

ЦИФРОВЫЕ АНТЕННЫЕ РЕШЕТКИ – БУДУЩЕЕ РАДИОЛОКАЦИИ

Перспективность цифрового формирования диаграммы направленности антенны для радиолокационной техники была доказана теоретически и практически еще советскими учеными к началу 90-х годов. Теперь эта технология становится основой множества новейших зарубежных разработок РЛС для военных систем самого различного назначения.

Сейчас в армиях многих государств идет переход к новому стандарту радиолокационного вооружения с безальтернативным использованием технологии цифрового диаграммообразования (ЦДО). Таков закономерный итог почти 40-летнего развития теории цифровых антенных решеток (ЦАР). В бывшем СССР в 60–90-е годы были разработаны основы теории многоканального анализа со сверхрелеевским разрешением источников сигналов, созданы действующие макеты РЛС с ЦАР, проведены полигонные испытания уникальных для своего времени опытных образцов РЛС (рис.1) по реальным целям. Мощный научный задел способствовал и успехам в практическом освоении принципиально новой радиолокационной техники. Подтверждением могут служить, например, единственные в своем роде РЛС Нижегородского НИИРТ 55Ж6У (рис.2) [1] и 1Л119 (Небо-СВУ) [2], в которых цифровое формирование пространственных диаграмм направленности осуществлено в метровом диапазоне волн.

В отличие от стран СНГ, где при разработке РЛС с ЦАР в силу объективных причин основные усилия направляются на создание систем наземного базирования, за рубежом такого рода проекты



Рис.1. Опытный образец РЛС с ЦАР

наиболее активно финансируют военно-морские ведомства. Дело в том, что современные боевые части ВМС НАТО и США, как никогда прежде, нуждаются в радиолокационных системах, обладающих высокой производительностью, чувствительностью и помехозащищенностью. От боевых кораблей требуется способность к действию в любой части акватории земного шара, причем как в открытом море, так и в прибрежной зоне. Необходима постоянная готовность к противодействию

интенсивным атакам комбинированных средств нападения (ракет, авиации, наземных ударных систем) в обстановке сложных активных помех и помеховых отражений от берега и морских волн. Поэтому стремление к широкомасштабному внедрению технологии цифрового формирования луча как при излучении зондирующих сигналов, так и на приеме, вполне объяснимо.

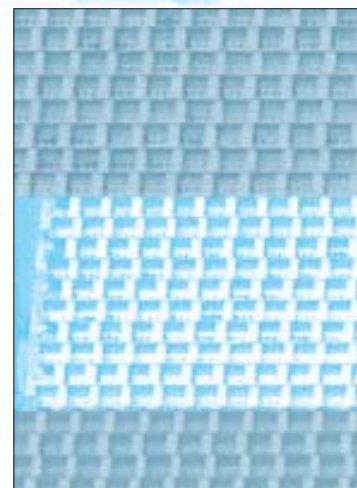


Рис.2. РЛС 55Ж6У

ПРЕИМУЩЕСТВА ЦИФРОВОГО ДИАГРАММООБРАЗОВАНИЯ

Новые подходы к диаграммообразованию антенных систем РЛС в сочетании с полномерной цифровой обработкой сигналов обеспечивают целый ряд преимуществ.

- РЛС на базе ЦАР – высокоинформативные приемные системы, способные воспринять всю информацию, содержащуюся в структуре пространственно-временных электромагнитных полей в раскрытие решетки, и практически без потерь трансформировать ее в данные о наличии и параметрах объектов.
- Цифровое формирование высокоидентичных частотных фильтров на выходе приемных устройств обеспечивает глубокую компенсацию широкополосных помеховых сигналов. В сочетании с расширением динамического диапазона при накоплении в процессе пространственно-временной обработки это обеспечивает недостижимую ранее помехозащищенность РЛС.
- При выполнении приемопередающих модулей ЦАР с программно-конфигурируемой архитектурой [3] в полной мере может быть реализован принцип интегрированной апертуры. В это понятие входит объединение антенных систем и ВЧ-блоков всех типов бортовых радиотехнических средств в единую структуру с минимизацией единиц аппаратуры, а также побочных радиоизлучений. На борту боевых средств речь идет об интеграции сис-

тем радиолокации, радио- и спутниковой навигации, радиотехнической разведки, радиосвязи, радиопротиводействия (подавления помех) и определения госпринадлежности. При этом достигается оперативная функционально-ресурсная адаптация архитектуры бортового радиоэлектронного оборудования и существенно возрастает эффективность всего бортового радиоэлектронного комплекса. В частности, переход к использованию ЦАР в системе GPS позволяет довести уровень подавления множественных помех до 90–100 дБ [4]. Существующие средства GPS-навигации теряют работоспособность при воздействии одиночного источника помех мощностью всего лишь 0,25 Вт с дальности 4 км.

