

**Современные методы радиоэлектронной  
защиты летательных аппаратов**

Доклад на конференции 15.10.08,  
ОАО «ЦКБ «Автоматика», г. Омск

**ИЗ ИСТОРИИ ИНСТИТУТА (Слайд 1)**

Центральный научно-исследовательский радиотехнический институт имени академика А.И. Берга" (первоначальное название - Всероссийский НИИ радиолокации, впоследствии знаменитый ВНИИ-108) создан в суровые годы Великой Отечественной войны Постановлением Государственного Комитета Обороны от 4 июля 1943 года. Инициатором создания и первым руководителем института был один из крупнейших ученых своего времени контр-адмирал-инженер Аксель Иванович Берг, впоследствии академик Академии наук СССР, адмирал-инженер, Герой Социалистического Труда. Имя своего основателя институт носит в настоящее время.

Поводом к созданию института явилась необходимость иметь в нашей стране единый научно-технический центр по проблемам радиолокации, которая показала к тому времени высокую эффективность при проведении боевых операций в различных условиях.

Благодаря своему авторитету в научных кругах и личным связям А.И. Бергу удалось в кратчайшие сроки привлечь к работе во вновь созданном институте крупнейших ученых в области радиотехники, физики и математики, таких, как:

Академики Борис Алексеевич Введенский и Владимир Александрович Фок, член-корреспондент АН СССР (позднее - академик) Михаил Александрович Леонтович;

профессора Александр Михайлович Кугушев, Михаил Самойлович Нейман, Илья Семёнович Джигит, Иосиф Семёнович Гоноровский, Сергей Григорьевич Калашников и др.

Среди них были и пионеры радиолокации – создатели первой импульсной РЛС Николай Яковлевич Чернецов и Павел Александрович Погорелко.

Тематика института охватывала различные теоретические и экспериментальные аспекты развития радиоэлектроники страны.

В соответствии с возложенными на институт задачами с начала 1944 г. разворачиваются работы по: самолетной радиолокационной технике, РЛС обнаружения наземных целей, наземным РЛС дальнего обнаружения, защите РЛС от помех, радиотехнической разведке и радиопротиводействию, телевизионной технике, распространению радиоволн, электровакуумным и полупроводниковым приборам и другим направлениям.

В результате сформировались мощные коллективы опытных специалистов в области новой техники, что в дальнейшем позволило не только создать ряд новых организаций по важнейшим направлениям этой техники, но и укрепить кадрами существующие.

Так, в 1950 году из института была откомандирована большая группа специалистов, в том числе Александр Андреевич Расплетин, ставший руководителем основного направления работ в КБ-1 (впоследствии академик Академии наук СССР, Герой Социалистического Труда, его именем названа одна из улиц Москвы), Борис Васильевич Бункин, ставший позднее генеральным конструктором, академиком, Героем Социалистического Труда.

В 1952 году группа специалистов (Николай Иванович Оганов, Ростислав Михайлович Воронков и др.) была переведена в радиотехнический институт АН СССР.

В 1954 году в связи с организацией Института радиотехники и электроники (ИРЭ) АН СССР из НИИ-108 еще была откомандирована большая группа специалистов (Сергей Григорьевич Калашников и др.) для работы в этом институте.

В 1957 году создается филиал института в Калужской области, позднее ставший Калужским научно-исследовательским радиотехническим институтом (КНИРТИ), куда были направлены на работу многие сотрудники НИИ-108.

В 1958 году создается филиал института по разработке РЛС дальнего действия, ставший позднее НИИ дальней активной радиолокации (НИИДАР), куда было переведено 267 сотрудников НИИ-108, в том числе Владимир Пантелеймонович Сосульников.

В 1960 году был переведен в СКБ-567 из НИИ-108 отдел в составе 49 человек во главе с Геннадием Яковлевичем Гуськовым (впоследствии член-корреспондент АН СССР, Герой Социалистического Труда).

Дальнейшее развитие базового направления разработки средств радиоэлектронной борьбы было определено действиями выдающихся организаторов Николая Павловича Емохонова, Петра Степановича Плешакова, Юрия Николаевича Мажорова, Александра Алексеевича Зиничева и др.

Деятельность ЦНИРТИ высоко оценена руководством страны. Указом Президиума Верховного Совета СССР от 29 августа 1969 года за заслуги в создании и производстве новой техники институт награжден орденом Ленина. Многие сотрудники института награждены орденами и медалями, удостоены Ленинской и Государственных премий, являются заслуженными изобретателями СССР и РФ.

В настоящее время ФГУП «ЦНИРТИ им. академика А.И.Берга» специализируется по следующим научно-техническим направлениям (Слайд 2):

- космические и авиационные системы дистанционного зондирования Земли;
- базовые технологии и элементы радиоэлектронных средств и комплексов радиоэлектронного противодействия различного базирования;
- моделирование и радиомониторинг окружающего пространства;
- микроэлектронное приборостроение.

