

Предисловие

Наиболее полное и системное описание назначения, структуры и реализации радиооборудования различных поколений приведено на некоммерческом форуме sdrforum.org.

В соответствии с принятой форумом классификацией, существующие на сегодняшний день радиостанции и соответствующее им программное обеспечение определяются как программно-управляемое радио (Software Controlled Radio – SCR). В радиостанциях SCR функции физического уровня модели открытых систем связи OSI-7 по фильтрации, модуляции/демодуляции, преобразованию спектра, усилению сигналов и т.д. выполняются аппаратными методами под программным контролем. Процессор управления трансивером устанавливает коэффициент усиления приемника в соответствии с уровнем принимаемого сигнала, параметры передатчика в соответствии с требуемой выходной мощностью, параметры антенны в соответствии с КСВ антенно-фидерного тракта и т.д.

Программно-конфигурируемое радио (Software Defined Radio – SDR) есть радиооборудование, в котором все или большинство функции физического уровня *выполняются в программном виде*, а функции, выполняемые аппаратно, должны оперативно модифицироваться по требованиям рабочего стандарта связи. Программная реализация большинства функций по обработке высокочастотных сигналов и оперативное программное управление аппаратурой обеспечивают кардинальное повышение функциональных возможностей радиостанции путем поддержки работы в различных сервисах, широкой полосе частот и в различных стандартах связи. Технология SDR является ключевой в предполагаемом последующем развитии радиооборудования: адаптивное радио (Adaptive Radio – AR), когнитивное «умное» радио (Cognitive Radio – CR) и интеллектуальное радио (Intelligent Radio – IR).

Adaptive Radio – следующая за SDR ступень развития радиооборудования, в котором имеется возможность контролировать работу и изменять параметры радиооборудования в замкнутой петле автоматического регулирования в сети связи. В результате улучшаются экономические, технические и пользовательские показатели работы радиостанций. Технология AR является естественным развитием программно-конфигурируемого радио, исключая вмешательство пользователя в управление радиооборудованием в стандартных или прогнозируемых ситуациях.

Cognitive Radio – радиооборудование, в котором система связи определяет текущие условия работы и состояние оборудования и может принимать решения о методах радиосвязи. В частности, контролируются

условия прохождения радиоволн, географическое расположение абонента, загрузка рабочего участка спектра, анализ текущего трафика. По результатам анализа ситуации возможно изменение несущей частоты, мощности, типа модуляции и т.д. вплоть до перехода в иной стандарт связи. Технология CR может быть реальной базой для совместимости различных стандартов связи, которые в силу условий применения и требований пользователей не могут использовать общие для всех методы модуляции, единые методы разделения каналов, скорости передачи данных и т.д.

На интуитивном уровне программно-конфигурируемое радио определяют как направление развития радиосвязи, призванное объединить на единой аппаратной платформе работу радиостанций различных типов и различных стандартов. Предполагается, что программно-конфигурируемое радио реализует функций радиоприемника и радиопередатчика в программном виде или с помощью программно управляемых аппаратных компонентов, которые в силу своей физической природы не могут быть реализованы программно, как, например, усилитель мощности или антенна.

В терминах концептуальной модели открытых систем связи OSI-7 программно-конфигурируемое радио определяется как радиостанция, в которой все или большинство функций физического уровня выполняются в программном виде и могут быть программно реконфигурированы в соответствии с требованиями стандарта связи и/или изменяться иным программно-управляемым оборудованием.

Институт инженеров по электротехнике и электронике (IEEE) определяет программно-конфигурируемое радио как программно-конфигурируемое оборудование, в котором радиочастотные параметры могут быть установлены или изменены при помощи программного обеспечения и/или оборудования, с помощью которого это достигается. Программное изменение касается диапазона частот, типа модуляции, выходной мощности, но не ограничивается этими параметрами.

Федеральная комиссия связи США определяет программно-конфигурируемое радио как радиооборудование (приемопередатчик), в котором такие параметры режима работы, как диапазон частот, тип модуляции и выходная мощность могут быть изменены при помощи программного обеспечения без изменений в аппаратных компонентах, используемых для излучения и приема радиочастот.

