



НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ РАДИОРЕЛЕЙНЫХ СТАНЦИЙ СЕМЕЙСТВА «ФЛОКС»

Л.И. Брусиловский, фирма «СЕТЬ+СЕРВИС»
М.С. Елисеев, В.В. Павлов, МЦ «ФОБОС»

Активное продвижение отечественных цифровых радиорелейных станций (РРС) семейства «ФЛОКС» началось со второй половины 2000 года, после объединения усилий двух независимых компаний: МЦ «ФОБОС» (производитель оборудования) и «СЕТЬ+СЕРВИС» (эксклюзивный поставщик).

➤ За 5 прошедших лет поставлено более 150 радиорелейных линий для МЧС, МВД и МО России; региональных отделений ОАО «Ростелеком» (Читателеком, Электросвязь Республики Бурятия, Электросвязь Республики Карелия); предприятий связи в составе Комитета по рыболовству (Архангельск, Владивосток, Красноярск, Мурманск, Петропавловск-Камчатский); Минтранса (Махачкала, Карелия и Архангельская область); ряда операторов сотовой связи в России (Саратов-GSM, Чувашия-Мобайл, Астрахань-GSM, СтавТелеСот) и странах СНГ (КРИС-Сервис/Казахстан, СОМОНКОМ/Таджикистан) и др.

Поэтому можно отметить следующие основные успехи в реализации проекта:

- значительно возрос годовой объем поставок РРС: от единиц оборудования до нескольких сотен;
- устойчивый спрос на оборудование позволил перейти от его изготовления «под заказ» к плановому серийному производству, что, в свою очередь, позволило повы-

сить качество за счет ритмичного производственного цикла;

- серийное производство и реализация продукции позволили совершенствовать оборудование и технологический процесс с учетом разумных пожеланий заказчиков;
- серийное производство позволило вести научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) по созданию новых моделей РРС семейства «ФЛОКС», более полно отвечающих потребностям рынка.

Современный рынок радиорелейной связи, характеризующийся высоким уровнем конкуренции зарубежных и отечественных производителей, определил основные направления НИОКР. Чтобы подробнее осветить решения, развиваемые в рамках этих работ, коротко остановимся на устройстве базовой серийной РРС «ФЛОКС».

Основное назначение цифровой радиорелейной станции состоит в обеспечении приема-передачи цифрового потока (как правило, в стандарте ССИТТ G.703) по эфиру — среде с низким качеством распространения сигнала. Для этого используется прием модуляции электромагнитного сигнала цифровым на некоторой

промежуточной частоте (ПЧ). Этот процесс традиционно разделяют на две части: одна выполняет аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразования цифровых (дискретных) и аналоговых (непрерывных) модулированных сигналов, а вторая — обеспечивает прием и передачу этих модулированных сигналов по эфиру в полосе заданных высоких частот (СВЧ). Первую часть функционально называют модемом, конструктивно — внутренним блоком (Indoor Unit — IDU). Вторую — соответственно приемопередатчиком и наружным блоком (Outdoor Unit — ODU).

Целесообразность конструктивного разделения станции на две части связана с тем, что функционально модем — значительно более сложное устройство, использующее высокоинтегрированную элементную базу, для работы которой нужно обеспечить нормальные условия эксплуатации вычислительной техники. Более того, значения ПЧ выбираются так, чтобы было технологично обрабатывать сигналы на этой частоте, что, в свою очередь, позволяет разнести IDU и ODU на расстояния в сотни метров (потери легко компенсируются), а это важно для организации узлов связи.

Стандартный ряд модемов РРС «ФЛОКС» обеспечивает

передачу цифровых каналов G.703/E1/E2/E3 с фазовой двух- (PSK) или четырехуровневой (QPSK) модуляцией. Промежуточная частота составляет 70 МГц. Метод модуляции отвечает за эффективность использования частотного ресурса. Двухуровневая фазовая модуляция использует полосу в 2 раза уже, чем фазовая и в 4 раза уже, чем амплитудная.

Еще более эффективное использование полосы частот дает применение алгоритма квадратурной ам-

плитудной модуляции (Quadrature Amplitude Modulation – QAM-N), представляющей собой разновидность многопозиционной амплитудно-фазовой модуляции с числом N спектральной эффективности, равным 16, 32, 64, 128 или 256.

Принципиальная схема модема показана на рис. 1.

Блок приемопередатчика РРС «ФЛОКС» обеспечивает передачу по эфиру СВЧ-сигнала в диапазоне 1,4...2,7 ГГц. Сигналы как приемного, так и передающего трактов по-

ступают на одну антенну. Для их частотного разделения используется устройство дуплексора.

