

Отечественный разработчик мирового уровня

Константин Быструшкин, заместитель генерального директора ЗАО «МНИТИ»
Артем Абросимов, старший менеджер проектов ООО «НПП Триада-ТВ»

Среди отечественных производителей оборудования для цифрового телевидения ООО «НПП Триада ТВ» из Новосибирска занимает особое место. И не только потому, что практически каждый второй цифровой передатчик DVB-T2, установленный в сети ФГУП «РТРС», изготовлен этой компанией. Не менее важно, что схемотехника и программное обеспечение (ПО), а также конструкция цифровых передатчиков и технология их изготовления — на 100% отечественные разработки.

Цифровые передатчики DVB-T2 относятся к одному из самых сложных видов оборудования для цифрового телевидения.

Во-первых, по сравнению с аналоговыми телевизионными передатчиками SECAM D/K в них потребовалось радикально улучшить линейность выходного каскада усилителя мощности, при этом одновременно резко возросли требования и к величине фазовых искажений. Кроме того, с учетом огромного пик-фактора цифрового видеосигнала выходные транзисторы работают в особом напряженном режиме, так как им приходится переключаться из режима насыщения на практически запертие канала. В этих условиях задача достижения высокого КПД становится более чем нетривиальной.

Второй, не менее сложной задачей является создание модуля модулятора DVB-T2. По сути, это мощный специализированный компьютер, который с огромной скоростью на лету должен реализовывать сложнейшие математические алгоритмы, обеспечивающие все заявленные достоинства стандарта цифрового телевидения второго поколения, которые отличают его от DVB-T.

Для того чтобы одновременно решить обе эти задачи, в действительно хорошем передатчике DVB-T2, помимо совершенного железа, обязательно нужен еще и мощный софт. Для его создания и отладки требуется коллектив очень квалифицированных программистов, умеющих писать программы в привязке к железу конкретного модулятора, что является нетривиальной задачей. Поэтому очень многие, даже самые именитые, производители передатчиков идут по пути наименьшего сопротивления — устанавливают в оборудование готовые модуляторы, приобретенные у сторонних производителей (например, TeamCast, ProTelevision Techn.).

Компания «НПП Триада-ТВ» является одним из немногих исключений из этого правила, так как ее инженеры смогли разработать и успешно запустить в производство собственный модулятор DVB-T2.

Модулятор — всему голова

Модулятор серии TTV-MDT2 производства «НПП Триада-ТВ» является программно-аппаратной платформой, реализующей возможности, заложен-

ные вторым поколением стандарта наземного цифрового телевизионного вещания — DVB-T2.

TTV-MDT2 полностью удовлетворяет требованиям документов ETSI EN 302 755, ETSI TS 102 831 и совмещает современные FPGA-технологии с усовершенствованными алгоритмами цифровой обработки сигналов, в частности для процессов модуляции, коррекции и фильтрации. Устройство поддерживает различные режимы модуляции, соответствующие стандарту DVB-T2, с возможностью выбора источника входного потока.

Система тактирования специально разработана для достижения наименьшего уровня фазовых шумов и позволяет гибко управлять режимами синхронизации, обеспечивая работу в одночастотной сети (SFN). Она включает в себя высокостабильный кварцевый генератор, встроенный ГЛОНАСС/GPS-приемник, входы внешних опорных сигналов.

Для получения высоких показателей эффективности усилителя мощности TTV-MDT2 содержит схемы линейного и нелинейного ручных цифровых предкорректоров.



Рисунок 1. Структурная схема модулятора TTV-MDT2

Модулятор TTV-MDT2 состоит из следующих основных функциональных блоков (рисунок 1): модуль входного интерфейса, DVB-T2-модулятор, предкорректор нелинейных и линейных искажений (НИ и ЛИ), выходной интерфейс, блок тактирования и синхронизации, блок контроля и управления.

Блок интеллектуального переключения определяет активный транспортный поток и перенаправляет его на обработку в блок модуляции. Модулированный сигнал подвергается линейной и нелинейной предкоррекции и поступает на выходную часть устройства, где преобразуется в аналоговую форму и усиливается.

Система тактирования позволяет осуществлять ручной или автоматический выбор источника синхронизации: внутренний (встроенный генератор 10 МГц), внешние сигналы 1PPS и 10 МГц, сигнал 1PPS от встроенного модуля ГЛОНАСС/GPS.

Мониторинг и управление модулятором осуществляются с передней панели и через IP-интерфейс по протоколам HTTP, SNMP.

«...и был глубокий эконом»

Специалистам «НПП Триада-ТВ» удалось успешно решить и другую не менее сложную и важную задачу — добиться высокого КПД цифровых передатчиков.