- Способность РЛС с ЦАР к многосигнальному приему в широком телесном угле при организации многопозиционных радиолокационных комплексов позволяет преодолеть большинство недостатков, присущих аналогичным традиционным системам с электронной или механической перестройкой узкого приемопередающего луча. Технология ЦДО создает условия для существенного повышения живучести радиолокационных средств благодаря разнесению приемных и зондирующих подсистем.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦАР В РАДИОЛОКАЦИИ

Стремительное развитие цифровой элементной базы последних лет позволило существенно расширить сферы применения ЦАР в радиолокации благодаря реализации ЦДО в дециметровом и сантиметровом диапазонах волн.

Примером выполнения новых оперативно-тактических требований к радиолокационной технике служит РЛС S1850M совместной разработки нидерландской фирмы Signaal и консорциума Alenia Marconi Systems (рис.3) [5, 6]. Локатор D-диапазона (1–2 ГГц) S1850M представляет собой усовершенствованный вариант РЛС SMART-L [7] (использованы



Рис.3. РЛС S1850M

новые процессоры цифровой обработки сигналов, интегрирован запросчик “свой-чужой”), принадлежащей семейству многолучевых трехкоординатных РЛС SMART. Аналогичные многолучевые РЛС с ЦАР SMART-S F-диапазона (3–4 ГГц) уже сейчас эксплуатируются на кораблях стран НАТО и стран, не входящих в этот альянс. Концепция РЛС данного класса основана на многолучевом функционировании в угломестной плоскости (рис.4), обеспечивающем следующие преимущества:

- формирование характеристики обнаружения, близкой к полусфере, за один оборот антенны;

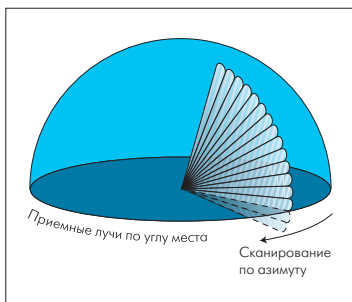


Рис.4. Многолучевая приемная диаграмма направленности по углу места

- точное измерение угла места цели даже в условиях преднамеренных помех и переотражений от подстилающей поверхности;
- увеличение времени “контакта” с целью, что позволяет выполнить измерение по доплеровской частоте с высокой разрешающей способностью на всех углах места. При этом информация о доплеровской

частоте используется для подавления мешающих отражений и определения радиальных скоростей целей в интересах надежного и быстрого захвата на сопровождение.

В РЛС S1850M формирует единственный зондирующий луч, форма которого соответствует желательному виду характеристики обнаружения (рис.5). На приеме же синтезируется “связка” примыкающих друг к другу лучей путем использования цифрового диаграммообразования по алгоритму быстрого преобразования Фурье. Как видно из рис. 4, 14 лучей обеспечивают перекрытие зоны обнаружения по углу места от 0 до 70°. Два луча, ориентированные ниже горизонта, позволяют повысить точность угломестной пеленгации.

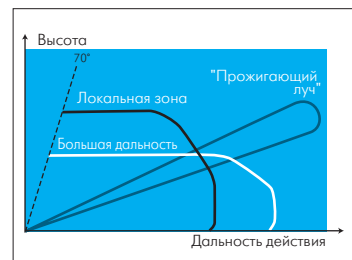


Рис.5. Зондирующий луч S1850M в различных режимах работы

Основные системные характеристики РЛС S1850M:

Максимальная инструментальная дальность:	
трехкоординатное обнаружение воздушных целей и измерение их координат	... 400 км
обзор поверхности	... 60 км
Пропускная способность по сопровождению	... 1000 подтвержденных траекторий воздушных целей;
	32 траектории постановщиков помех;
	100 подтвержденных траекторий наземных и надводных объектов

