

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Отчет МСЭ-R SM.2304-0
(06/2014)

Применение технической идентификации и анализ конкретных цифровых сигналов

Серия SM
Управление использованием спектра

Предисловие

Роль Сектора радиосвязи заключается в обеспечении рационального, справедливого, эффективного и экономичного использования радиочастотного спектра всеми службами радиосвязи, включая спутниковые службы, и проведении в неограниченном частотном диапазоне исследований, на основании которых принимаются Рекомендации.

Всемирные и региональные конференции радиосвязи и ассамблеи радиосвязи при поддержке исследовательских комиссий выполняют регламентарную и политическую функции Сектора радиосвязи.

Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в Приложении 1 к Резолюции МСЭ-R 1. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу: <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>, где также содержатся Руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

Серии Отчетов МСЭ-R

(Представлены также в онлайн-форме по адресу: <http://www.itu.int/publ/R-REP/en>.)

Серия	Название
VO	Спутниковое радиовещание
BR	Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения
BS	Радиовещательная служба (звуковая)
BT	Радиовещательная служба (телевизионная)
F	Фиксированная служба
M	Подвижная спутниковая служба, спутниковая служба радиоопределения, любительская спутниковая служба и относящиеся к ним спутниковые службы
P	Распространение радиоволн
RA	Радиоастрономия
RS	Системы дистанционного зондирования
S	Фиксированная спутниковая служба
SA	Космические применения и метеорология
SF	Совместное использование частот и координация между системами фиксированной спутниковой службы и фиксированной службы
SM	Управление использованием спектра

Примечание. – Настоящий Отчет МСЭ-R утвержден на английском языке Исследовательской комиссией в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции МСЭ-R 1.

Электронная публикация
Женева, 2015 г.

© ITU 2015

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

ОТЧЕТ МСЭ-R SM.2304-0

**Применение технической идентификации и анализ
конкретных цифровых сигналов**

(2014)

1 Введение

Цель настоящего Отчета заключается в дополнении информации, содержащейся в Рекомендации МСЭ-R SM.1600 "Техническая идентификация цифровых сигналов" и в пп. 4.6 и 4.8 Справочника "Контроль за использованием спектра". Назначением Отчета является разрешение конкретных проблем и вопросов, связанных с идентификацией сигналов, и он предназначен для оказания практической помощи администраторам по использованию спектра и их службам радиоконтроля.

Текст Отчета представлен в Приложении 1, ниже. Он состоит из следующих частей:

- описание и использование сигналов (или классов сигналов);
- перечень определений и сокращений (при необходимости);
- базовая информация и изложение проблемы;
- описание используемых в решении инструментов, способов и методов;
- результаты;
- выводы.

Ожидается, что в настоящий Отчет будут включаться результаты дальнейших исследований, с тем чтобы добавить другие примеры; предполагается, что каждое дополнительное Приложение будет самостоятельным документом, соответствующим вышеприведенному формату и посвященным конкретному примеру, связанному с идентификацией сигналов.

Приложение 1**Идентификация передатчиков в одночастотной сети DVB-T****Введение**

Данный сценарий использования, реализованный в Италии, применяется в случае сигнала, который уже опознан как сигнал DVB-T, принадлежащий одночастотной сети (ОЧС), для целей идентификации обнаружимых передатчиков в конкретном местоположении приема: этот метод дает пользователю возможность продвинуться в процессе идентификации.

Идентификация выделения/передатчика DVB-T

В целом в процессе идентификации сигнала DVB-T необходимо выполнить следующие шаги:

- *шаг 1*: автокорреляция для обнаружения наличия защитного интервала (GI) с учетом того, что длительность символа может быть выбрана из двух (DVB-T) или трех (DVB-H) значений;
- *шаг 2*: оценка канала;
- *шаг 3*: запись I/Q;
- *шаг 4*: анализ сигнализации параметров передачи (TPS) и оценка идентификатора соты.

