

РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

УДК 621.396
**НАПРАВЛЕНИЯ И ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЭТАПА
РАЗВИТИЯ РАДИОСИСТЕМ ДИАПАЗОНОВ ВЧ, ОВЧ И УВЧ**

Д.В. Лучин
Филиал ФГУП НИИР — СОНИИР, г. Самара

Для современного этапа развития радиосистем диапазонов ВЧ, ОВЧ и УВЧ характерны, в частности, следующие направления и тенденции: модернизация антенно-фидерного оборудования диапазона ВЧ с отказом от протяженных антенных полей и заменой их на эффективные компактные антенные системы, занимающие малые площади; развитие совмещенных радиоцентров диапазона ВЧ; развитие многопортовых антенных систем, в том числе, поляризационно-избирательных, обеспечивающих векторную сигнальную обработку; совершенствование приемо-передающего оборудования на основе широкого внедрения технологий цифровой обработки сигналов; совершенствование методов и средств сигнальной обработки; широкое внедрение векторной сигнальной обработки; освоение новых перспективных технологий сигнальной обработки, в том числе, для решения специальных задач; совершенствование техники антенн диапазона ОВЧ в части улучшения их массогабаритных показателей, повышения стойкости к воздействию климатических факторов и т.д.; развитие средств обеспечения (имитаторы радиоканалов, специализированное программное обеспечение, учебно-тренировочные средства и т.д.). Общей тенденцией для указанных направлений является конвергенция программно-аппаратных и антенных компонент радиосистем и, соответственно, конвергенция частотно-временной и пространственной обработки сигналов.

Самарский филиал ФГУП «Научно-исследовательский институт радио» (филиал ФГУП НИИР – СОНИИР) имеет значительный опыт в проведении работ по реализации указанных направлений и тенденций.

В течение длительного периода проводились и в настоящее время проводятся исследования по созданию высокоэффективных приемных антенных решеток диапазона ВЧ, каждая из которых способна заменить комплект антенн класса БС, занимая при этом весьма незначительную территорию. В этой части имеются разработки, созданные и введенные в эксплуатацию изделия, значительный научно-технический задел по перспективным изделиям. В докладе в качестве примера представлена аналоговая кольцевая решетка (в двух

исполнениях – 16- и 32-элементном), ее основные тактико-технические характеристики и результаты экспериментальных исследований, проведенных совместно с антеннами ЗБС-2 и показывающих сопоставимость антенн по энергетике. Рассмотрены процессы проводимой на основе внедрения таких решеток модернизации с многократным сокращением занятых антенными полями земельных площадей в качестве целевого эффекта.

Проводятся исследования по созданию перспективных цифровых антенных решеток диапазона ВЧ. В докладе представлена структурная схема приемной решетки, использующая элементы фотоники и вполне реализующая принцип конвергенции антенной и программно-аппаратной компонент. Представлена структурная схема передающей активной решетки, использующая прямой цифровой синтез высокочастотных сигналов и реализующая конвергенцию технологии Predistortion для передающих радиосистем диапазона ВЧ, что позволяет без каких-либо принципиальных ограничений оптимизировать энергетiku решетки по аналогии с приемными системами.

К настоящему времени разработаны и в ряде случаев приняты на снабжение соответствующими службами различные аппаратные компоненты радиосистем. В докладе представлен возбудитель диапазона ВЧ ВКВ-30, реализующий прямой цифровой синтез высокочастотных сигналов. Изделие может использоваться в качестве возбудителя в составе радиостанций и в качестве самостоятельного 30-ваттного передатчика. Представлено многофункциональное устройство преобразования сигналов диапазона ВЧ МУПС-9600, радиомодем, обеспечивающий скорость передачи до 9600 бит/с. Представлена адаптивная радиостанция диапазона ВЧ – комплекс технических средств автоматизированной адаптивной радиосвязи диапазона ВЧ КТС ААРС, в состав которого входят изделия ВКВ-30 и МУПС-9600. Радиостанция обеспечивает адаптацию по рабочей частоте, мощности передатчика, характеристикам приемной антенны, скорости передачи. Она предназначена, главным образом, для использования в составе совмещенных радиоцентров в городских условиях. В настоящее время данное изделие успешно эксплуатируется в составе ряда Центров специальной связи и информации ФСО России.

В течение ряда лет проводились и проводятся в настоящее время исследования по созданию эффективных многопортовых приемных антенн, обеспечивающих векторную сигнальную обработку. В докладе представлены триортогональные поляризационно-избирательные вибраторные и рамочные антенны диапазона ВЧ разработки филиала ФГУП НИИР – СНИИР. Специфической, весьма положительной, особенностью рамочных антенн является высокая равномерность частотной характеристики эквивалентной апертуры, что имеет большое значение при работе со сверхширокополосными цифровыми приемниками, так как практически исключает «сжатие» динамического диапазона радиоприемной системы относительно динамического диапазона приемника. Представлена обеспечивающая векторную сигнальную

обработку антенная система диапазонов ОВЧ и УВЧ, имеющая в своем составе как поляризационно-избирательные, так и пространственно разнесенные элементы. Данное изделие используется в составе радиосистемы «слепого» разделения сигналов и пеленгации в диапазонах ОВЧ и УВЧ.