Антенная система РЛС S1850M представляет собой плоскую эквидистантную решетку, состоящую из 24 горизонтальных линеек излучателей по 48 диполей каждый (рис.6). Конструктивно-технологическое исполнение антенны вместе с цифровым диаграммообразованием в угломестной плоскости обеспечивают низкий уровень боковых лепестков как по азимуту, так и по углу места. Вертикальная поляризация снижает влияние переотражений от подстилающей поверхности. Благодаря электронному управлению лучом по углу места и приведению измеренных координат цели к горизонтальной плоскости антенна обладает электронной стабилизацией относительно движения корабля. РЛС S1850M должна стать базовой системой обзора пространства для фрегатов стран НАТО. Кроме того, она рассматривается в качестве одного из вариантов обзорной РЛС для новозеландско-австралийского проекта фрегата Anzac.

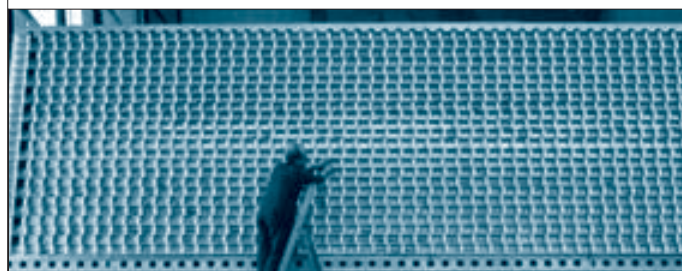


Рис.6. Антенная решетка РЛС S1850M

Продвинутые варианты Anzac и фрегата типа 45 (Великобритания) предусматривают монтаж более совершенной в техническом отношении РЛС SAMPSON [8], созданной в рамках международно-

го проекта Horizon по инициативе британского военно-морского ведомства (рис.7). Цель проекта – разработка активной многофункциональной РЛС с ЦАР для ПВО новых кораблей [9]. Первоначально для этого предназначалась РЛС SPY-790 EMPAR (европейская многофункциональная РЛС с фазированной антенной решеткой), разработанная фирмами Alenia Elsig Sistemi Navali и Marconi Radar Systems. Однако британские эксперты усомнились в способности традиционной РЛС с пассивной антенной решеткой удовлетворить новые требования, и дальнейшее финансирование британского сегмента системы Horizon было направлено на проект РЛС SAMPSON фирмы Siemens Plessey. Данная РЛС (рис.8) работает в диапазоне E/F (2–4 ГГц) и представляет дальнейшее развитие MESAR-технологии (РЛС с адаптивным цифровым формированием луча в угломестной плоскости), разработанной оборонно-исследовательским агентством Великобритании и той же фирмой Siemens Plessey.



Рис.7. Британский фрегат типа 45

Активная решетка SAMPSON, содержащая большое число дискретных радиопередающих устройств, имеет ряд преимуществ при решении радиолокационных задач. Это более высокий уровень мощности излучения при той же входной мощности с незначительным снижением в случае повреждения отдельных каналов и способность обнаружения и захвата на сопровождение одновременно большого числа целей. РЛС SAMPSON сопровождает от 500 до 1000 целей параллельно на дальностях до 400 км и из них не менее 12 – одновременно.

Цифровое адаптивное диаграммообразование в активных антенных решетках обеспечивает оптимизацию уровня мощности зондирования и времени "контакта" с целью (необходимого для подавления помеховых отражений), повышает стойкость к противорадиолокационным действиям. Формирователь диаграмм устанавливает "нули" в области боковых лепестков и на краях главного, в то время как в традиционных радарх для достижения того же эффекта необходимо иметь вспомогательные антенны ("подавители" боковых лепестков), применение которых неэффективно при числе постановщиков активных помех свыше четырех. Экспериментальные исследования показали, что MESAR способна подавить до 10–12 постановщиков помех в боковых лепестках и один – в главном, причем в реальном времени, без влияния на график выполнения всех других функций. При этом общее число синтезированных цифровым способом лучей составило всего 16.

