

УДК 621.396.25

СИСТЕМЫ ДКМВ РАДИОСВЯЗИ: РАЗРАБОТКА, ПРОИЗВОДСТВО И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

© 2014 Д.В. Лучин, М.Ю. Сподобаев

Самарский филиал ФГУП НИИР – СОНИИР

В статье содержится обзор разработок Самарского филиала ФГУП НИИР – СОНИИР в области создания различного оборудования для каналов связи, работающих в ДКМВ диапазоне. Выделены системные исследования по ряду основных направлений радиосвязи, разработки антенн и антенных систем, в том числе оригинальных конструкций в виде кольцевых решеток, приводятся примеры успешных решений создания аппаратуры с улучшенной помехоустойчивостью и пропускной способностью. Все разработки сопровождаются соответствующей информационной поддержкой и созданием проблемно ориентированных программных продуктов.

ДКМВ радиосвязь, системные исследования, антенны, аппаратура, программное обеспечение.

В последнее время наблюдается устойчивый интерес к радиосвязи в декаметровом диапазоне длин волн (ДКМВ) [1]. Напомним, что радиоканалы в этом диапазоне формируются на основе ионосферного рассеяния электромагнитной энергии, излучённой передатчиком. Не углубляясь в теорию ионосферного рассеяния, отметим, что за счёт этого возможно создание радиоканалов большой протяжённости, вплоть до глобальной связи.

Развитие техники и технологий радиосвязи, а также открытая возможность управления параметрами локальных участков ионосферы (создание плазмодов) с помощью наземных средств, инициировали всплеск научной и инженерной активности в области разработок соответствующей аппаратуры.

Этому способствовала и информация об исследованиях ионосферы по программе HAARP - High frequency Active Auroral Research Program - программа США по исследованию активных высоких частот ионосферы. Эта программа представляет собой систему мероприятий по исследованию закономерностей развития ионосферы Земли. Фактически, система HAARP представляет собой установку, которая предназначена для осуществления модификации ионосферы, то есть внесение в неё определённых изменений.

Филиал ФГУП НИИР - СОНИИР длительное время специализируется на разработке различного оборудования для каналов связи, работающих в ДКМВ диапазоне.

Системные исследования по направлению ДКМВ радиосвязи. По ряду программ были осуществлены:

- разработка комплекса технических средств автоматизированной адаптивной ДКМВ-радиосвязи;
- исследование экспериментальной автоматизированной адаптивной радиолинии и её составных частей; при этом проведены испытания экспериментальной радиолинии и на имитаторе радиоканала;
- разработан общий алгоритм работы подсистемы адаптивной сетевой маршрутизации, максимально использующий подсистемы адаптации отдельных линий;
- решались системные вопросы построения резервной автоматизированной ДКМВ сети дежурного приёма с построением центра управления и обеспечением стыков с современным оконечным оборудованием; при этом обеспечено управление всем оборудованием системы в единой информационной среде Ethernet, использующей стандартные стыки IEEE802.3 и идеологию построения сетей ТСП/Р;
- разработана методика расчёта внутриобъектовой ЭМС РЭС стационар-

ных объектов и мобильных узлов, оснащенных аппаратурой связи ДКМВ диапазона;

– обоснованы способы реализации перспективных возможностей предоставления пользователям мультисервисных услуг и организации каналов сетевого управления;

– выданы предложения по созданию современной федеральной системы ДКМВ радиосвязи, включающей территориальную схему расположения магистральных узлов, а также комплектацию радиооборудования центрального, магистральных, региональных и мобильных узлов;

– создана опытная зона и предоставлены на коммерческой основе услуги цифровой ДКМВ связи.

Проведение таких комплексных исследований позволило, например, создать перспективную систему приёмного сегмента ДКМВ радиосвязи, в котором за счёт использования активной кольцевой решётки с электронным сканированием удалось достичь многократного сокращения занимаемых антенной земельных площадей (со 100...300 га до 4...9 га) при сохранении всех функций, возможностей и характеристик по основному назначению (рис. 1).

