

МАКЕТ СИСТЕМЫ ТРАНСЛЯЦИИ СИГНАЛОВ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВЕЩАНИЯ ДЛЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Авдеенко Г.Л., Трофименко В.В.

Институт телекоммуникационных систем КПИ им. Игоря Сикорского

E-mail: djangoo2006@ukr.net

Digital television system prototype for university education purposes

The design principles of DVB-S and DVB-C digital television radio signals broadcasting system prototype (RP) in 3.6-4.3 GHz band is presented. This prototype is for the purpose of students equation skills improving at such technical areas as microwave antennas and transmission lines, theory of signal generation, amplification, filtering, DVB-C standard, MPEG coding and television transport stream forming. The components of transmitter and receiver structure schemes and basic performance parameters of prototype during laboratory test are shown.

В настоящее время стремительное развитие телекоммуникационной отрасли, и, в частности систем цифрового ТВ (ЦТВ), радиорелейной и спутниковой связи, широкополосного беспроводного радиодоступа, работающих в СВЧ диапазоне, требует повышения уровня теоретической и практической подготовки студентов в ВУЗах. Однако, не смотря на наличие доступной литературы [1-2], посвященной изучению, в первую очередь теоретических аспектов систем ЦТВ, крайне актуальной в настоящее время является задача создания макетов и экспериментальных образцов элементов систем ЦТВ, предназначенных для практических и лабораторных занятий со студентами. Это обусловлено тем, что наличие на телекоммуникационном рынке огромного количества оборудования, предназначенного для практического создания современных систем связи и вещания в первую очередь операторами крупных вещательных сетей, является недоступным для ВУЗов по причине их высокой стоимости. Примером одного из таких макетов для учебного процесса может быть разработка фирмы NXP Semiconductors [3].

В связи с этим, в данном докладе рассматривается один из возможных вариантов построения макета системы трансляции радиосигналов ЦТВ в диапазоне 3,6-4,3 ГГц из относительно недорогих и доступных компонентов. Структурная схема предлагаемого варианта макета системы трансляции радиосигналов ЦТВ стандартов DVB-S и DVB-C по радиолинии СВЧ диапазона показана на рис.1.

Радиосигнал стандарта DVB-S, с несущей частотой 70 МГц, символьной скоростью 27,5 Мсимв/с модуляцией QPSK, скоростью кодирования FEC=3/4 формируется модулятором Radyne Comstream DVB-3030 из многопрограммного транспортного потока, поступающего с выхода профессионального спутникового ресивера IRD-2600. Который в свою очередь настроен на демодуляцию и декодирование радиосигнала спутникового ТВ стандарта DVB-S с параметрами: частота – 11766 МГц, поляризация

излучаемых со спутника радиоволн – горизонтальная, символьная скорость 27,5 Мсимв/с, FEC = 3/4, ширина спектра – 36 МГц, модуляция – QPSK, поступающего с выхода конвертора спутниковой антенны диаметра 0,9м, установленного на крыше учебного корпуса. Далее с помощью преобразователя частоты радиосигнал DVB-S переносится на промежуточную частоту 1475 МГц, а с его выхода он поступает на первый вход широкополосного сумматора мощности.

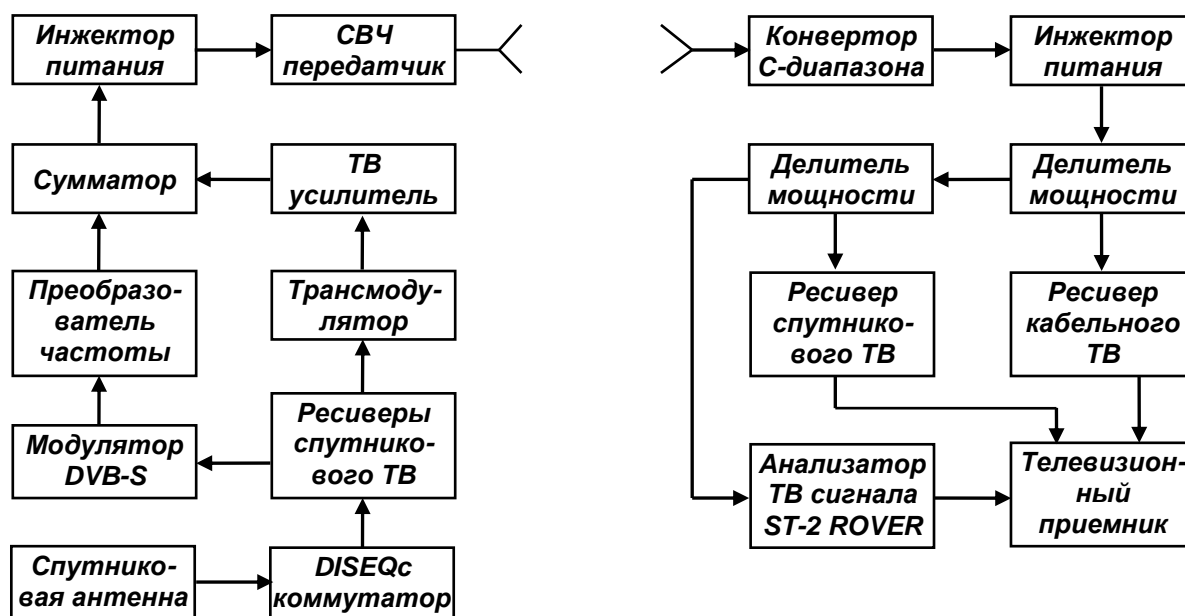


Рис. 1. Структурная схема макета трансляции радиосигналов ЦТВ стандарта DVB-C и DVB-S.