Значение этого фактора для снижения расхода электроэнергии сетью цифрового вещания России трудно переоценить, если вспомнить, что в первом и втором цифровых мультиплексах DVB-T2 круглые сутки будет работать не менее 10 тыс. передатчиков со средней выходной мощностью 0.5 кВт. Только представьте, к какой экономии электроэнергии в масштабах России приведет улучшение КПД передатчика DVB-T2 хотя бы на 1%. В это трудно поверить, но инженерам компании удалось достичь величины КПД выходных каскадов усилителей до 46–48%, при том что раньше было только 26–28%. Отметим, что «промышленный КПД передатчика» определяется не только его выходным каскадом и с учетом затрат энергии на охлаждение составит порядка 30–32%.

Это выдающееся техническое достижение стало возможным благодаря передовой схемотехнике передатчика, в первую очередь выходного каскада усилителя его мощности. Для достижения максимального КПД с целью уменьшения потерь в транзисторе усилителя мощности необходимо вводить его в режим насыщения или близкий к нему. При частотной модуляции, когда амплитуда выходного сигнала почти не меняется, это легко сделать. Так как компрес-

сия выходного сигнала достигает всего 3–5 дБ, КПД выходного каскада будет составлять 80–82%. При амплитудной модуляции на линейных каскадах класса АВ максимальный КПД возникает только во время пиковой мощности, при всех других уровнях КПД неоптимальный. Чтобы получить оптимальный КПД при всех уровнях мощности, нужно следить за огибающей ВЧ-сигнала и адаптивно оптимизировать режим работы транзистора.

Принципиально существуют два способа реализации этого метода: изменить напряжение питания транзистора или изменить согласование выхода каскада. Первый подход называется Envelope Tracking и пока не получил активного применения в области усиления ВЧ-сигнала для телерадиовещания. Его недостатки: сложная схемотехническая реализация, высокая цена, низкая эффективность.

Второй подход, который использовали разработчики, реализовывают при включении транзисторов оконечного каскада по схеме Догерти. Принцип ее действия состоит в том, что мощные выходные транзисторы работают попарно. При этом один из них (пиковый) воздействует на выходную цепь второго транзистора (основного), изменяя согласование выходного каскада с нагрузкой в зависимости от уровня сигнала. При малых уровнях пиковый транзистор закрыт и практически не влияет на работу основного. Поэтому основной работает в оптимальном по КПД режиме для малых уровней мощности. Во время больших уровней мощности пиковый транзистор открывается и шунтирует выходную цепь основного, переводя



Передняя и задняя панели модулятора TTV-MDT2



Образец усилителя серии «ЭКО» мощностью 1000 Вт

его в оптимальный по КПД режим для больших уровней. Принципиально все просто и понятно, но практическая реализация выходных каскадов по схеме Догерти требует от разработчиков высокой квалификации и изощренных схемотехнических решений. К чести новосибирских инженеров, им блестяще удалось решить эту задачу.

Серия не имеющих в мире аналогов усилителей «НПП Триада-ТВ», разработанных и запущенных в производство на основе данной технологии, получила название «ЭКО», а передатчики, в состав которых вошли данные усилители, – «Полярис ЭКО». Все цифровые телевизионные передатчики мощностью от 300 Вт, поставляемые «НПП Триада-ТВ» для второго мультиплекса сети цифрового телевидения России, уже являются «ЭКО»-версией.

По сравнению с передатчиками тех же мощностей, поставленными до появления разработки для первого мультиплекса (в том числе старые передатчики «НПП Триада ТВ»), передатчики «ЭКО» потребляют примерно на 50% меньше энергии. Этот факт приобретает высокую значимость, если осознать, что на сети ФГУП «РТРС» сегодня эксплуатируются сотни мощных цифровых передатчиков, КПД которых пока еще не превышает 20%, а потребление энергии более чем в два раза выше, чем у аналогичных передатчиков «ЭКО»-серии. Реализация проекта по модернизации мощных цифровых передатчиков первого мультиплекса до более эффективных и экономичных помогла бы обеспечить колоссальную экономию бюджета за счет сокращения затрат на энергию.