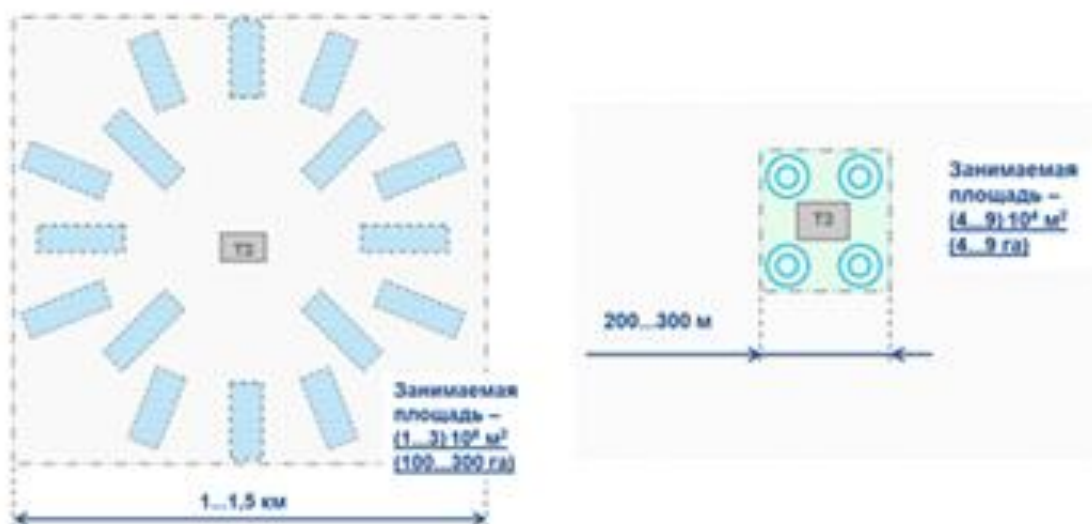


Рис. 1. Система приёмного сегмента

Антенны. Применение высокоэффективных антенн всегда является перспективным моментом, так как позволяет повысить энергетический потенциал линий без увеличения мощности передатчика или усложнения приёмника. Наряду с развитием системных принципов организации и методов ведения ДКМВ радиосвязи совершенствовались приёмные и передающие антенны этого диапазона. Успехи, достигнутые в области микропроцессорной техники, и опыт построения антенн с управляемыми диаграммами направленности в СВЧ диапазоне позволил вплотную подойти к решению задачи

разработки таких антенн для ДКМВ диапазона.

Современные антенные решётки позволяют сформировать весьма узкий луч при сравнительно небольших её размерах. Управление диаграммой направленности предполагается осуществлять по результатам оценки пространственной помеховой обстановки в точке приёма путём формирования нулей в направлениях прихода наиболее мощных помех. Кроме того, решётки строятся таким образом, чтобы обеспечить возможность одновременного подключения нескольких

передатчиков или приёмников, для каждого из которых формируется независимо свой собственный луч.

Результатом исследований в этом направлении явилось создание нескольких модификаций перспективных приёмных радиоцентров ДКМВ диапазона на основе кольцевых решёток с электронным сканированием. При этом достигается многократное сокращение занимаемых земельных площадей при обеспечении всех функций, возможностей и характеристик по основному назначению.

Быстроразворачиваемая активная кольцевая антенная решётка. Конструкция представляет собой фазированную решётку из 32 активных модулей (рис. 2), размещаемых равномерно по окружности радиусом 16 м. Высота подвеса активных вибраторов – 5 м. Обеспечивается одновременная независимая работа четырёх радиоприёмных устройств, для каждого из которых формируется 16 независимых азимутальных диаграмм направленности с дискретным шагом по азимуту 22,5 градуса. Пульт дистанционного управления обеспечивает возможность коммутации любого из четырёх приёмников для приема с любого из 16 свободных (не занятых другими приёмниками) азимутальных направлений.



Рис. 2. Конструкция кольцевой антенной решётки

Эллиптическая антенная решётка с вертикальными вибраторами, кольцевые антенные решётки с вертикальными вибраторами и горизонтальными вибраторами, кольцевая антенная решётка с триортогональными вибраторами – эти и другие разновидности антенных систем разработаны, построены и успешно эксплуатируются на трассах до 10000 км. Обеспечивается коммутация каждого из 64 приёмников для приёма с любого из 16 азимутальных направлений с дискретным шагом по азимуту 22,5 градуса. Управление коммутацией осуществляется оператором при помощи пользовательского терминала. Сервер обеспечивает работу до 64 пользовательских терминалов, с отображением результатов контроля на каждом пользовательском терминале.