Описываемые методы относятся в основном к последнему шагу – анализу TPS для идентификации выделения/передатчиков DVB-T.

Сигнал DVB-T – это сигнал с ортогональным частотным разделением (OFDM), который имеет в своем составе три типологии несущих: непрерывные и разбросанные пилот-несущие, несущие TPS и несущие данных. **Пилот-несущие** используются для оценки канала и называются "несущие, фазированные по оси x", о них имеются априорные знания. **Несущие TPS** содержат информацию о принятых параметрах модуляции и специальное поле, называемое идентификатором соты – Cell ID (ETSI EN 300 744 V1.6.1 (2009-01), § 4.6). Принятой для TPS схемой модуляции является DBPSK. Модуляция **несущими данными** выбирается из набора схем цифровой модуляции – от QPSK до 64 QAM.

При использовании векторного анализатора сигналов (VSA) или приемника радиоконтроля индикация идентификатора соты Cell ID дает пользователю возможность идентифицировать передатчик в многочастотной сети (МЧС) или выделение в стандартной k-ОЧС (см. также Рекомендацию МСЭ-R SM.1875, п. 3.1.3.2). Это применимо также, в случае если $k = 1$, и каждое выделение составляет только один передатчик. В этом случае каждый передатчик имеет однозначный идентификатор (Cell ID).

Базовая информация: архитектура ОЧС

Вся информация/иллюстрации, приведенные ниже, взяты из документов МСЭ – РКР-04 и GE06.

ОЧС определяется следующим образом:

- a) ***Сеть синхронизированных передающих станций, излучающих идентичные сигналы в том же РЧ канале.***

Аналогично, другие сети определяются следующим образом:

ОЧС на большой территории: ОЧС, содержащая более одной станции высокой мощности вместе с соответствующими станциями средней и малой мощности, имеющая, как правило, совокупную зону покрытия, которая превышает 10 000 км².

Мини-ОЧС: одна станция высокой мощности с не менее чем одной (а возможно, несколькими) соответствующей станцией средней или малой мощности.

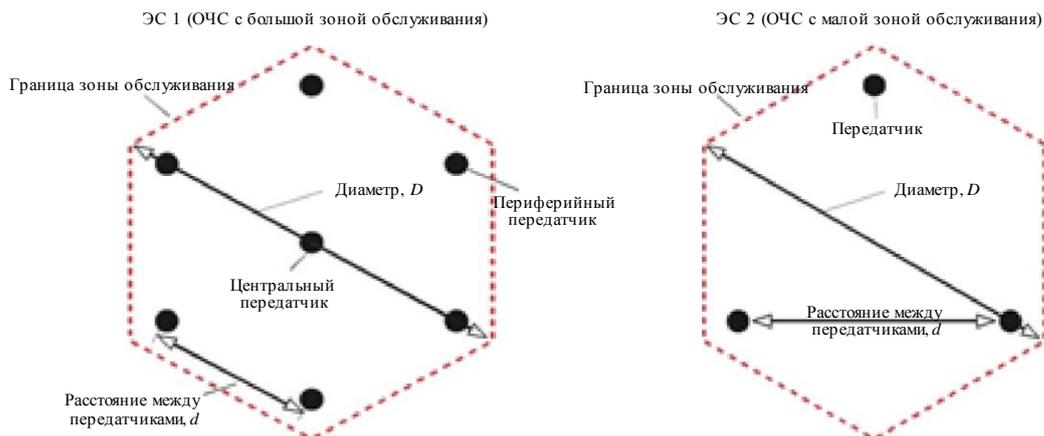
Эталонная сеть (ЭС): обобщенная сетевая структура, отображающая реальную сеть, пока неизвестную, для целей анализа совместимости. Основным назначением данной сети является определение потенциала типовых сетей цифрового радиовещания по созданию помех и чувствительности этих сетей к помехам.