Помимо выигрыша в КПД, новые усилители производства «НПП Триада-ТВ» отличаются еще рядом показателей. В усилителях передатчиков «ЭКО» используются контроллеры, реализующие все необходимые алгоритмы автоматической защиты и компенсации влияния внешних факторов. Система защиты усилителей по входной и отраженной мощности является сверхбыстродействующей. Время реакции менее 40 нс, что радикально повышает степень защиты транзисторов оконечных каскадов. Используемые транзисторы произведены по новейшей версии LDMOS-технологии. Транзисторы и печатные платы оконечных каскадов припаяны к медному основанию, что обеспечивает наилучшие тепловые характеристики и наилучшую

устойчивость к самовозбуждению. Все блоки усилителей (соответственно, и передатчик в целом) имеют возможность работы на сниженном уровне мощности (в том числе и по причине выхода из строя транзисторов) без существенного снижения качественных показателей (линейности, КПД)

«НПП Триада-ТВ» реализует полный производственный цикл, что позволяет обеспечивать строгий контроль на всех этапах, а также применять индивидуальные изменения под требования заказчика.

В мощных передатчиках используется система жидкостного охлаждения собственной разработки и производства. Ее отличительная особенность заключается в том, что она адаптирована для различных климатических условий, резко изменяющихся в течение года (от сильных морозов до тропической жары).

Конструкция системы управления жидкостного охлаждения такова, что обеспечивает безопасный «холодный» запуск передатчика (при его установке в высокогорных районах с низкими температурами или в зонах постоянных низких температур). Это защищает систему от перегрузок и позволяет облегчать запуск при сверхнизких температурах.

Управляй и властвуй

Еще одной уникальной разработкой «НПП Триада ТВ» является универсальная система дистанционного мониторинга и контроля оборудования передающих станций сети вещания СДК-5.

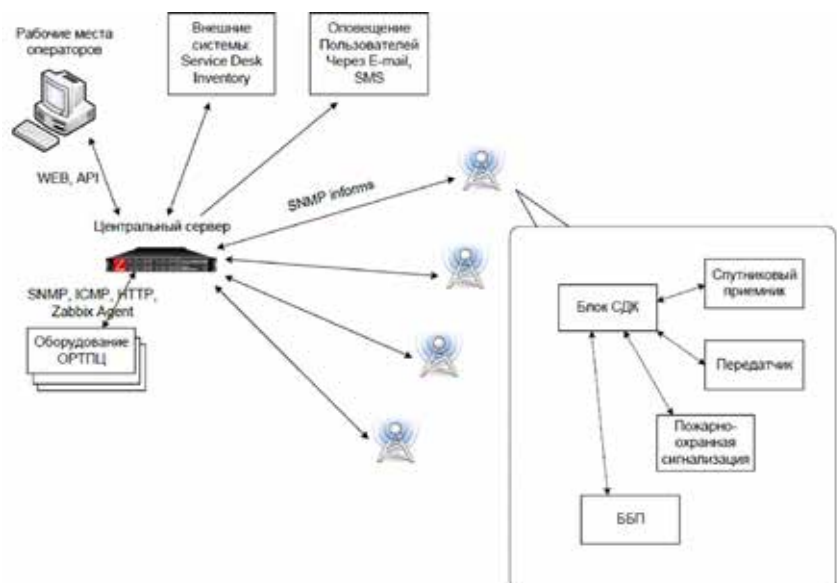


Рисунок 2. Схема системы мониторинга цифровых передатчиков СДК-5

О важности задачи мониторинга сети цифрового вещания мы уже писали в статье «С-2000: с точностью до бита» (см. «Теле-Спутник» № 6 (260), стр. 48). Создание отдельной системы для контроля работы цифровых передатчиков DVB-T2 еще раз подчеркивает актуальность этой проблемы.

Система мониторинга СДК-5 позволяет быстро определить, в каком передающем центре возникла проблема, у какого именно устройства и каковы причины этой проблемы. Кроме того, при возникновении важных событий система мониторинга привлекает внимание операторов с помощью звуковых сигналов, посылает оповещения с помощью e-mail- и SMS-сообщений.

На рисунке 2 показана структурная схема системы мониторинга. Все данные от оборудования вещательной сети поступают на центральный сервер. Компьютеры операторов, наблюдающих за работой вещательной сети, подключаются к серверу. Операторы получают доступ к данным через веб-интерфейс. Таким образом, для работы с системой мониторинга на терминальных станциях достаточно иметь обычный веб-браузер.

Устройства вещательной сети могут быть подключены к серверу двумя способами. Первый вариант — когда устройства передают данные непосредственно на центральный сервер. Для передачи данных могут использоваться следующие протоколы: SNMP, ICMP, HTTP, SSH, Zabbix Agent Protocol и Zabbix Sender Protocol. Устройства могут работать как в активном режиме, то есть сами посылать данные, так и в пассивном — отвечать на запросы со стороны центрального сервера. Данный вариант подключения может использоваться при наличии хорошего канала связи между сервером и подключенным устройством.