Формирование радиосигнала ЦТВ стандарта DVB-C осуществляется с помощью трансмодулятора WISI OV75 из радиосигнала спутникового ЦТВ стандарта DVB-S с частотой 12073 МГц, горизонтальной поляризацией, символьной скоростью 27,5 Мсимв/с, FEC=3/4. Трансмодулятор программируется как для демодуляции и декодирования радиосигнала ЦТВ стандарта DVB-S до уровня транспортного потока MPEG, так и для модуляции этим потоком несущего колебания из диапазона 47–862 МГц. В результате на выходе трансмодулятора формируется радиосигнал ЦТВ стандарта DVB-C с несущей частотой $f_s = 850$ МГц, уровнем -30дБм, с модуляцией QAM-64 и шириной спектра до 8 МГц. Далее этот радиосигнал поступает на ТВ усилитель с коэффициентом усиления 20 дБ, а с его выхода – на второй вход широкополосного сумматора. С выхода сумматора сигналы DVB-S и DVB-C поступают в инжектор питания и далее на вход СВЧ передатчика. Передатчик конструктивно выполнен на основе фланцевого конвертора С-диапазона, состыкованного с пирамидальной рупорной антенной размером 26x18 см, имеющей коэффициент усиления около 21 дБ на частоте 4 ГГц. Передатчик состоит из усилителя промежуточной частоты с коэффициентом усиления около 20 дБ, смесителя на полевом транзисторе и транзисторного СВЧ гетеродина на частоту $f_{LO} = 5150$ МГц, стабилизированного диэлектрическим резонатором.

С выхода смесителя, сигналы DVB-C и DVB-S суммарной $f_{1DVB-C} = f_{LO} + f_s = 6000$ МГц, $f_{1DVB-S} = f_{LO} + f_s = 6625$ МГц и разностной составляющих $f_{2DVB-C} = f_{LO} - f_s = 4300$ МГц, $f_{2DVB-S} = f_{LO} - f_s = 3675$ МГц и другие продукты преобразования поступают на вход полосового фильтра, на связанных микрополосковых резонаторах с ориентировочной полосой пропускания 3,4 - 4,3 ГГц. Который пропускает на свой выход только радиосигналы с несущими f_{2DVB-C} , f_{2DVB-S} подавляя при этом комбинационные составляющие. С выхода фильтра радиосигнал поступает на трёхкаскадный выходной усилитель мощности на СВЧ полевых транзисторах, собранный по схеме с общим истоком. Выходная мощность передатчика составляет около 1 мВт. Далее, с выхода последнего каскада усилителя радиосигналы DVB-S и DVB-C поступают на вход зонда, связывающего печатную плату передатчика с прямоугольным волноводом, в котором возбуждается электромагнитная волна, излучаемая с помощью рупорной антенны.

В качестве приёмного устройства, расположенного на расстоянии 20 м от передающего, используется обычный конвертор спутникового телевидения С-диапазона, обеспечивающий сквозное усиление около 65 дБ. С выхода конвертора, радиосигналы ЦТВ стандарта DVB-C и DVB-S с уровнем около -10 дБм через инжектор питания конвертора поступают на коаксиальные делители мощности, с одного выхода которого они поступают на вход анализатора сигналов цифрового ТВ ST-2 ROVER а с других – на входы ресиверов цифрового кабельного и спутникового ТВ, в которых происходит демодуляция и декодирование радиосигналов, в результате чего формируются пакеты ТВ программа, которые и выводятся на телевизионный приёмник через его композитные входы.

Измерения, проводимые с помощью анализатора сигналов ЦТВ ST-2 ROVER и подменю ресивера «Качество» позволяют оценить степень ухудшения основных показателей транслируемых по радиолинии диапазона 3,6 – 4,3 ГГц радиосигналов ЦТВ стандартов DVB-S и DVB-C.

Испытания собранного макета подтвердили возможность трансляции радиосигнала ЦТВ стандарта DVB-C и DVB-S с получением его хороших параметров качества на приёмной стороне (показатель шкалы «Качество» в ресивере составляет 92-100%). Авторы считают, что использование подобных макетов в лабораторном практикуме позволит студентам закрепить теоретические знания по дисциплинам телекоммуникационного профиля.

Литература

1. Смирнов А.В., Пескин А.Е. Цифровое телевидение. От теории к практике. М.: Горячая Линия – Телеком, 2005. 349 с.
2. Карякин В.Л. Цифровое телевидение: учебное пособие для ВУЗов. М.: СОЛОН-пресс, 2013. 418 с.
3. DVB-S Full Line-up: From Satellite LNB through STB to TV Screen (IMS 2013) [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=V7SOH9ahm-0&index=3&list=LLH-NIZKgub8_-ofONEw3rdQ&t=0s – Назва з екрана.