Финансирование работ по созданию демонстрационной РЛС MESAR было развернуто еще в 1982 году. В течение второй фазы исследований, начавшейся в 1990 году, основные усилия направля-

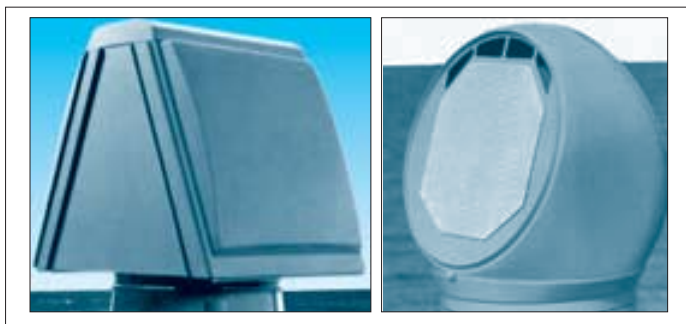


Рис.8. Варианты выполнения ЦАР SAMPSON

лись на реализацию программного и аппаратного обеспечения, работающего в реальном масштабе времени. Для этого фирма Cambridge Parallel Processing предоставила специализированный многопроцессорный вычислитель DAP 510C, число процессоров в котором могло наращиваться до 1024 [10]. Испытания осенью 1994 года позволили проверить расширенный набор алгоритмов обработки сигналов для классификации и распознавания реальных целей. В последующем программное обеспечение MESAR было улучшено в целях достижения высокой точности локализации постановщиков активных помех. Изучались также методы, затрудняющие применение ракет, наводящихся по радиолокационному излучению.

РЛС SAMPSON фирмы Siemens Plessey имеет антенну диаметром 2,2 м. Более 900 входящих в нее арсенидгаллиевых приемопередающих модулей развивают мощность излучения до 10 Вт каждый (у демонстратора MESAR было только 2 Вт) без увеличения требований к охлаждению. Новые модули имеют КПД 25–30%, что выше, чем у модулей предшествующей разработки (20%). В мае 2000 года контракт на поставку цифрового процессорного оборудования для SAMPSON получила фирма Mercury Computer Systems. В целом, по мнению экспертов, локатор SAMPSON – более эффективная система для решения задач ПВО, чем состоящие в настоящее время на вооружении США наземные радары GBR.

Среди других проектов, вступивших в промышленную фазу и так или иначе предусматривающих фрагментарную реализацию принципов ЦДО, следует отметить многофункциональную РЛС APAR X-диапазона (8–12,4 ГГц), разработанную в рамках международного проекта с участием компаний Hollandse Signaalapparaten, Raytheon Naval и Maritime Systems для ПВО кораблей класса фрегат. Как известно, в радиолокации для кругового обзора традиционно используют антенные системы с механическим вращением, что достаточно просто в техническом отношении, но вызывает ряд проблем по обработке радиолокационной информации:

- ограниченное время "контакта" диаграммы направленности с объектами локации заставляет повышать требования к энергетическому потенциалу РЛС;
- дополнительная модуляция сигналов во времени и изменение комплексного коэффициента передачи антенны в ходе вращения ее диаграммы направленности усложняют алгоритмы обработки пакетных сигналов, затрудняя их когерентное накопление и эффективное подавление активных помех;
- затруднено получение однозначных результатов измерения скорости и угловых координат;
- невозможность эффективного сочетания режимов обнаружения и целеуказания с режимом сопровождения целей;
- возникают трудности с передачей сигналов от вращающейся антенны к неподвижной аппаратуре обработки сигналов и устройствам индикации, связанные с использованием многоканальных систем измерения угла места.

Перечисленные факторы вынуждают разработчиков в ответственных случаях отдавать предпочтение конформным конструкциям. Пример такого решения – четырехсекционная антенная решетка РЛС APAR, расположенная по граням усеченной пирамиды (рис.9). Каждая из четырех граней обеспечивает обзор сектора 120° по азимуту и 70° по углу места. Такой подход позволяет максимально реализовать возможности антенных решеток по контролю верхней полусферы пространства, хотя и требует предельно больших затрат на аппаратное и алгоритмическое обеспечение (каждая из граней решетки содержит более 3000 приемопередающих модулей). По заявлениям специалистов, это единственная РЛС, способная обнаруживать высокоскоростные противокорабельные ракеты, движу-

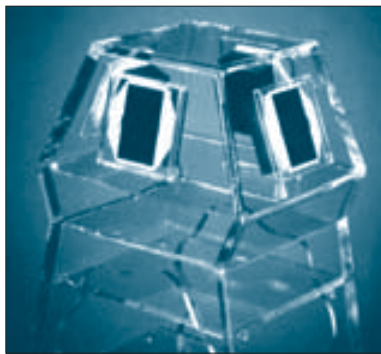


Рис.9. Конформная антенная решетка РЛС APAR

щиеся над гребнями волн. Данной РЛС планируется оснащать новые фрегаты F124 ВМС стран НАТО и Anzac.