Следует рассматривать два вида ЭС (рисунок 1):

- 1) сети ОЧС с большой зоной обслуживания, в состав которых входят семь передатчиков, расположенные, соответственно, в центре и на вершинах гексагональной решетки;
- 2) сети ОЧС с малой зоной обслуживания, плотные ОЧС, в состав которых входят три передатчика, расположенные на вершинах равностороннего треугольника.

Зона обслуживания принимается также как имеющая форму шестиугольника.

РИСУНОК 1
Пример эталонной сети



Report SM.2304-01

Каждый шестиугольник может рассматриваться как выделение и, в общем случае, в соседних выделениях должны использоваться разные частоты. Расстояние между разными выделениями называется "расстояние повторного использования частот". Полная полоса частот подразделяется на кластеры, состоящие из нескольких выделений. Несколько выделений в одном кластере задаются выражением $N = i^2 + i \cdot j + j^2$, где i и j – целые числа. N называется "коэффициент повторного использования частоты" (FRF). Значения для FRF составляют, как правило, 3, 4 и 7. Для частот, доступных во всей зоне обслуживания, FRF принимается равным 1 (1-SFN).

Характеристики k-SFN

Выделения, использующие ту же частоту, могут переносить тот же или разный контент. В первом случае – это ОЧС в целой зоне обслуживания, иначе – это региональная ОЧС. В любом случае в конкретных условиях распространения сигнал, излучаемый передатчиком, который расположен в конкретном выделении, может достичь любого иного выделения, работающего на той же частоте, вызывая тем самым помехи. Если каждое выделение идентифицируется по уникальному коду, становится весьма просто распознать источник любой помехи в любой момент времени и в любом месте. Если код идентификации реализован на уровне передатчика, опознание источника любой помехи будет более точным.

Внедрение уникального кода для каждого передатчика в ОЧС возможно независимо от принятой конфигурации сети, что позволяет четко управлять сетью при любых условиях.

Сеть 1-SFN большого размера

Сеть 1-SFN большого размера обеспечивает более высокую эффективность использования спектра, однако при этом могут возникать определенные недостатки. Наиболее серьезная проблема, затрагивающая сети 1-ОЧС большого размера, заключается в значительном числе эхосигналов на стороне пользователя, где могут обнаруживаться два вида эхосигналов: естественные и искусственные. Эхосигналы первой категории возникают в результате отражения или рассеяния вследствие близко расположенных препятствий, эхосигналы второй категории создаются другими передатчиками сети, работающей на той же частоте. Условия распространения еще более усложняет прием в зонах, окруженных теплым морем.

Эхосигналы могут попадать или не попадать в пределы защитного интервала, некоторые из них поступают ранее основного сигнала, другие – после него (рисунок 2).

Необходимость правильного развертывания и проверки режимов работы большой ОЧС известна операторам, поэтому некоторые из них в целях идентификации каждого передатчика используют параметр передачи Cell ID.

Методы, описанные в последующих разделах, предоставляют пользователю возможность идентификации основного принятого сигнала, а также эхосигналов, имеющих уровни выше -30 дБ относительно основного сигнала.

Кроме того, эти методы дают пользователю возможность различить сигналы, принадлежащие двум разным ОЧС (с разным контентом), имеющим ту же сетевую задержку и синхронизированным на уровне суперкадра, которые наблюдаются внутри CIR как часть той же сети.

Идентификация по совпадению измеренной задержки с базой данных планируемой задержки

Использование для каждого передатчика разных Cell ID в ОЧС позволяет провести оперативную идентификацию передатчика, обеспечивающего наивысший уровень принимаемого сигнала, и рассчитать все связанные с ним задержки эхосигналов.

В действительности возможно составить две таблицы общей задержки для каждого сигнала, принятого в данной точке измерения:

- **таблица общих рассчитанных задержек:** создается по таблице планируемых задержек передатчиков (местная задержка) с учетом координат передатчиков и точек приема (рисунок 4);
- **таблица общих измеренных задержек:** показания VSA или приемника радиоконтроля.

