

# ИЗМЕРЕНИЯ В ОДНОЧАСТОТНОЙ СЕТИ DVB-T2 ПРИ ПОМОЩИ ПРИБОРОВ R&S EFL И ETL

**А. Н. Бучатский<sup>1</sup>, С. П. Куликов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> СПбГУТ, Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация  
Адрес для переписки: kulikovsp.rtrn@yandex.ru

## Информация о статье

УДК 621.397.13

Язык статьи: русский

Поступила в редакцию 21.01.16, принята к печати 17.02.16

**Ссылка для цитирования:** Бучатский А. Н., Куликов С. П. Измерения в одночастотной сети DVB-T2 при помощи приборов R&S EFL и ETL // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. Том 4. № 1. С. 96–103.

## Аннотация

В настоящее время Россия переходит на цифровое вещание в стандарте DVB-T2. Для уверенного приема сигнала необходимо контролировать не только качественные показатели передатчиков, но и возможность их работы в одночастотной сети. В данной работе рассматриваются этапы измерений в одночастотной сети при помощи приборов ETL и EFL фирмы Rohde&Schwarz.

## Ключевые слова

DVB-T2, SFN, одночастотная сеть, R&S ETL, R&S EFL.

# MEASUREMENT IN SFN DVB-T2 WITH A R&S EFL AND ETL

**A. Buchatsky<sup>1</sup>, S. Kulikov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> SPbSUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation  
Corresponding author: kulikovsp.rtrn@yandex.ru

## Article info

Article in Russian

Received 21.01.16, accepted 17.02.16

**For citation:** Buchatsky A., Kulikov S.: Measurement in SFN DVB-T2 with a R&S EFL and ETL // Telecom IT. 2016. Vol. 4. N 1. pp. 96–103. (in Russian).



## Abstract

Currently Russia moves to digital broadcasting in the DVB-T2 standard. For consistent reception of signal is necessary to control not only the quality indicators transmitters, but also the possibility of their operation in SFN. This paper discusses the stages of measurements in SFN using devices ETL and EFL of the company Rohde&Schwarz.

## Keywords

DVB-T2, SFN, R&S ETL, R&S EFL.

## Введение

Изначально была признана целесообразность внедрения в Российской Федерации европейской системы цифрового телевизионного вещания DVB-T (*Digital Video Broadcasting*)<sup>1</sup>. Но в 2011 году вышла новая версия стандарта DVB-T2 ETSI EN 302 755 – второе поколение европейского стандарта эфирного цифрового вещания<sup>2</sup>. И 7 июля 2011 г. в Москве на заседании Правительственной комиссии по телерадиовещанию была признана перспективность внедрения DVB-T2 в России.

Новая технология DVB-T и DVB-T2, в отличии от аналоговой, позволила на основе одного радиопередатчика, в рамках одного радиоканала полосой 8 МГц, вещать десять телепрограмм почти с тем же качеством картинки, что и в аналоговом ТВ [1]. Естественно данное обстоятельство позволяет сэкономить радиочастотный ресурс, место в аппаратной, и энергопотребление. Мало того, цифровые стандарты позволили телезрителям более качественно принимать телепрограммы (без шумов, без «ряби» на экране, без «двоения» изображения, без «шипения» звука). Одним из преимуществ новых цифровых технологий является возможность работы оборудования в одночастотной сети (SFN). В этом режиме используется несколько передатчиков, покрывающие смежные области, работающие на одной частоте и передающие одинаковые программы. При этом используется всего один канал без значительного влияния передатчиков друг на друга, что в свою очередь приводит к значительной экономии частотного ресурса (рис. 1).