На предприятии разрабатывается и изготавливается наукоёмкая гражданская продукция:

- Измерительные комплексы, состоящие из измерительного стенда и безэховой камеры (БЭК). (Состав аппаратуры и характеристики БЭК определяются техническим заданием заказчика). Разработанные на предприятии радиопоглощающие материалы (патент РФ №2094876) могут обеспечить работу измерительного комплекса в диапазоне от 0,28 до 18000 МГц (Слайд 3).

- Стандартные измерительные комплексы для проверки электро-радио- аппаратуры на помехоустойчивость и излучение помех.

- Специальные помещения с электромагнитной и пассивной акустической защитой (патент РФ № 2113040), (звукоизоляция не менее 40 дБ во всем диапазоне частот от 200 до 8000 Гц).

- Многофункциональные стенды для отработки и детального исследования радиоэлектронных систем, работающих в диапазоне 0,05-18 ГГц, которые используются на всех этапах разработки – начиная с определения облика будущей системы до этапа натурных испытаний (Слайд 4).

- СВЧ интегральные многофункциональные широкополосные модули, в том числе и приемо-передающие. Гибридно-интегральные, квазимонолитные и монолитные СВЧ устройства, элементы для усилителей мощности, усилители мощности на MESFET и HFET транзисторах, широкополосные пассивные СВЧ устройства, СВЧ микроплаты (Слайд 5).

- Унифицированные переносные устройства для экстренного уничтожения информации на магнитных носителях.

- Диплексеры и мультиплексеры. Широкополосные разделители по частотным каналам в диапазоне 1-18 ГГц - разделение полосы частот на требуемое число каналов с минимальными потерями.

- Цифровые устройства анализа и формирования радиосигнала с мгновенной полосой запоминания и воспроизведения 500 МГц. Обработка радиосигнала в реальном масштабе времени.

- Аварийные и антивандальные светильники. Пускорегулирующие аппараты для люминесцентных, галогенных и натриевых ламп.

- Комплексы для автоматизированного коммерческого и технического учёта электроэнергии в жилищно-коммунальном и промышленном секторах экономики (в том числе разработка проектной документации, поставка оборудования, монтаж и наладка).

Предприятие оснащено современным оборудованием для проведения испытаний на внешние воздействующие факторы, в том числе новейшим оборудованием для проведения виброиспытаний на синусоидальную, широкополосную, случайную вибрацию в диапазоне частот от 0 до 2000 Гц, виброудар, СПВ, удар заданной формы на электродинамических вибростендах. Масса испытываемых изделий до 200 кг, ускорение до 75 g (Слайд 6).

На предприятии имеются все условия для научного роста специалистов. Специализированный объединённый учёный совет ЦНИРТИ – **НИЭМИ** (Концерн «Алмаз-Антей») в области «Радиолокации и радионавигации» является одним из авторитетнейших в стране.

Предприятие участвует в реализации государственных научно-технических программ по обеспечению обороны и безопасности Российской Федерации, в федеральных целевых программах по созданию новой конкурентоспособной продукции и новых технологий.

## РАЗВИТИЕ В ИНСТИТУТЕ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ БОРЬБЫ

Наиболее важными направлениями разработок Центрального научно-исследовательского радиотехнического института на долгие годы стали радиопротиводействие и радиотехническое дистанционное зондирование Земли, ставшие базовыми направлениями его деятельности.

Радиоэлектронная борьба (РЭБ) в условиях глобальной информатизации процессов противоборства в современном вооруженном конфликте является доминирующим фактором, определяющим его результат. Это в полной мере относится к противостоянию средств воздушного нападения и противовоздушной обороны, результат которого сегодня определяет успех в воздушной операции и в разрешении конфликта в целом. В связи с этим средства РЭБ, объединенные в автоматизированные комплексы обороны и работающие во взаимодействии с бортовым радиоэлектронным оборудованием, являются неотъемлемой составляющей радиоэлектронных комплексов современных летательных объектов разного класса.

В настоящее время РЭБ рассматривается, как инструмент, который с помощью разнообразных комбинаций наступательных и оборонительных тактик и методик, формирует срыв информационной операции в электромагнитном спектре противника, используя его в собственных целях, и, тем самым обеспечивает свободу действия в указанном спектре своим войскам.

Разграничивают наступательные и оборонительные средства активного радиоэлектронного противодействия (РЭП) или радиоэлектронной защиты.

Наступательные действия активного РЭП включают в себя постановку активных помех РЛС, системам командования и управления противника, использование противорадиолокационных ракет для подавления ПВО противника, использование методик РЭП для введения в заблуждение систем разведки, наблюдения и рекогносцировки противника, применение оружия направленной энергии для выведения из строя техники или блокирования возможностей противника.