Второй вариант заключается в подключении устройств к серверу через блок дистанционного контроля (СДК). Блок СДК устанавливается на каждом удаленном передающем центре, а к нему подключаются все устройства, установленные на этом центре. Блок СДК собирает данные с подключенных устройств, производит их предварительную обработку и передает на центральный сервер.

Блок СДК разработан «НПП Триада-ТВ» специально для мониторинга удаленных передающих центров че-

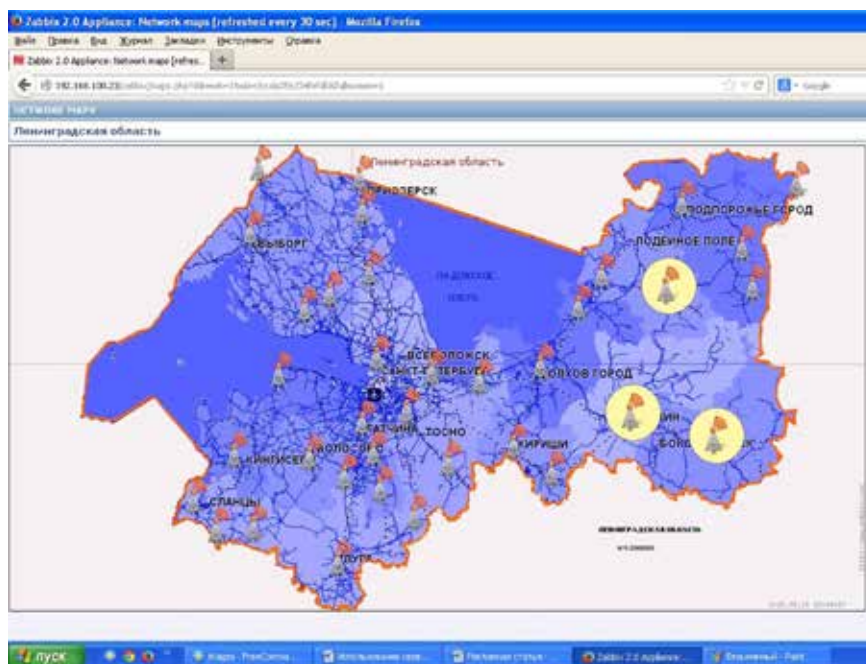


Рисунок 3. Веб-интерфейс системы мониторинга передатчиков

рез сети связи с низкоскоростными неустойчивыми каналами, например VSAT или GPRS.

Передатчики «НПП Триада-ТВ» изначально поставлялись в комплекте с такими блоками, что позволяло независимо от наличия или отсутствия некой отдельной специальной коммерческой системы мониторинга и контроля после установки передатчиков осуществлять контроль и мониторинг его работы, а также работы сопутствующего оборудования. Данный факт обеспечил высокую ценовую эффективность решения.

Достоинствами системы мониторинга «НПП Триада-ТВ» является то, что она строится на базе открытого исходного кода, поэтому пользователи такой системы имеют право на установку любого количества серверов, подключение любого количества устройств к системе мониторинга, создание любого количества рабочих мест без необходимости покупать дополнительные лицензии. Система на открытом коде развивается и дорабатывается мировым сообществом, что повышает надежность, а также снимает вопрос зависимости от одного коммерческого вендора, который может прекратить свою деятельность по разным причинам. Система мониторинга на Zabbix используется в мире сотнями тысяч человек, десятками тысяч компаний, что подтверждает практическую надежность решения. Обучиться работе с данной системой может любой специалист — информация открыта.

По утверждению разработчиков «НПП Триада-ТВ», до сегодняшнего дня ни одной зарубежной компании не удавалось осуществлять мониторинг сети вещания в национальном масштабе на платформе с открытым исходным кодом (около 5 тыс. объектов вещания с количеством устройств 5–10 на каждом). Это решение отлично подходит для организации бюджетного мониторинга сети вещания. Согласно информации «НПП Триада-ТВ», за семь лет работы с данной системой не зафиксировано ни одного случая ее отказа или ошибки.

Миссия выполнима

Как видим, достижения новосибирцев не могут не радовать. Определенно, еще есть порох в наших пороховницах. В ходе проведенных с китайскими коллегами переговоров о сотрудничестве в области цифрового телевидения («Китай переходит на «цифру»», № 8 (262), стр. 34) мы смогли убедиться, что отечественная радиоэлектронная промышленность способна разрабатывать и массово выпускать конкурентоспособную на мировом рынке продукцию. Даже в таком технически сложном сегменте, как цифровые телевизионные передатчики DVB-T2. Поэтому поставленная руководством России задача выхода страны на передовые научно-технические рубежи в мире в области гражданской продукции вполне выполнима. ■