Векторная сигнальная обработка на основе поляризационной избирательности и пространственного разнесения элементов позволяет решать следующие задачи: подавление мощной блокирующей помехи от собственного передатчика в совмещенных радиодиапазонах ВЧ; «слепое» разделение сигналов, в том числе, со сверхразрешением; подавление непреднамеренных и преднамеренных сосредоточенных помех в полосе основного канала приема (на основе «слепого» разделения); пеленгация источников радиоизлучений; локация источников триангуляционным методом; маскировка сигналов шумом и другими сигналами; обнаружение замаскированных сигналов и другие специальные задачи. Поляризационно-избирательный прием дает также такие дополнительные возможности как одноточечная пеленгация и реализованный на ее основе триангуляционный метод локации. В филиале ФГУП НИИР – СОНИИР проводятся исследования в области «слепого» разделения и в различных его приложениях, в частности, в области маскирования сигналов шумом и другими мощными сигналами, а также обнаружения замаскированных сигналов. В докладе кратко рассмотрена задача маскирования сигнала мощным сигналом телевизионного вещания с использованием различных физических механизмов разделения сигналов. Представлена структурная схема радиосистемы, реализующей процесс разделения сигналов с выделением замаскированного сигнала. Представлены результаты успешных экспериментов по разделению сигналов с выделением замаскированного сигнала, подтверждающие возможности эффективного разделения сигналов на основе разрабатываемых технических, алгоритмических и программно-аппаратных решений.

В ФГУП НИИР проводятся достаточно интенсивные исследования в области имитаторов радиоканалов. К настоящему моменту имеются реализованные изделия. В докладе представлен имитатор ВЧ радиоканала «Доплер-6700», реализованный на основе модели Ваттерсона и обеспечивающий моделирование релеевских замираний, доплеровского размытия, временных сдвигов в лучах, аддитивного белого шума. Имитатор используется для собственных нужд и в интересах Заказчиков. В настоящее время проводятся исследования по созданию имитаторов ВЧ радиоканалов, учитывающих эффекты дисперсии; в докладе кратко рассмотрены принципы построения подобных имитаторов. В докладе приведены данные, свидетельствующие об успешном решении задачи минимизации вычислительной сложности цифровых фильтров, моделирующих эффекты дисперсии.

Ярким примером реализации принципа конвергенции антенной и программно-аппаратной компонент является разработка филиалом ФГУП НИИР – СОНИИР комбинированного аналого-цифрового диаграммо-образующего

устройства для антенной решетки в составе системы радиомониторинга диапазонов ОВЧ и УВЧ. В докладе представлены структурная схема диаграммообразующего устройства совместно с антенной решеткой.

Определенное место в деятельности филиала ФГУП НИИР – СНИИР занимают разработки антенн диапазона ОВЧ с улучшенными массогабаритными показателями и обладающих повышенной стойкостью к воздействию климатических факторов. В докладе представлено разработанное и запатентованное схемно-техническое решение антенной решетки на основе вертикальных вибраторов, пространственно совмещенных с опорой. В отличие от известных коллинеарных антенн данное устройство представляет собой решетку параллельного питания, обладающее значительно лучшими диапазонными свойствами, позволяющее осуществлять наклон диаграммы направленности в вертикальной плоскости и т.д. На этой основе создан ряд изделий, рассчитанных на сложные метеорологические условия; в настоящее время ряд изделий успешно эксплуатируются в составе центровых станций спецсвязи ФСО России.

Применительно к диапазонам ОВЧ и УВЧ в докладе дан краткий обзор выполненных в ближайшей ретроспективе разработок кольцевых антенных решеток, реализующих схемно-пространственное сложение некогерентных сигналов с малыми потерями. До настоящего времени ряд изделий успешно эксплуатируются в составе многоканальных центровых станций специальной подвижной радиосвязи ФСО России. Сейчас, в результате появления и внедрения многоканальных радиостанций, в которых мультиплексия каналов связи осуществляется на уровне формирования сигнально-кодовых конструкций, технология схемно-пространственного сложения утрачивает свою актуальность. Тем не менее, эта технология, базирующаяся на формировании ортогональных диаграмм направленности, вполне может быть востребована и на современном этапе, позволяя реализовать современные методы сигнальной обработки на основе множественной передачи и приема, векторной сигнальной обработки и т.д.

УДК 658.512

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ЭФФЕКТИВНЫХ СИГНАЛЬНО- КODOVЫХ КОНСТРУКЦИЙ МНОГОЧАСТОТНЫХ СИГНАЛОВ

Г.И. Леонович¹, С.В. Олешкевич², М.Г. Кузнецов³, В.А. Арефьев⁴
¹ПОСПП РАН г.Самара, ²СЭМЗ, ³СНИУ, ⁴СамГТУ

С появлением многочастотной цифровой связи создание сигнально-кодовых конструкций (СКК) является объектом комплексных научных исследований в области радиофизики и информационных технологий, связанных с увеличением пропускной способности радиоканалов и ужесточением требований к битовым ошибкам. Немаловажное значение имеет