Одночастотная сеть возможна только при выполнении некоторых технологических условий, суть которых заключается в обеспечении синхронного вещания передатчиков [2]. Другими словами, передатчики в одночастотной сети должны выдавать в эфир один и тот же сигнал, и делать они должны это синхронно как по частоте, так и по времени. Для этого, внутри транспортного потока (при генерации в мультиплексоре), цифровой поток данных разделяют на «мегаструктуры», и в них добавляются данные MIP (пакет инициализации мегаструктуры), чтобы синхронизировать излучение каждого передатчика в сети. Синхронизация достигается благодаря сигналу частотой 1 Гц (1 pps – 1 импульс в секунду) принимаемого приемниками GPS. Этот сигнал синхронизации подается в T2-шлюз на передающей стороне и в модулятор на приемной [3]. Из-за этого становится возможным излучать синхронно на одной и той же частоте сигналы всех передатчиков и иметь одинаковые биты данных на выходе

<sup>1</sup> Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television ETSI ETS 300 744 ed.1 (1997-03).

<sup>2</sup> Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2) ETSI EN 302 755 V1.4.1 (2015-07).



(рис. 2). Экспериментальные исследования вещания передатчиков в SFN сети подробнее изложены в работах [4, 5].

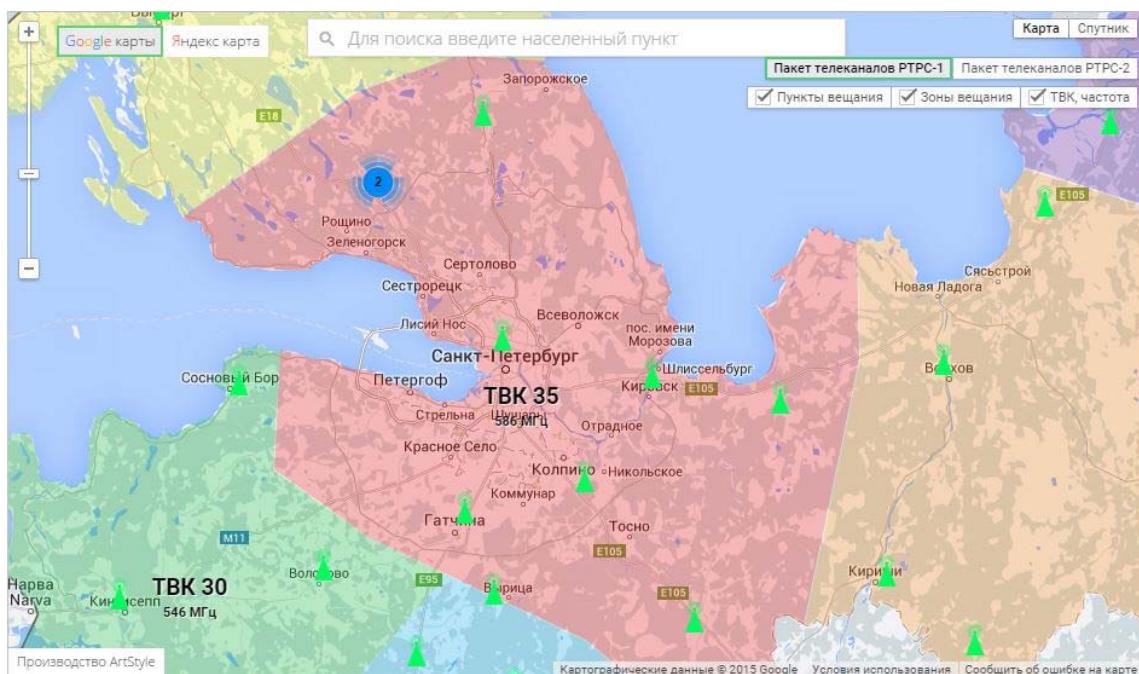


Рис. 1. Пример одночастотной сети

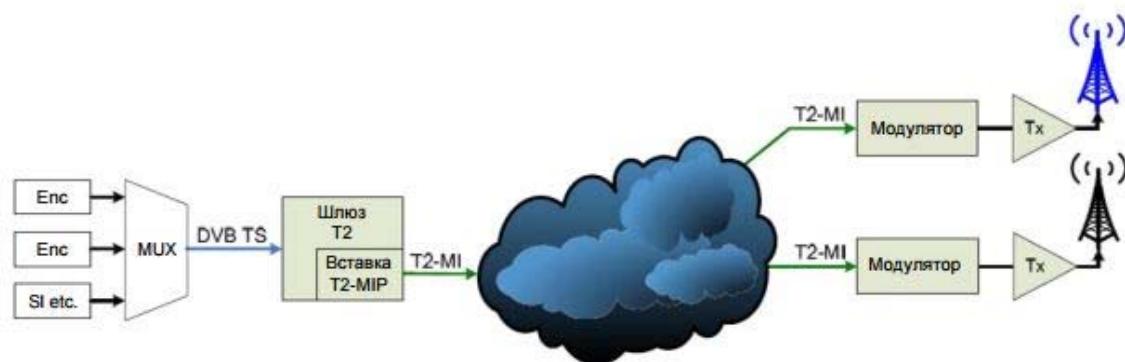


Рис. 2. Структура распределения T2-MIP в одночастотной сети

Так же для уменьшения влияния передатчиков друг на друга или же влияния эхо сигналов в стандартах DVB введены специальные защитные интервалы (табл. 1). При приходе мешающего сигнала в промежуток времени, меньший чем защитный интервал, приемник будет игнорировать этот мешающий сигнал.

Как видно из таблицы стандарт DVB-T2 позволяет более гибко конфигурировать систему.

Таблица 1.

Варианты защитных интервалов в цифровом телевидении

DVB-T	DVB-T2
1/4	1/4
---	19/256

DVB-T	DVB-T2
1/8	1/8
---	19/128
1/16	1/16