Огромный интерес вызывают примеры реализации ЦАР для совершенствования противовоздушной (противоракетной) обороны войск и наземных объектов. В этом ряду одна из первых по времени появления – французская РЛС RIAS [11],

разработанная фирмой ONERA и установленная на полигоне корпорации Thomson вблизи г. Руана в Нормандии. Наиболее интересная особенность RIAS – использование метрового диапазона волн, что делает ее весьма эффективной для обнаружения целей, выполненных по технологии стелс. Новая РЛС имеет 25 передающих и 64 всенаправленных приемных антенны, расположенных на столбах по двум концентрическим окружностям диаметрами в несколько сотен метров. Система обработки и сами приемники достаточно удалены от передающих антенн, что способствует эффективной защите аппаратуры РЛС от воздействия противорадиолокационных ракет. Вычислительный комплекс обеспечивает производительность более 5 млрд. операций/с [11].

Достаточно близка к RIAS по схемному решению китайская би-статическая загоризонтная РЛС на базе ЦАР ОТН-В [12], расположенная на побережье Южно-Китайского моря. Для оценки сверхрелеевого разрешения целей по угловым координатам в ней в 1993 году был опробован метод максимальной энтропии [13]. Существует детальное описание конструкции ОТН-В и используемых методов обработки [14, 15].

Изучение проблем контроля прибрежной зоны с помощью РЛС на базе ЦАР производится и в рамках канадского проекта HFSWR (High Frequency Surface Wave Radar), главным заказчиком которого является Департамент национальной обороны [16]. Проектом предусмотрено развертывание на мысах Бонависта и Рейс (Ньюфаундленд) двух когерентных РЛС поверхностной волны, позволяющих обнаруживать надводные и низколетающие цели на дальностях до 450 км. Каждая РЛС содержит приемную ЦАР из двух линеек по 32 элемента и отдельно расположенную передающую антенную систему. Оцифровка принятых сигналов производится с частотой дискретизации около 125 кГц, цифровое диаграммообразование позволяет осуществлять мгновенный обзор пространства в секторе до 100–120° по азимуту. Потенциальными потребителями результатов исследований, кроме военного ведомства, выступают Департамент рыбной ловли и Канадская береговая охрана.

В рамках известного американского проекта THAAD (армейская мобильная система ПРО) в отличие от перечисленных РЛС предусмотрена тесная интеграция технологии цифрового диаграммообразования в систему ПРО. В разработанном фирмами Lockheed Martin и Raytheon радаре секторного обзора X-диапазона с дальностью обнаружения баллистических целей до 1000 км использовано адаптивное цифровое формирование многолучевой диаграммы направленности по углу места [17]. Вся аппаратура РЛС, исключая операторскую машину, размещается на четырех буксируемых полуприцепах. В частности, отдельные транспортные шасси отведены под антенную решетку, электронно-процессорный модуль, холодильный агрегат и агрегат первичного питания мощностью около 1 МВт

(рис.10). Антенная решетка содержит 72 подмассива приемопередающих модулей [18] и может поворачиваться по углу места от 0 до 80°. В основу разработки ЦАР положен опыт, накопленный в ходе выполнения программы MESAR. Примечательно, что при этом ставка сделана на использование широкополосного сигнала с линейной модуляцией несущей частоты, что может вызвать проблемы с реализацией цифрового формирования диаграммы направленности из-за трудностей в достижении высокой идентичности характеристик каналов в полосе приема.

Сухопутные образцы РЛС с ЦДО вскоре пополнит и модифицированный вариант РЛС SMART-L, рассмотренной ранее в морском исполнении.