В приемном тракте принятый сигнал предварительно усиливается, стабилизируется и фильтруется (очищается) от побочного излучения. Затем его частота преобразуется путем смешивания с сигналом гетеродина на несущей частоте, равной промежуточной ($F_{прм} = 70$ МГц), еще раз очищается и поступает на уровне ПЧ на приемную часть модема (демодулятор).

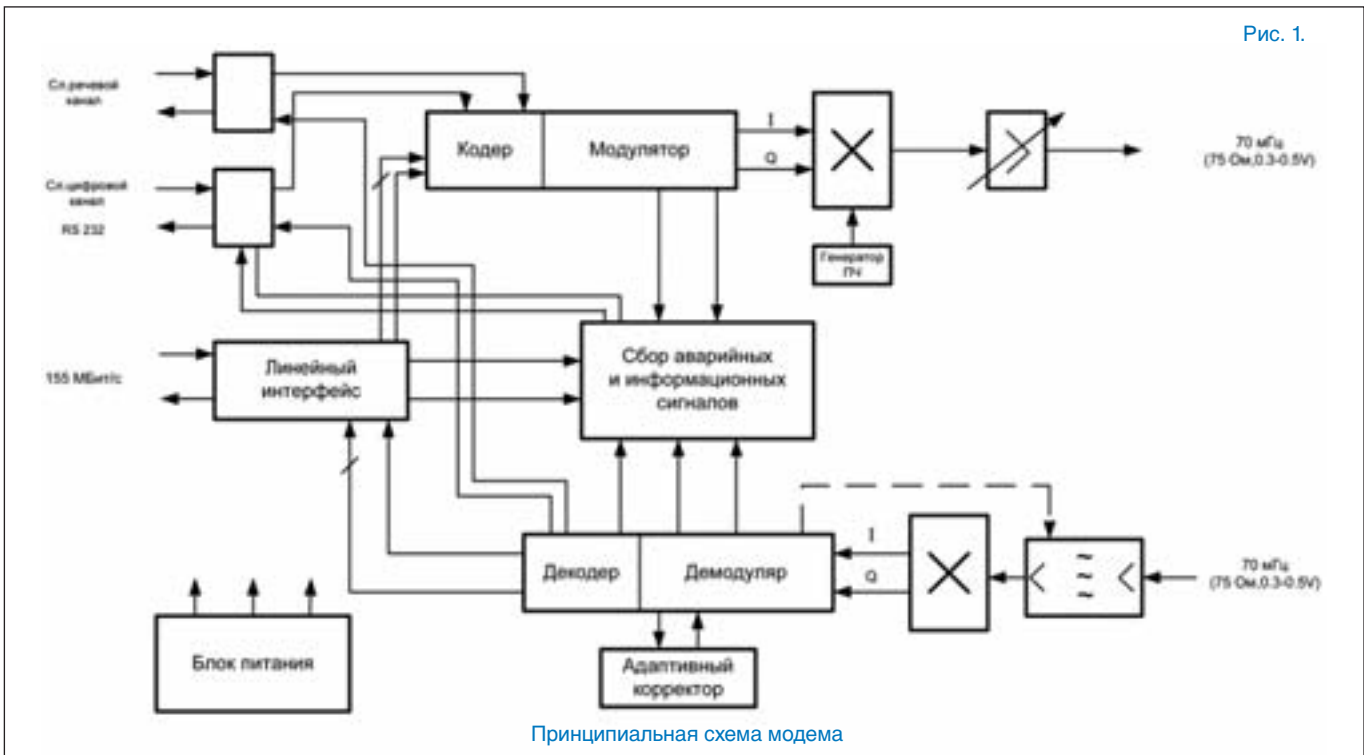


Рис. 1.



Рис. 2.

В передающем тракте обеспечивается высокостабильный по уровню и частоте сигнал для его преобразования с уровня ПЧ в СВЧ. Эти преобразования производятся с частотой $F_{прд}$, равной +70 МГц. Блок усиления мощности РРС «ФЛОКС» усиливает выходной сигнал с уровня 50-150 мВт до 800 мВт (максимум — 1,7 Вт). Усиленный сигнал подается на общую антенну через блок диплексора. Принципиальная схема приемопередающего блока представлена на **рис. 2**.

Отметим, что принятая в базовой модели схема «гетеродинамирования» полезного сигнала позволяет пропускать полосу от 3 до 30 МГц. При этом линейность ВЧ-генератора позволяет работать с модуляцией QPSK (или QAM-4).

НИОКР по созданию новых моделей РРС семейства «ФЛОКС» проводились по следующим направлениям:

- 1) увеличение пропускной способности до уровня STM-1. Рациональное использование частотного спектра (модуляция QAM-64, QAM-128);
- 2) освоение высоких частот;
- 3) расширение области применения и выпуск специальных моделей;
- 4) интегрированные модели;
- 5) стандартизация систем управления (СТО и ТУ).