1/32	1/32
---	1/128

### Измерения сети SFN

Измерения одночастотной сети очень важны, так как при пропадании одночастотной сети абоненты, находящиеся в зоне перекрытия двух и более передатчиков, не будут демодулировать сигнал, хотя и будут принимать спектр сигнала с достаточно хорошим уровнем. При этом передатчики будут исправно функционировать, а значит, системы дистанционного мониторинга объектов не будут выдавать ошибки. Более того, люди находящиеся в зоне покрытия только одного передатчика будут успешно принимать сигнал.

Измерения можно производить различными приборами, в данной статье рассмотрим измерения с помощью приборов Rohde&Schwarz EFL340 (рис. 3, а) и Rohde&Schwarz ETL (рис. 3, б).



Рис. 3. Rohde&Schwarz EFL 340 (а); Rohde&Schwarz ETL (б)

Измерения необходимо проводить в зоне перекрытия двух или более передатчиков. Для выполнения работ необходимо использовать телескопическую мачту, антенну с узкой диаграммой направленности и антенну с широкой диаграммой направленности. В комплект оборудования войдут приборы Rohde&Schwarz EFL340 или Rohde&Schwarz ETL, и телевизионная приставка с телевизором.

Как говорилось ранее, проблемы при нарушении одночастотной сети наблюдаются лишь в зонах пересечения нескольких передатчиков, а это значит, что чаще всего эта зона расположена на достаточно большом удалении от передатчиков и чтобы принять сигнал, простой комнатной антенны не достаточно. Сигнал в таких зонах принимают на «домовые» антенны, которые имеют высоту подвеса порядка 4–5 метров, для этого и нужна телескопическая мачта при проведении измерений. При измерениях в первую очередь используют логопериодическую antennу (с узкой диаграммой направленности), которую направляют на один из передатчиков. При помощи Rohde&Schwarz EFL340 или



Rohde&Schwarz ETL необходимо визуализировать спектр сигнала (рис. 4, а – EFL, б – ETL) от этого передатчика и убедиться, что с этого направления сигнала идет без мешающего воздействия помех.