Сравнивая измеренные задержки с ожидаемыми задержками, возможно идентифицировать все передатчики, принадлежащие той же сети, сигналы которых принимаются в данной точке измерения.

РИСУНОК 4
Cell ID и расчет общей задержки

Channel	Transmitter	Cell ID		Distance (Km)	Azimut	Delays (µsec.)			
		Dec	Hex			Tx	Path	Tot	Rel
30	BUSALLA	3003	BBB	18,587	35	720	62	782	-22,7
30	GENOVA CAMALDOLI	3035	BDB	9,857	86	760	32,9	792,9	-11,8
30	M.BEIGUA	3331	D03	24,028	274	720	80,1	800,1	-4,6
30	M.FASCE	3402	D4A	13,399	93	760	44,7	804,7	0
30	GENOVA RIGHI	3010	BC2	5,875	86	800	19,6	819,6	14,9
30	COGORNO	3019	BCB	41,65	104	720	138,8	858,8	54,1
30	SESTRI PONENTE	3041	BE1	2,713	316	860	9	869	64,3
30	OREGINA	3043	BE3	3,254	113	860	10,8	870,8	66,1
30	GENOVA BRANEGA	3011	BC3	6,89	282	860	23	883	78,3
30	GENOVA PORTOFINO	3033	BD9	25,971	111	800	86,6	886,6	81,9
30	POLCEVERA	3009	BC1	8,007	357	860	26,7	886,7	82
30	QUEZZI	3085	COD	8,295	90	860	27,7	887,7	83
30	CAMPOMORONE	3092	C14	8,796	24	860	29,3	889,3	84,6

Report SM.2304-04

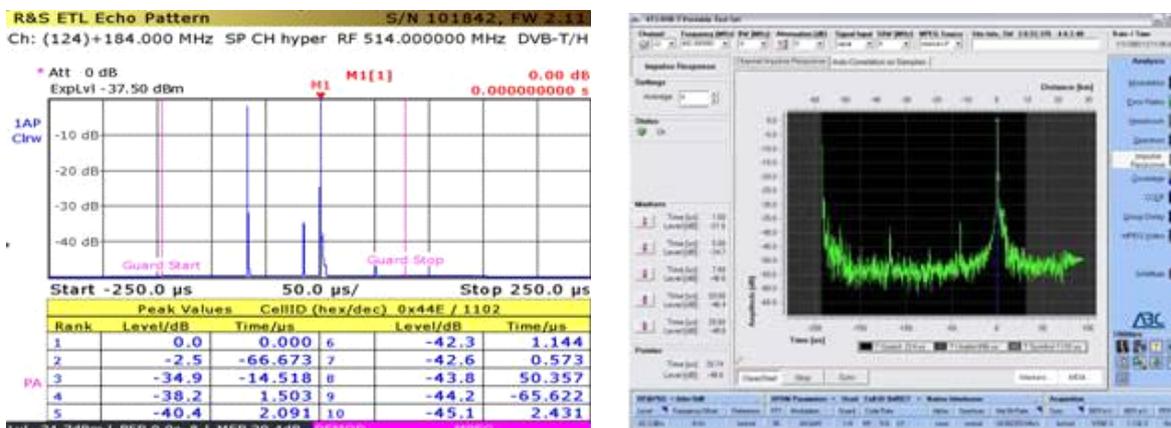
Идентификация с помощью пакета программного обеспечения VSA

Разработан новый метод идентификации передатчиков DVB-T, пригодный для реализации в качестве модернизации в типовом измерительном приемнике или в VSA. Используя этот метод, пользователь сможет эффективно идентифицировать все принимаемые сигналы от передатчиков ОЧС DVB-T в точке приема.

Имеющиеся в настоящее время измерительные приборы не обеспечивают для пользователя возможности получения информации об источнике всех сигналов ОЧС. Например, на рисунке 5 показано значение Cell ID – 0x44E, которое относится к наиболее сильному сигналу (время = 0, уровень = 0 дБ).