(1) Практически все ведущие производители РРС представляют модели, работающие со скоростями уровня STM-1 (155 Мбит/с) в сетях АТМ. Российский сертификат соответствия получили свыше двадцати зарубежных станций. В 2004 году была завершена НИОКР по созданию магистральной РРС «ФЛОКС-4», работающей в диапазоне 3600... 4200 МГц. Главная проблема была связана с обеспечением так называемого ПИК-фактора — соотношения минимальной и максимальной амплитуд полезного сигнала, формируемого на уровне модема с высоким уровнем спектральной эффективности (QAM-64, QAM-128). Это потребовало разработки высоколинейного ВЧ-генератора. На первом этапе для него использована схема с высокоточными кварцевыми генераторами и умножителем частот. В настоящее время завершается разра-

ботка ВЧ-генератора с фазовой автоматической подстройкой частоты (ФАПЧ), то есть с настраиваемым синтезатором.

(2) Некоторые из последних решений ГКРЧ все больше усложняют работу систем фиксированной связи (к которым относятся и РРС) в самом комфортном для СВЧ-связи диапазоне 2 ГГц. Это вынудило производителя семейства РРС «ФЛОКС» МЦ «ФЛОБОС» разработать приемопередающие устройства в более высоком диапазоне. Завершены НИОКР по РРС «ФЛОКС-7» и «ФЛОКС-23» и в мае т. г. ожидается появление решения ГКРЧ об их серийном производстве.

(3) Плотный контакт с настоящими и потенциальными пользователями РРС, которых на данный момент у фирмы «СЕТЬ+СЕРВИС» насчитывается более 1000, открывает новые области применения радиорелейной связи. В ответ на потребность рынка была разработана экономичная модель «ФЛОКС-лайт», обеспечивающая 2-Мбитный канал связи на стандартное расстояние до 100 км. При этом ее стоимость почти в 2 раза ниже стоимости базовой станции. Мы позиционируем эту модель прежде всего для сельской телефонии.

Еще одна проблема — обеспечение надежной связи над морской и речной водной поверхностью. Связь, обеспечиваемая традиционными РРС, грешит частыми замираниями из-за множественных отражений сигнала от воды. По заказу ОАО «РЖД» была проведена НИОКР по созданию РРС с модуляцией COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing — кодированная ортогональная модуляция с частотным уплотнением). Этот метод модуляции эффективно использует отраженный сигнал и позволяет строить радиорелейные линии связи в акватории портов и на шельфе. Более того, появляется возможность работать на отраженных сигналах при отсутствии прямой радиовидимости — в городской застройке, скалистых ущельях рек, лесистых сопках и горах.

(4) Первый опыт создания интегрированной РРС был получен при выпуске модели «ФЛОКС-лайт». К сожалению, продвижение в этом

направлении невозможно без доступа к современной зарубежной элементной базе. В новых разработках РРС «ФЛОКС» для цифровой обработки сигнала используется аппаратное преобразование не в ПЧ, а в видеосигнал. Это позволяет применить новые векторные модуляторы и демодуляторы НР, в связи с чем отпадает необходимость в гетеродинамировании: убираются блоки смесителя, усилителя ПЧ и другие, появляется возможность непосредственно использовать схемы ЦАП-АЦП. Это существенно упрощает и удешевляет оборудование.

(5) Важным фактором эксплуатации радиорелейных линий связи является использование эффективной системы телеобслуживания и телеуправления (СТО и ТУ). Она должна не только отображать работоспособность РРС, но и встраиваться в общую систему управления системой связи. В новых моделях РРС «ФЛОКС» используется микропроцессорная система телеметрии и управления, которая обеспечивает диагностику всех основных блоков и устройств, управление шлейфами, установкой частот приемника и передатчика (для приемопередатчиков с синтезатором частоты) и поддерживает основные стандарты TNM.

Следует отметить, что современное состояние отечественного сектора HiTech практически не позволяет проводить НИОКР только собственными силами. Кооперация отечественных производителей позволит решать самые сложные технические проблемы. А организационной опорой может стать недавно образованная Ассоциация производителей и потребителей отечественных радиорелейных систем связи — АПОРРС (президент — академик РАН Ю.В. Гуляев).



ООО Фирма «СЕТЬ+СЕРВИС»

Россия, 117342, г. Москва
ул. Бутлерова, 15, офис 243
тел./факс: (095) 334-7674
334-4655
334-4666

e-mail: netsrv@aha.ru
www.network-service.ru