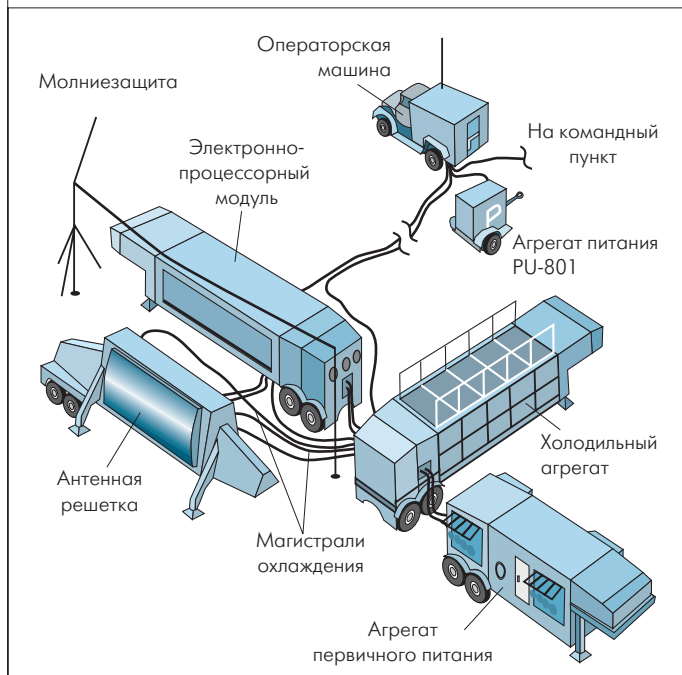


Рис.10. Радиолокационный комплекс системы THAAD

Особенность нынешнего этапа овладения технологией ЦДО состоит во внедрении ЦАР не только в РЛС оперативно-стратегического назначения, к которым фактически относятся все рассмотренные выше системы, но и в тактические средства. В свое время германские специалисты предложили реализовать на этой основе РЛС западноевропейской системы тактической ПРО MEADS [19]. По мнению специалистов фирм Siemens и DASA, разрабатывающих идеологию построения РЛС в проекте MEADS, переход к использованию ЦДО способен окупить все затраты благодаря существенно повышению эффективности радиолокационной техники, особенно в условиях сложных помех.

Примером удачного применения ЦДО в РЛС малой дальности действия (до 20 км) может служить тактическая РЛС с ЦАР CLOSE LPI шведской фирмы CelsiusTech Systems (рис.11). В этой ЦАР реализовано восьмиканальное ЦДО по углу места, что позволяет использовать при обработке сигналов эффективные алгоритмы сверхрелеевого разрешения целей [20]. При этом средняя излучаемая мощность твердотельного передатчика составляет всего 30 Вт. Рабочий диапазон частот 2,9–3,3 ГГц. Скорость вращения антенной решетки – 30 или 60 об/мин. Среднеквадратическая



Рис.11. РЛС CLOSE LPI

ошибка измерения азимута и угла места по типовым аэродинамическим целям не превышает 1°.



Рис. 12. Шведская концепция бортовой многофункциональной РЛС с ЦАР

Весь рабочий сектор по углу места (от 0 до 30°) “засвечивается”, как в РЛС S1850M, одним широким зондирующим лучом, что позволяет снизить спектральную плотность излучаемой мощности и тем самым повысить живучесть РЛС в условиях применения противорадиолокационных ракет. 20-километровая зона действия по дальности разбита на 230 стробов. Глубина подавления пассивных помех – около 30 дБ, что неплохо для РЛС с вращающейся антенной системой.

Наряду с сухопутным исполнением предусмотрен и корабельный вариант обзорно-прицельной РЛС CLOSE LPI, которая может служить альтернативой всепогодным оптико-электронным средствам. В этом варианте максимальное число сопровождаемых трасс воздушных и надводных целей равно 50. ЦАР вместе с приемопередающими модулями имеет габариты 1,1×0,5×1,2 м при массе 80 кг. Блок обработки сигналов размером 0,6×0,4×0,4 м весит 25 кг.

Следует отметить, что шведское агентство оборонных исследований, опираясь на опыт работ в рамках программы AIMT по созданию 12-канального демонстратора ЦАР [20], проводит интенсивные исследования по переоснащению авиационных радиолокационных комплексов антенными системами с ЦДО. В частности [21], такого рода демонстрационные образцы отработаны применительно к многофункциональной РЛС управления огнем истребителя (рис. 12).