Оборонительные действия активного РЭП служат для защиты от атак путем недопущения использования противником электромагнитного спектра для наведения или приведения в действие оружия, включая меры самообороны и защиты войск или объектов. К числу таких действий относятся применение одноразовых средств РЭП, передатчиков активных помех, буксируемых или выстреливаемых вперед ловушек, средств направленного ИК противодействия и систем противодействия радиоуправляемому оружию.

Потенциальные возможности РЭП для радиоэлектронной защиты летательных аппаратов это:

- индивидуальная защита;
- индивидуально-взаимная защита;
- групповая защита от радиоэлектронных средств управления оружием (РЭС УО);
- использование специализированных постановщиков помех;
- создание пространственно-распределенного поля помех;
- использование расходуемых средства (ловушки, диполи);
- снижение ЭПР, в том числе активная нейтрализация сигнала;
- создание объемно-распределенных пространственных образований (ОРПО) реализуемое с помощью нанотехнологий;
- подавление мощным электромагнитным импульсом;
- огневое поражение.

Одной из перспективных тенденций развития РЭБ является интегрирование воздушных, наземных, морских и космических средств РЭБ в единую сеть, что позволит обеспечить защиту даже для небольшого подразделения или объекта. Концепция интеграции базируется в основном на развитии цифровых направлений техники радиотехнической разведки (РТР) и активного РЭП.

Предусматривается возможность мгновенного опознавания источников излучения противника и, при необходимости, создание им помех различными способами. Это может быть точечная постановка маломощных активных помех, использование объектов ложной информации, таких как ложные цели или сообщения, внедрение пакетов алгоритмов, которые могут брать на себя командование сетями противника, и, возможно, управление датчиками противника.

Одними из основных элементов, реализующим данную концепцию, являются устройства цифровой радиочастотной памяти (УЦРЧП), передатчики помех, использующие АФАР, и цифровые методы обработки радиоэлектронных сигналов в интересах РТР, РЭП и организации сети.

Наиболее четко современные методы радиоэлектронной защиты могут быть представлены на примере разработки самолетов 5-го поколения.

Это:

- полная интеграция радиоэлектронных средств борта, в том числе средств РЭП, БРЛС, аппаратуры государственного опознавания, связи, навигации;
- система понижения ЭПР, в том числе активными методами;
- интеграция АФАР БРЛС и системы РЭП;
- набор конформных контейнеров активного РЭП;
- буксируемые и отделяемые ловушки.

Бурное развитие получили беспилотные авиационные системы, способные нести на борту специализированные станции РЭП, разведки, и наблюдения. Беспилотные самолеты обладают возможностью точечного использования при решении конкретной задачи, например, использования мощного СВЧ излучения для поражения техники противника и внедрения в его сеть. Кроме того, беспилотный летательный аппарат способен к работе в едином информационном пространстве (единая динамическая интегрированная боевая среда - DICE).

ФГУП "ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга" в интересах, в первую очередь, индивидуальной защиты летательного аппарата развивает перспективные методы цифровой обработки на основе технологии цифрового запоминания радиолокационного сигнала.

Адаптивный характер создаваемых цифровых ответных помех к различным режимам работы современных РЛС позволил создать ряд оптимальных имитационных помех, когерентных к принятому сигналу.

Наиболее сложной задачей при формировании помех является подавление угломерных каналов РЛС, построенных по моноимпульсной схеме. По нашему мнению, к перспективным методам подавления угломерных каналов относится использование поляризационных и когерентных помех. Однако создание когерентных и поляризационных помех при индивидуальной защите летательного аппарата требует обеспечения управления фазовым фронтом ответной помехи, что проблематично в условиях динамичного движения летательного аппарата.

Реализация возможна только с применением самых современных математических и цифровых методов.

Создание когерентного цифрового приемника с функциями пеленгатора излучающих средств обеспечит возможность интеграции с аппаратурой РТР, что позволит решить задачи обнаружения и анализа угрозы с одновременной постановкой помех нескольким целям, обеспечивая при этом временное и пространственное управление ресурсами подавления. Возможности когерентного цифрового приемника на базе технологии цифрового запоминания и воспроизведения частоты позволяют реализовать имитацию для РЛС фантома цели со всеми необходимыми характеристиками, особенностями «портрета» цели по отражательной способности, динамики движения, протяженности (геометрических размеров), спектральных характеристик объекта. Решение проблемы создания широкополосного когерентного цифрового приемника, работающего в реальном масштабе времени при сложной современной фоно-целевой обстановке, позволит обеспечить противодействие (защиту) от современного и перспективного управляемого оружия.