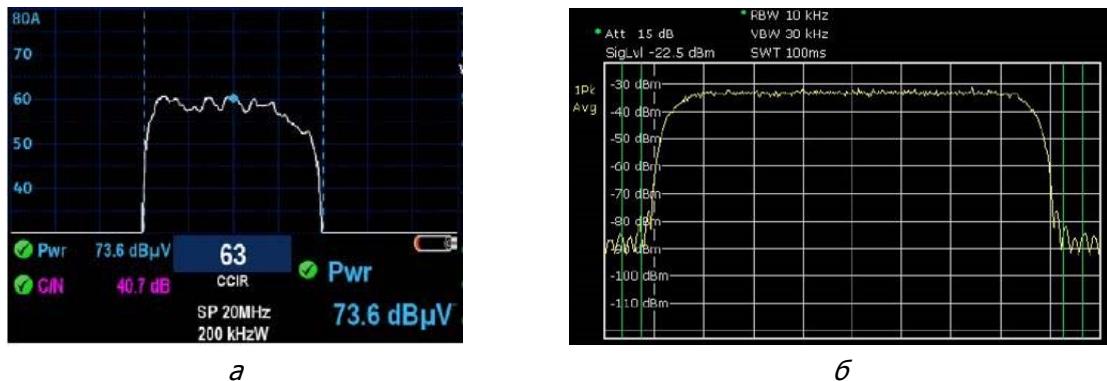


Рис. 4. Примеры спектра сигнала: Rohde&Schwarz EFL340 (а)  
или Rohde&Schwarz ETL (б)

На следующем шаге измеряются параметры сигнала DVB-T2 (уровень, C/N, MER, BER) рис. 5, а – измерения с помощью EFL, б – с помощью ETL.



Рис. 5. Пример измеренных параметров сигнала DVB-T2:  
измерения с помощью EFL (а); с помощью ETL (б)

После просмотра спектра и параметров принимаемого сигнала, его необходимо демодулировать (рис. 6, а – EFL, б – ETL) и просмотреть вещаемые сервисы.



Рис. 6. Просмотр демодулированного сигнала: EFL (а); ETL (б)

В приборе ETL помимо просмотров сервисов принимаемого сигнала есть возможность проанализировать поток в соответствии с документом ETSI TR 101 290 (рис. 7).



Рис. 7. Просмотр сервисов и анализ потока на приборе ETL

После выполнения измерений для первого передатчика проводят аналогичные измерения для второго, третьего и прочих передатчиков. Перед измерениями антенну направляют на соответствующий передатчик.

После всех вышеописанных измерений устанавливается антенна с широкой диаграммой направленности, чтобы она смогла принимать сигнал от всех передатчиков покрывающих данную область. Чаще всего применяют антенну типа «диполь». С ней смотрят результирующий спектр сигнала от нескольких передатчиков, измеряют параметры принимаемого сигнала и проверяют вещаемые сервисы. Затем включают режим измерения эхо-сигналов (рис. 8, а – EFL, б – ETL) и смотрят, чтобы достаточные по уровню сигналы, не выходили за рамки защитного интервала.



Рис. 8. Измерение эхо-сигналов: EFL (а); ETL (б)

Приведем результаты экспериментального измерения авторами одночастотной сети Гатчина/Санкт-Петербург в населенном пункте Бугры Ленинградской области с координатами места измерения:  $59^{\circ}37'53.7''N$   $30^{\circ}14'12.0''E$ .

Параметры вещаемого сигнала DVB-T2 в Санкт-Петербурге и Ленинградской области приведены в таблице 2.



Таблица 2.  
Параметры вещаемого сигнала DVB-T2

Параметр	Значение
Защитный интервал	1/16
Количество несущих	32к
Распределение пилот-сигналов	PP4
Скорость кодирования	4/5
Вид модуляции	64-QAM

Из этой таблицы следует что максимальное расстояние между передатчиками при работе одночастотной сети должно быть не более 67 км, что соответствует максимальной задержки сигнала в 224 мкс.

В таблице 3 предоставлены результаты измерений одночастотной сети Гатчина/Санкт-Петербург.