Среди технологических новшеств, способных радикально расширить применение ЦАР, шведские специалисты большое внимание отводят проекту “Радар на одном чипе” (ROAC), цель которого – разработка структуры приемного аналого-цифрового модуля ЦАР [22]. Суть ROAC сводится к двухчипной концепции приемного канала ЦАР (рис. 13) для X-диапазона. При этом первый чип, выполненный по арсенидгаллиевой технологии, обеспечивает аналоговую обработку сигналов с понижением их несущей, а второй – КМОП-кристалл – аналого-цифровое преобразование, цифровое формирование квадратных составляющих и их фильтрацию. Реализация АЦП в КМОП-

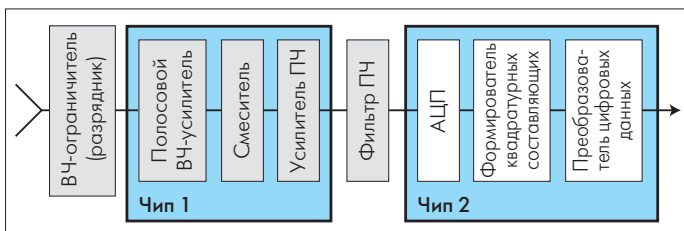


Рис. 13. Приемный аналого-цифровой модуль ROAC

версии позволяет осуществить его интеграцию с цифровым сигнальным процессором. При таком подходе проблема согласования в приемном модуле решается сразу на этапе перехода от аналогового представления сигналов к цифровому, тогда как выполнение АЦП на основе арсенида галлия потребовало бы согласования не только выхода аналогового тракта со входом АЦП, но и выхода АЦП – со входом КМОП-процессорной части.

В заключение остается отметить, что в условиях беспрецедентного ужесточения требований к радиолокационной технике переход к внедрению ЦАР – это единственно разумный способ устранить угрозу кризиса традиционной радиолокации. Обилие соответствующих разработок и финансируемых проектов дает основание говорить о ЦДО как основной технологии РЛС XXI века.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дерновой В. “Аркан” для невидимок. – Газета “Красная звезда”, 23 мая 1998, с. 4.
2. НЕБО-СВУ. Рекламный проспект НИИРТ. – Нижний Новгород. – 10 с.
3. Слюсар В. Цифровое формирование луча в системах связи: будущее рождается сегодня. – ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2001, № 1, с. 6–12.
4. NavWar - the New Electronic Warfare. Division of Command and Control Warfare Technology Annual Report 1998. - FOA-R-99-01089-503,504,616 – SE. – April, 1999.
5. SMART-L. 3D Long Range Surveillance Radar.– Hollandse Signaalapparaten B.V., 1997. Рекламный проспект.
6. <http://www.signaal.nl/signaal/>
7. Корнеева Т.М. Фазированные антенные решетки. – ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 1998, № 5–6, с. 37–40.
8. <http://www.ausmarinetech.com.au/anzacwip.htm/>
9. International Defense Review, 1993, № 12.
10. Cambridge Times (The Newsletter of Cambridge Parallel Processing), 1993, Sept., v.1, p.5–6.
11. <http://www.adetocqueville.com/techno/ad28003.htm>
12. <http://www.fas.org/nuke/guide/china/facility/oth-b.htm>
13. Wang Jiliang, Duan Fengzeng. Application of Maximum Entropy in Angular Superresolution of OTH Radar. – SEE 15, 10, Oct. 93, p. 21–30.
14. Zhao Shuqing, Liu Yongtan and Duan Fengzeng. Digital Beamforming in the OTH Radar. – ICSP-90: Beijing 1990, p. 655–656.
15. Zhou Wenyu, Mao Xu. Bistatic FMCW OTH-B Experimental Radar.– ICR-91 CIE, 1991, p. 138–142.
16. http://www.dreo.dnd.ca/pages/factsheet/sr/sr0006_e.html
17. <http://www.stg.srs.com/Directorates/ADBF%20slides/indexadbf.htm>
18. FM 44-100-2. – Air Defense Artillery Reference Handbook Final Draft, 31 March 2000.
19. Wolfgang Erlewein and Wolf Krueger. MEADS: Experiences and Possible Contributions by German Industry. – WEHRTECHNIK: Bonn, June, 1995, p. 19–21.
20. <http://www.celsiustech.se/electronics/sensors/CLOSE/close.htm>
21. Svante Bjorklund, Per Grahn, Anders Nelander. Measurement and Analysis of Multipath by a Rough Surface Reflector Using a Digital Array Antenna. – The Proceedings of ISSPA '99 (Fifth International Symposium on Signal Processing and its Applications) on August 22–25, 1999, in Brisbane, Australia, p. 859–862.
22. <http://www.ifm.liu.se/Elecdev/RadarOnChip/>