Большое внимание в разработках приёмных антенн уделяется малогабаритным устройствам, которые используются как самостоятельные антенны, так и в качестве элементов антенных решёток (рис. 3). Разработаны и успешно эксплуатируются:

– приёмная антенна с триортогональными вибраторами, которая используется в защитных укрытиях для оборудования стационарных объектов системы радиосвязи диапазона ДКМВ;

– приёмная антенна с триортогональными вибраторами, которая используется в оборудовании стационарных объектов системы радиосвязи диапазона ДКМВ;

– триортогональный приёмный активный антенный модуль, который принимает радиосигналы и передаёт их на входы аппаратуры цифровой обработки сигналов, обеспечивает построение универсальной приёмной антенной решётки для комплексов средств ДКМВ.



Рис. 3. Конструкция элементов антенных решёток

Следует отметить разработку *защищенных активных подземных антенн*, которые используются в составе оборудования специальных объектов и обеспечивают возможность одновременной работы на два радиоприёмных устройства, настроенных на различные частоты, создавая более широкие возможности в организации независимого приёма сигналов (рис. 4). Возможности этих антенн позволяют работать в адаптивных автоматизированных сетях ДКМВ радиосвязи. Они обладают сейсмостойкостью и стойкостью к воздействию ударной волны в составе защищённого объекта. Адаптация по поляризации позволяет как в автоматическом, так и в ручном режимах добиваться наилучшего приема сигнала.



Рис. 4. Конструкция подземной антенны

Конечно же, разрабатываются и передающие антенны, которые предназначены для использования в составе радиостанций диапазона ДКМВ.

Аппаратура. Основная задача создания ДКМВ радиосвязи – это повышение помехоустойчивости и пропускной способности канала. Она решается в трёх основных направлениях:

- максимальное использование возможностей канала по усреднённым параметрам;
- разработка различных способов адаптации к свойствам канала, который имеет переменные параметры;
- разработка мер по «улучшению» канала, то есть мер, которые позволяют увеличить долю времени, когда ДКМВ каналы по своим свойствам приближаются к каналам, образованным другими средствами; сюда же следует отнести работы по модификации ионосферы.

Аппаратурная реализация этих направлений представлена следующими разработками.

Комплекс технических средств автоматизированной адаптивной радиосвязи в диапазоне ДКМВ. При его создании:

- реализованы основные принципы открытой архитектуры;
- обеспечена возможность создания новых составных частей комплекса широким кругом разработчиков и производителей;
- обеспечена возможность использования основных решений и составных частей оборудования в аналогичных системах различной принадлежности, включая коммерческие;
- обеспечена возможность текущей модернизации (актуализации) технических, алгоритмических и конструктивных решений в соответствии с прогрессом в области телекоммуникаций и появлением новой техники, технологий и элементной базы.

Многофункциональное устройство преобразования сигналов – радиомодем (рис.5). Приведём некоторые его характеристики.

- Работа радиоканалов тональной частоты со скоростью до 9600 бит/с и одновременная передача сообщений разного вида.
- Полоса рабочих частот 0,3...3,4 кГц.
- Управление радиосредствами и передача сигналов дискретных сообщений по адаптивным радиолиниям сети ДКМВ связи.
- Расширенная номенклатура используемых стыков с современным оконечным оборудованием.
- Передача дискретной информации в симплексном, полудуплексном, дуплексном режимах и ретрансляция с регенерацией.
- Допустимая величина времени запаздывания копий сигнала до 5мс и компенсируемым сдвигом несущих частот в каналах связи не более ± 10 Гц.

Возможность обмена речевой информацией. Скорость кодирования речевой информации – не более 2400 бит/с при допустимом времени задержки речевого сигнала не более 100 мс.



Рис. 5. Конструкция радиомодема

Возбудитель ДКМВ диапазона с прямым цифровым синтезом частоты (рис. 6). Возбудитель выполнен по схеме с прямым цифровым синтезом частоты, что позволяет формировать сигнал с высокой спектральной частотой, обеспечивая тем самым выполнение повышенных требований ЭМС. Возбудитель ДКМВ диапазона с прямым цифровым синтезом частоты предназначен для применения в автоматических адаптивных комплексах радиосвязи ДКМВ диапазона.



Рис. 6. Конструкция возбуждителя

Программное обеспечение. Все разработки, естественно, сопровождаются соответствующей информационной поддержкой и созданием проблемно ориентированных программных продуктов.

Для сокращения времени, уменьшения финансовых затрат и повышения эффективности создана программно-аппаратная платформа валидации разработок (рис. 7), основу которой составляет имитатор радиоканала.