В настоящее время существует значительное количество типов и модификаций систем связи и соответствующего им оборудования (радиостанций). Каждая радиостанция включает аналоговую и цифровую часть, отдельные электрические компоненты и микросхемы высокой степени интеграции, механические компоненты, антенну. В целом радиостанция является высокотехнологичным продуктом, достаточно эффективно выполняющим функции связи посредством электромагнитных волн. Однако взаимодействие типовых радиостанций различных стан-

дартов на сегодняшний день если и не исключено, то является редким случаем, да и то в ограниченной функциональности. Одна из основных задач программно-конфигурируемого радио как раз и заключается в обеспечении предельной гибкости изменения параметров оборудования с целью обеспечить максимальную совместимость радиостанций различных стандартов вне зависимости от метода модуляции, рабочего диапазона частот, метода доступа к каналам и т.п. при сохранении всех функциональных возможностей сети связи. Многомодовый (мульти-стандартный) режим работы радиостанции является одним из основных требований, предъявляемых к оборудованию радиосетей третьего поколения. Согласно определению программы ИМТ-2000 Международного союза электросвязи, сети связи третьего поколения должны формировать единое информационное пространство, обеспечивающее абоненту доступ ко всем информационным ресурсам и базам данных независимо от их географического расположения, сетевого и аппаратного обеспечения.

К основным функциям физического уровня, которые обычно реализуются в аппаратном виде, относятся: усиление, модуляция/демодуляция, канальная селекция в приемнике и подавление побочного излучения в передатчике, преобразование частоты при модуляции/демодуляции на промежуточной частоте. В программно-конфигурируемом радио эти функции, которые сегодня выполняются в аппаратном виде смесителями, фильтрами, усилителями, модуляторами/демодуляторами, детекторами частично реализуются программно, а частично программно-управляемыми аппаратными средствами в соответствии с параметрами модулированных сигналов и методом разделения каналов в различных стандартах связи. В результате программное радио является экономически более выгодным продуктом по сравнению со специализированными устройствами, так как производится для более широкого круга пользователей, а модернизация радиооборудования заключается только в изменении программного обеспечения.

Работа радиостанции, особенно в городе, происходит в условиях быстро изменяющихся параметров радиоканала – чередовании теневых и освещенных зон, периодически возникающих помех и т.д. Высокое качество передачи информации и надежность поддержки радиоканала в таких условиях требуют оперативного управления основными параметрами радиостанции, такими как излучаемой мощностью передатчика, рабочей частотой, величиной усиления принятого сигнала. Оперативное управление параметрами радиоканала необходимо и при передаче различных типов данных. Передача речи, изображения или текста в режиме реального времени или в режиме электронного письма требуют, в общем случае, различной скорости передачи информации и различных параметров оборудования радиоканала. Оптимизация режима работы передатчика и приемника для конкретного вида связи по-

зволит в среднем уменьшить энергопотребление и увеличить срок работы батарей питания.

Программно-конфигурируемое радио предполагает существенное изменение аппаратной части трансивера и требований, предъявляемых к аппаратной части. Аппаратура программно-конфигурируемого приемника должна, прежде всего, обеспечивать преобразование принятого высокочастотного модулированного сигнала с целью его максимально точного (без потери достоверности приема) представления в цифровом виде с помощью аналого-цифрового преобразователя. Аппаратура передатчика должна обеспечивать прямое формирование модулированного сигнала и усиление мощности. Функции высокочастотной аппаратной части приемопередатчика программно-конфигурируемого радио сводятся к обеспечению энергетического потенциала радиоканала – усилению мощности в передатчике и малому усилению принятого сигнала в приемнике. Для пользователя программно-конфигурируемое радио позволяет реализовать следующие функции:

- оперативное изменение текущей конфигурации радиостанции с минимальными затратами времени и средств;
- оперативное добавление новых функций и возможностей без дорогостоящего изменения аппаратной части;
- удешевление текущего обслуживания аппаратной части, общей для значительного количества радиосредств;
- использование одной и той же радиостанции в различных сетях и для различных применений.