РИСУНОК 5

Идентификация по Cell ID наиболее сильного сигнала



a)

b)

Report SM.2304-05

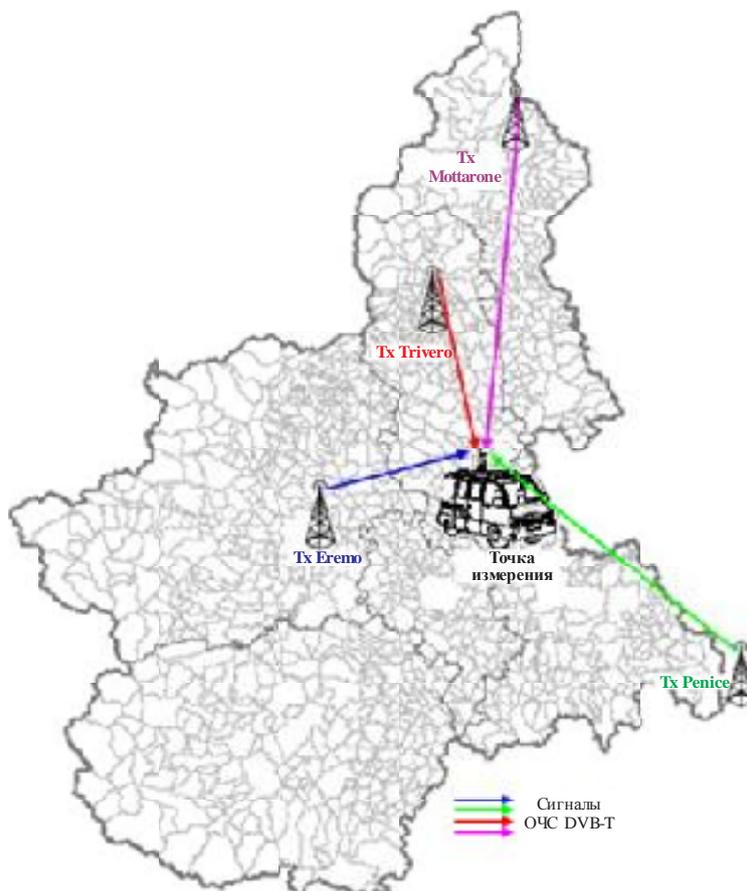
В этом методе предполагается включение в несущие TPS уникального кода идентификации передатчика в поле Cell ID, как описано выше.

Тот факт, что в заданных позициях время-частота от разных передатчиков передаются *разные* сигналы, может рассматриваться в двух интересных аспектах. С одной стороны, это может рассматриваться как "коллизия", то есть явление, имеющее негативную коннотацию. С другой стороны, это аналогично тому, что происходит в системах с несколькими антеннами, такими как MISO (многоканальный вход/одноканальный выход) (ETSI EN 302 755 V1.2.1 (2010-10), § 9.1), где повторное использование полосы возможно путем передачи разных сигналов на той же частоте с нескольких антенн. Благодаря пространственному разнесению возможно оценить частотную характеристику каждого канала, где "канал" рассматривается как трасса распространения между каждым передатчиком и приемником.

В конкретной точке приема желательно знать интенсивность всех обнаруживаемых сигналов. Например, на рисунке 6 показана географическая зона, покрытие которой обеспечено группой передатчиков ОЧС DVB-T.

РИСУНОК 6

Пример измерений в зоне покрытия



Report SM.2304-06

На рисунке передатчики названы "Mottarone", "Trivero", "Eremo" и "Penice". Целесообразно знать вклад каждого передатчика в точке приема.

Принятый код идентификации – Cell ID – передается в символах S40–S47 несущих TPS.