Валидация программной модели системы осуществляет проверку качественных и количественных программных моделей устройств в средах Matlab и Oc-

tave на этапах разработки до технологической реализации системы.

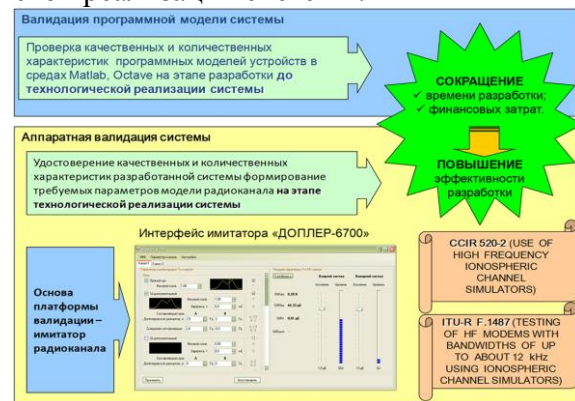


Рис. 7. Программно-аппаратная платформа валидации

Аппаратная валидация системы удостоверяет качественные и количественные характеристики разработанных систем, формирует требуемые параметры модели радиоканала на этапе технологической реализации системы.

Прочее разработанное программное обеспечение позволяет проводить расчёты характеристик антенных устройств и рассеивателей (ПО «WAVE», «PITON», «ORBOOL», «EDA», «IEDA»), расчёты фидерных линий произвольно-сложного сечения (ПО «ПУАССОН»), обеспечивать электромагнитную безопасность (ПО «ПК АЭМО»), учитывать требования электромагнитной совместимости, внешние нагрузки и кроссплатформенные взаимодействия.

В заключение обзора перспективных разработок филиала ФГУП НИИР - СОНИИР в области ДКМВ связи отметим, что институт осуществил переход на уровень современного научно-исследовательского центра с полным циклом разработки и создания радиоэлектронного оборудования на основе конвергенции современных информационных технологий и технологий моделирования систем, в том числе электродинамического моделирования.

Библиографический список

1. Головин О.В., Простов С.П. Системы и устройства коротковолновой радиосвязи/Под ред. профессора О.В. Головина. М.: Горячая линия-Телеком, 2006. 598 с.

Информация об авторах

Лучин Дмитрий Вячеславович, кандидат технических наук, заместитель директора Самарского филиала ФГУП «Научно - исследовательский институт радио - Самарский отраслевой НИИ Радио». E-mail: dmyl@soniir.ru. Область научных интересов: телекоммуникационные системы, обработка сигналов.

Сподобаев Михаил Юрьевич, кандидат технических наук, директор Самарского филиала ФГУП «Научно -

исследовательский институт радио – Самарский отраслевой НИИ Радио», заведующий базовой кафедрой радиотехнических систем, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: mspd@soniir.ru. Область научных интересов: телекоммуникационные системы, компьютерные сети, электромагнитный мониторинг.

HF RADIO COMMUNICATION SYSTEMS: DEVELOPMENT, PRODUCTION AND PERSPECTIVE SOLUTIONS

Dmitry V. Luchin, Mihael Y. Spodobayev

Radio Research & Development Institute Samara Branch

The article contains the review of development of the Radio Research & Development Institute Samara Branch in the area of creation of various equipment for the communication channels working in HF range. Thus presents system researches on a number of the main directions of a radio communication, development of antennas and antenna systems, including original designs in the form of ring lattices are allocated, examples of successful solutions of creation of the equipment with the improved noise stability and capacity. All development is accompanied by the corresponding information support and creation of special software products.

HF radio communication, system researches, antennas, radio equipment, software.

References

1. Golovin O.V., Prostov S.P., Systems and devices shortwave radio, Goryachaya liniya-Telekom, 2006. 598 p.

About the authors

Mihael Y. Spodobayev, Candidate of Sciences (Engineering), director of the Radio Research & Development Institute Samara Branch. Head of the department of radio engineering systems of the Samara State Space University. E-mail: mspd@soniir.ru. Area of research: telecommunication systems, computer networks, electromagnetic monitoring.

Dmitry V. Luchin, Candidate of Sciences (Engineering), assistant of director of Radio Research & Development Institute Samara Branch. E-mail: dmyl@soniir.ru. Area of research: telecommunication systems, processing of signals.