Таким образом, внедрение в практику РЭБ цифровых методов обработки радиоэлектронных сигналов позволяет решить задачу радиоэлектронной защиты практически любого объекта космического, воздушного, наземного и морского базирования.

Проводятся также работы по созданию перспективных средств РЭП. Результаты, полученные институтом при проведении НИР «Геофизик-Ц» в период 2005-2006 г.г., могут быть использованы для создания средств РЭП, основанных на совершенно новых физических принципах. Проведенные в процессе НИР исследования показали, что возможно возбуждение ионосферы за счет её нагрева с использованием мощных передатчиков сигналов различных радиостанций, приводящее к возникновению искусственных турбулентных ионизированных образований. Формирование таких образований может быть положено в основу разработки комплексов радиоэлектронного подавления КВ- и УКВ-связи и радиолокационных станций систем ПРО, ПРН и ПКО.

## ЗАЩИТА КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

В 2002 г. США вышли из договора по ПРО-72 и начали развертывание национальной системы ПРО (НПРО) с интегрированием в нее средств ТВД. Перед институтом была поставлена и в настоящее время успешно решается комплексная задача оснащения стратегических ракет РВСН и ВМФ перспективными комплексами. Активно ведутся работы по модернизации ранее разработанных КСП для ракет, находящихся на боевом дежурстве.

Разработка методов, средств и комплексов противодействия перспективным системам обороны – процесс, включающий в себя фундаментальные и прикладные исследования в области радиофизики, радиотехники, оптики, баллистики, материаловедения, механики и других областей науки и техники. Конечным итогом этих исследований является создание методов, средств и комплексов противодействия перечисленным системам вероятного противника. Необходимое условие успешного решения задачи – анализ сигнальных и траекторных характеристик защищаемых объектов ракетно-космической техники, а также перспективных средств и систем вероятного противника и способов их функционирования.

Технические и динамические характеристики боевых блоков (ББ) ракет – низкая ЭПР в радиолокационном (РЛ) диапазоне, малая сила излучения в оптическом диапазоне, а также инерционный характер движения на большей части траектории (вне атмосферы Земли) позволяют в методах, средствах и комплексах средств защиты реализовать основные принципы радиоэлектронного подавления информационных и управляющих средств:

- снижение заметности (видимости) и искажения РЛ – и ИК характеристик ББ;
- маскировка ББ с помощью активных и пассивных помех в достаточно большой области пространства;
- имитация ББ – создание ложных целей различного типа;
- увод средств поражения от ББ – создание ловушек;
- перегрузка информационных и информационно - огневых каналов (перегружающая помеха).

Реализация этих способов в различных сочетаниях, их относительная простота и дешевизна обеспечивают т.н. адаптивность КСП, т.е. возможность оперативно совершать опережающие изменения состава комплексов при изменении состава и характеристик информационных и поражающих средств. Защита ракет обеспечивается размещением на каждой стратегической ракете комплекса средств преодоления, позволяющего осуществлять индивидуально - взаимную защиту боевых блоков.

Изложенные выше принципы были положены в основу разработок методов, средств и комплексов противодействия.

Предвестником этих работ являются исследования, которые ещё в 1944-1958г.г. вели академики Б.А. Введенский, М.А. Леонтович и В.А. Фок в



лабораториях ЦНИИ-108 по созданию методов снижения заметности летательных аппаратов в радиолокационном диапазоне длин волн. Была предложена электродинамическая схема покрытий самолетов, в последующем примененная для защиты ББ ракет.

Наряду с апробированными на испытаниях и принятыми на вооружение средствами РЭП, в институте разрабатываются новые перспективные средства защиты ЛА: комбинированные ИК-ловушки, усовершенствованные станции активных помех, построенные на базе цифровых методов анализа сигналов и синтеза помех и объемно-распределенные поглощающие образования, создаваемые на основе инновационных нанотехнологий и функционирующих в широком диапазоне длин волн (оптическом – радиолокационном).

В институте в настоящее время проводится также большой объем работ по защите космических аппаратов (КА) различного назначения от средств противокосмической обороны и средств космического нападения вероятного противника. В этих целях разработаны и предложены современные комплексы защиты КА, включающие средства снижения заметности и искажения характеристик КА, ложные цели, ловушки и станции активных помех.

Таким образом, из изложенного видно, что спектр деятельности ФГУП ЦНИРТИ имени академика А.И. Берга достаточно широк. К работам института привлечена большая кооперация известных в стране предприятий, специализирующихся в области РЭБ. В силу разнообразия решаемых задач номенклатура предприятий, участвующих в работах ЦНИРТИ, не застывший конгломерат, хотя известная стабильность и существует, а живой организм, претерпевающий необходимые изменения. Приглашаем к сотрудничеству.