Трехмерный дисплей

Инженеры фирмы Deep Video Imaging (Новая Зеландия) создали ЖК-дисплей, который индицирует пространственное изображение без применения специальных линз или других адаптивных средств. Монитор состоит из двух слоев обычных тонкопленочных жидкокристаллических (TFT) индикаторных панелей, расстояние между которыми примерно 38 мм. С помощью патентованного процесса слои объединены в одну структуру, что позволяет наблюдать реалистичное трехмерное изображение.

Дисплей работает с основными операционными системами – Windows, Linux, MAC, UNIX. Ему необходимы два входа видеосигналов – по одному на панель. Монитор преодолевает усталость глаз, вызванную плохой конвергенцией, паралаксом, муаром изображения и ограниченным углом зрения, обычным для необъемного трехмерного дисплея. Новый дисплей найдет применение в системах военного назначения – картографирования, управления воздушным движением, визуализации данных.

На сегодня размеры дисплея по диагонали – 307 и 381 мм, разрешение – соответственно 1024x768 и 1289x1024 пикселей. Оба варианта могут работать с прилагаемым сенсорным экраном и требуют дополнительного подсвечивания сзади. Дисплеи на ЖК-панелях следующего поколения, изготовленные южно-корейской фирмой LG.Philips, смогут считываться при солнечном освещении и иметь более широкий диапазон размеров.

www.jeddefense.com/jed/html/new/mar01/new_products.htm

Минный искатель

Разбросанные по всему миру противопехотные мины представляют страшную угрозу жизни. Изменить ситуацию должен новый минный искатель. По совместному проекту американской фирмы Су Тегга и австралийской MineLab Electronics создана простая легкая (носимая в руках) система обнаружения мин с двумя датчиками. В искателе объединены детектор металлов и РЛС приповерхностного зондирования, что снижает интенсивность ложных тревог, вызываемых металлическими обломками на полях сражения, такими как гильзы, фрагменты бомб и обломки оборудования. Детектор ищет как металлические предметы, так и объекты минных габаритов. Он отсортировывает металлические предметы, для которых нет соответствующего отклика радара, и выдает сигнал тревоги от пластмассовых или других неметаллических объектов с размерами мин. При испытаниях летом 2000 года опытный образец продемонстрировал вероятность обнаружения 96%, что на 33% выше, чем у существующих ручных детекторов. При этом важное значение имел профессионализм операторов, испытывавших миноискатель. Масса искателя около 3 кг.

Выполняемый по заказу Армии США проект на сумму 12,3 млн.долл. сейчас вошел в заключительную фазу. По плану, поставки армии начнутся в следующие два года и завершатся к 2006 году.

www.jeddefense.com/updir/ecmon.html

Противодействие оптронной угрозе

Бомбы и ракеты с лазерной системой наведения, электрооптические устройства управления огнем, лазерные поисково-следающие системы и целеуказатели представляют средства так называемой оптронной угрозы. Для борьбы с ними разработана корабельная система экранирования оптронной угрозы (ATOS), которая развертывает огромный маскирующий экран между платформой и средством угрозы. Экран развертывается менее чем за две секунды с помощью матрицы от 16 до 24 пусковых труб, смонтированных по боковым сторонам корабля. 80-мм мортиры создают затемняющий дым, распространяющийся на 65 м в длину и 12 м в высоту на расстоянии 40 м от защищаемого корабля. Этот дым – эффективное средство против проникновения оптического, ИК- и лазерного излучения. Длительность маскировки зависит от относительной скорости ветра и способности к регенерации. Запуск системы ATOS производят бортовые датчики, которые учитывают такие факторы, как ветер, направление угрозы, направление и скорость корабля.

www.jeddefense.com/jed/html/new/feb01/new_products.html