспечение разработки математических моделей и алгоритмов количественного оценивания изменений радиотехнических параметров антенно-волноводных

трактов при повреждении равномерно изогнутых волноводов поражающими факторами оружия [6–8].

## II. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### A. Радиолокационная система метрового диапазона волн П-14

В 2003 г. практически незамеченным прошло одно событие в жизни радиотехнических войск – ушла из боевого состава последняя РЛС П-14, обладавших значительной энергетикой и большой дальностью обнаружения, и, без преувеличения, любимая радиолокационная станция войск (рис. 1), Главным конструктором РЛС был Василий Иванович Овсяников. Серийное производство этих станций началось в 1959 г. на Горьковском телевизионном заводе им. В.И. Ленина и продолжалось до 1976 г. Всего был выпущен 731 комплект. 24 комплекта поставлено на экспорт [1].



Рис. 1. РЛС П-14 (5Н84А «Оборона») очень хорошо зарекомендовала себя как средство целеуказания [2]

Особенности конструкции РЛС П-14, передающее устройство которой было построено по классической схеме того времени [3]:

- генератор СВЧ с самовозбуждением на мощной металлостеклянной радиолампе-триоде ГИ-5Б и колебательной системой в виде набора коаксиальных латунных труб. Генератор вырабатывал немодулированные «гладкие» импульсы СВЧ мощностью не менее 700 кВт, длительностью 10 мксек;
- антенна РЛС – зеркального типа (рис. 1). Зеркало представляло собой вырезку из параболоида двойной кривизны размером 32 на 11 метров. Коэффициент направленного действия антенны равнялся 600.

### В. Особенности РЛС дальнего обнаружения

НГ РЛС типа «Дарьял» имели фантастические характеристики, реализуя дальности обнаружения баллистических объектов до 6000 километров [1].

НГ РЛС «Дон-2Н» была уникальной многофункциональной системой, защищающей Москву и Центральную Россию. В радиусе 3000 км располагалась НГ РЛС «Дон-2Н». НГ РЛС «Волга» работает в дециметровом диапазоне радиоволн [2].

НГ РЛС «Воронеж» стала основой системы ПВО [4]. Разработчики создали новое поколение радиолокационных систем (РЛС) с модульным построением, что позволяет быстро менять и модернизировать комплектующие (рис. 2). РЛС «Воронеж» имеет высокую заводскую готовность, монтаж на объекте занимает мало времени. Она оснащена передовыми технологиями, позволяющими обнаруживать и отслеживать цели в условиях воздействия помех, обладает рабочей дальностью обнаружения целей до 4,5 тысяч километров с возможностью увеличения до шести тысяч километров [4].

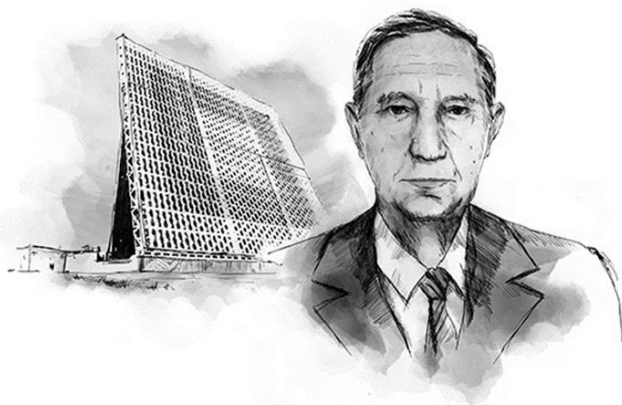


Рис. 2. За разработку и создание РЛС «Воронеж» президент России В.В. Путин 12 июня 2012 года вручил главному конструктору станции В.И. Карасеву Государственную премию [2]

### С. Результаты осколочно-пулевого воздействия противника на РЛС

В докладе приведены результаты исследований двух основных типов повреждений – пробойны и вмятины. Моделирование повреждений антенно-волноводных трактов проводилось в рамках экспериментально-теоретического метода на имитационной модели. Суть данного метода заключается в определении следующих величин: математического ожидания числа повреждений, их вида, места появления, размеров; радиотехнических параметров антенно-волноводных трактов с повреждениями; степени ухудшения тактико-технических характеристик РЛС из-за полученных элементами антенно-волноводных трактов повреждений. Разработанные математические модели волноводов отличаются от известных дополнительным учетом потерь на излучение из возникающих пробойн и потерь на отражение от пробойн и вмятин. Указанные математические модели являются достаточно эффективными и точными, а их применение

целесообразно на этапе проектирования антенно-волноводных трактов перспективных РЛС.

Предложенные авторами технические решения адаптивных антенно-волноводных трактов РЛС могут позволить повысить отношение сигнал/шум в условиях осколочно-пулевого воздействия [6–8].

### III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Авторами отмечен огромный вклад отечественных ученых и выдающихся конструкторов РЛС, создавших надёжную и широко используемую долгие годы в радиотехнических войсках РЛС П-14 [1–3, 5].

Используя комплексный подход при создании перспективных РЛС, изложенный в работах [6–8], можно улучшить качество функционирования РЛС в условиях осколочно-пулевого воздействия противника.

### БЛАГОДАРНОСТЬ

Авторы выражают благодарность командованию Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского за помощь при проведении исследований, предоставленные возможности информационной поддержки, а также руководству СПбГЭТУ «ЛЭТИ» за возможность участия в работе 12 секции «История развития радиотехники, электроники и связи» 79-й научно-технической конференции Санкт-Петербургского НТО РЭС им. А.С. Попова, посвященной Дню радио.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Быховский М.А. Зарождение и развитие радиолокационной техники. Москва: Горячая линия – Телеком, 2018. 194 с.
- [2] Радиолокационные системы: учебное пособие / В.В. Ахияров, С.И. Нефедов, А.И. Николаев и др., под ред. А.И. Николаева. 2-е изд. Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. 349 с.
- [3] Радиоэлектронные системы: основы построения и теория. Справочник / Я.Д. Ширман, Ю.И. Лосев, Н.Н. Минервин, С.В. Москвитин, С.А. Горшков, Д.И. Леховицкий, Л.С. Левченко / Под ред. Я.Д. Ширмана. М.: ЗАО «МАКВИС», 1998. 828 с.
- [4] 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;
- [5] Друзин С.В., Горевич Б.Н. Методика формирования облика радиолокационных станций перспективной системы вооружения войсковой ПВО. // Вестник Концерна ВКО «Алмаз – Антей». 2020;(2):6-31. <https://doi.org/10.38013/2542-0542-2020-2-6-31>
- [6] Гурский С.М. Корректирующий метод адаптации радиотехнических систем к влиянию повреждений элементов антенно-фидерных трактов // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 5. С. 33-38. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=38028> (дата обращения: 31.01.2024)
- [7] Гурский С.М. Математические модели элементов антенно-волноводных трактов радиолокационных систем с повреждениями // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 2. С. 43-46. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=37406> (дата обращения: 31.01.2024)
- [8] Антышев Т.Е., Гурский С.М., Калинин И.Д. История создания радиотехнических систем раннего обнаружения // 78-я Научно-техническая конференция Санкт-Петербургского НТО РЭС им. А.С. Попова, посвященная Дню радио: сб. докладов / СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Санкт-Петербург. 2023. 493 с. (с.444–447). – URL: <https://conf-ntores.etu.ru/2023/ru/sbornik-dokladov/sekcija-12-istoriya-razvitiya-radiotekhniki-elektroniki-i-svyazi>.