Таблица 3.  
Результаты измерений одночастотной сети Гатчина/Санкт-Петербург

Спектр сигнала	Санкт-Петербург	Гатчина	Общий
Подавлена часть несущих/ без помех вне спектра сигнала	Подавлена часть несущих/ без помех вне спектра сигнала	Ровный/ без помех вне спектра сигнала	Подавлена часть несущих/ без помех вне спектра сигнала
Уровень сигнала	-57 дБм	-51 дБм	-51 дБм
Несущая/шум	27,4 дБ	34 дБ	26,5 дБ
BER	-3	-4	-3
LKM	5	8	3
Демодуляция	+	+	+
Эхо-сигналы	-	-	105 мкс

## Выводы

Данные измерения были проведены без использования телескопической мачты, однако, мы видим, что и при этих ограничениях все параметры находятся в допуске, сигнал демодулируется и эхо-сигналы не выходят за рамки защитного интервала в 224 мкс.

Последним этапом измерений в одночастотной сети является подключение антенны к цифровой телевизионной приставке DVB-T2 и вывод изображения на телевизор в течении некоторого промежутка времени для наблюдения отсутствия «рассыпания» картинки. Эта операция необходима в связи с разными возможностями приема программ в бытовой телевизионной приставке и в технически более сложном ТВ анализаторе Rohde&Schwarz.



## Литература

- Mohammed El-Hajjar, Lajos Hanzo. A Survey of Digital Television Broadcast Transmission Techniques // IEEE Communications Surveys & Tutorials (Volume: 15, Issue: 4) p. 1924–1949.
- Guoquan Lu, Xiang Feng, Jing Le, Haitao Zhang. Single Frequency Network measurement for digital video network // IEEE international Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting. 2012. p. 1–5.
- Аверченко А. П., Женатов Б. Д., Бессонов В. А. Одночастотные сети в цифровом стандарте DVB-T2 // Технические науки: проблемы и перспективы: материалы II междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, апрель 2014 г.). СПб. : Заневская площадь, 2014. С. 40–42.
- Владыко А. Г., Горегляд В. Д., Ковалгин Ю. А., Мышьянов С. В. Использование частот ТВ-вещания для организации транспортных сетей доставки ТВ-мультиплекса // Электросвязь. 2014. № 9. С. 19–23.
- Владыко А. Г., Горегляд В. Д., Ковалгин Ю. А., Мышьянов С. В. Экспериментальное исследование транспортной сети доставки мультиплекса на основе вторичного использования каналов телевизионного вещания // Broadcasting. Телевидение и радиовещание. 2014. № 3. С. 34–37.

## References

- Mohammed El-Hajjar, Lajos Hanzo. A Survey of Digital Television Broadcast Transmission Techniques // IEEE Communications Surveys & Tutorials (Volume: 15, Issue: 4) p. 1924–1949.
- Guoquan Lu, Xiang Feng, Jing Le, Haitao Zhang. Single Frequency Network measurement for digital video network // IEEE international Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting. 2012. p. 1–5.
- Averchenko A. P., Zhenatov B. D., Bessonov V. A. SFN in digital standard DVB-T // Engineering Sciences: Problems and perspectives: Proceedings of the II International Scientific Conference (St. Petersburg, April 2014). SPb. : Zanevskaya ploshchad', 2014. pp. 40–42.
- Vladyko A. G., Goregliad V. D., Kovalgin Y. A., Myshyanov S. V. Use of the television broadcasting for the organization of transport networks for delivery of tv multiplex // Electrosvyaz. 2014. № 9. С. 19–23.
- Vladyko A. G., Goregliad V. D., Kovalgin Y. A., Myshyanov S. V. Experimental transport network for delivery of TV-multiplex using the television broadcasting // Broadcasting. Television and radio. 2014. № 3. С. 34–37.

**Бучатский**

**Александр Николаевич**

– кандидат технических наук, доцент, начальник центра, СПбГУТ, Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация, alexanderbuchatsky@yandex.ru

**Куликов Сергей Павлович**

– системный администратор, СПбГУТ, Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация, kulikovsp.rtrn@yandex.ru

**Buchatsky Alexander**

– Ph.D., associate professor, Chief of center, SPbSUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation, alexanderbuchatsky@yandex.ru

**Kulikov Sergey**

– system administrator, SPbSUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation, kulikovsp.rtrn@yandex.ru