Символы S0–S39 передаются идентично, бит за битом, от каждого передатчика ОЧС, поэтому принимаемый сигнал OFDM является в полной мере когерентным (без конфликтов). Учитывая, что символы Cell ID, S40–S47, несут разные идентификационные коды, относящиеся к разным передатчикам, принимаемый сигнал может содержать коллизии только в несущих TPS. То же происходит для битов S48–S67, которые содержат поля "зарезервировано для будущего использования" и "защита от ошибок", в силу принятой системы дифференциального кодирования.

Однако, как уже упоминалось выше, сигнал OFDM **всегда в полной мере когерентен в сотах, которые несут пилот-сигналы и данные полезной нагрузки** (видео, аудио и т. д.), что обеспечивает отличный прием.

Рассмотрим измерительный приемник, расположенный в конкретной точке приема, который принимает сигналы от передатчиков в зоне обслуживания. Пусть $x(t)$ и $y(t)$ являются, соответственно, сигналом, передаваемым стандартным передатчиком, и принимаемым сигналом, представленным во временной области. Применяя преобразование Фурье, сигналы $x(t)$ и $y(t)$ могут быть представлены в частотной области как, соответственно, $X(\omega)$ и $Y(\omega)$.

Канал передачи, по которому сигналы $x(t)$ распространяются от стандартного передатчика к приемнику, может быть затронут многолучевым распространением, поэтому он может быть описан

своей CIR, $h(t)$, или преобразованием Фурье $H(\omega)$ этой характеристики, называемым также частотной характеристикой канала (CFR).

Это применяется к каждому из N передатчиков. Таким образом возможно определить N различных "каналов передачи" между каждым передатчиком и приемником ($H_1(\omega)$, $H_2(\omega)$... $H_n(\omega)$), которые затронуты в соответствии с собственными параметрами в силу индивидуального особенного многолучевого распространения.

Каждый "канал передачи" будет иметь различные задержки, фазовый сдвиг и затухание. В целом трасса передачи характеризуется следующим соотношением:

$$Y_i(\omega) = X_i(\omega) \cdot H_i(\omega),$$

где переменные X_i , Y_i и H_i являются комплексными числами, а оператор "." – комплексным произведением.

Кроме того, поскольку используется обработка дискретизированных данных модуляции OFDM с быстрым преобразованием Фурье (FFT) в демодуляторе и обратное быстрое преобразование Фурье (IFFT) в модуляторе, вышеуказанные переменные выражаются с использованием индекса n для обозначения положения символа в кадре и индекса k для обозначения частотного положения.

Таким образом, для случая сигнал OFDM предыдущая формула может быть представлена в следующем виде:

$$Y_i(n, k) = X_i(n, k) \cdot H_i(n, k).$$

Кроме того, в силу эффекта наложения полный принятый сигнал $Y(n, k)$ является суммой всех N частичных сигналов $Y_i(n, k)$ с $i = 1 \dots N$.

Вследствие наложения всех сигналов, относящихся к N передатчикам сети ОЧС, которые обеспечивают покрытие зоны приема, "полные" сигналы $Y(40, k)$... $Y(47, k)$ являются суммой сигналов, принятых в сотах TPS с индексом k на протяжении символов S40–S47.

Сигнал, поступающий от каждого передатчика, умножается на его частотную характеристику канала. Следовательно, в математическом выражении это имеет следующий вид:

$$\begin{cases} Y(40, k) = X_1(40, k) \cdot H_1(40, k) + X_2(40, k) \cdot H_2(40, k) + \dots + X_8(40, k) \cdot H_8(40, k) \\ Y(41, k) = X_1(41, k) \cdot H_1(41, k) + X_2(41, k) \cdot H_2(41, k) + \dots + X_8(41, k) \cdot H_8(41, k) \\ \dots \\ Y(47, k) = X_1(47, k) \cdot H_1(47, k) + X_2(47, k) \cdot H_2(47, k) + \dots + X_8(47, k) \cdot H_8(47, k) \end{cases}$$

Для каждого значения k вышеприведенные уравнения определяют линейную систему:

$$\underline{Y} = \underline{X} \cdot \underline{H},$$

где:

- \underline{Y} : вектор восьми элементов, в котором Y_j представляет сигнал, полученный приемником и относящийся к j -му символу (при $j = 40 \dots 47$) сигнала кадра DVB-T;
- \underline{X} : матрица размером 8×8 , в которой элемент $X_{j,i}$ представляет вклад в сигнал, который поступит в приемник, если i -й передатчик является единственным вещательным передатчиком, в идеальном канале передачи, сигнал j -го символа;
- \underline{H} : неизвестный, 8-элементный вектор, в котором элемент H_i представляет частотную характеристику "канала передачи", относящегося к i -му передатчику.

Линейная система $\underline{Y} = \underline{X} \cdot \underline{H}$ вырабатывает единственное решение при условии, что детерминант матрицы \underline{X} отличается от нуля; на практике это почти всегда подтверждается. В противном случае эта проблема обходится путем соответствующего выбора значений кодов идентификации, присваиваемых передатчикам.

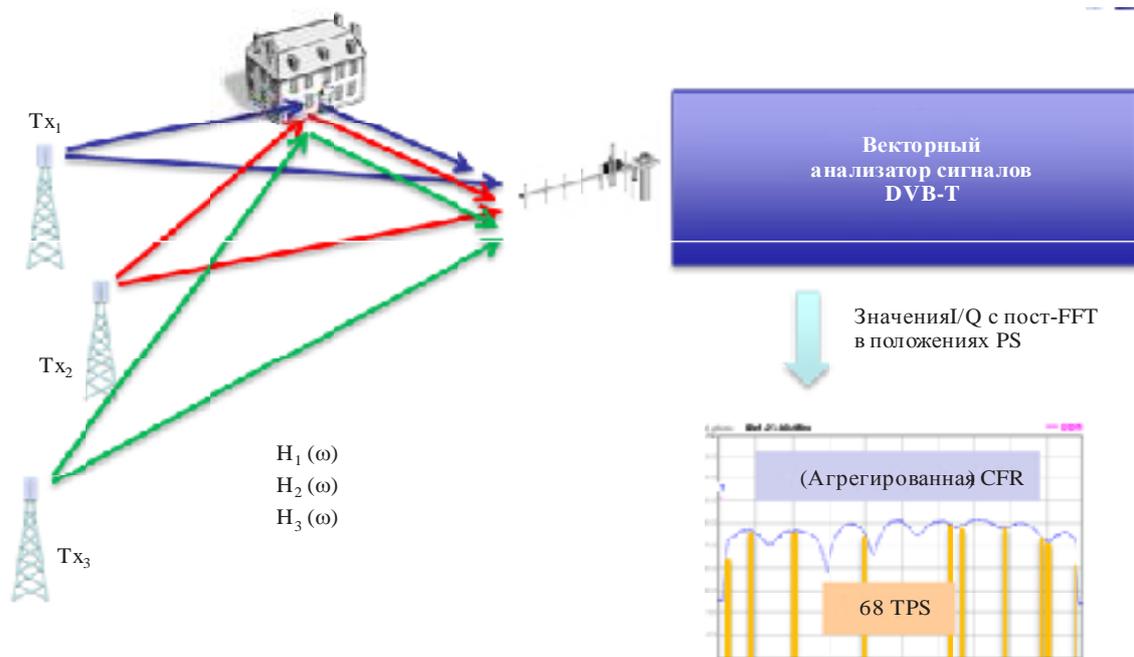
После решения вышеприведенной линейной системы получаем вектор \underline{H} , который представляет частотные характеристики каждого из N каналов передачи. Значение каждого компонента вектора \underline{H} , приведенного к самому сильному сигналу, несет информацию об уровне сигнала, принятого от каждого передатчика.

Линейная система, как показано выше, состоит из восьми уравнений с восемью неизвестными. После решения такой системы возможно идентифицировать – с помощью надлежащего кода идентификации – до восьми передатчиков, которые покрывают выбранную географическую точку. Однако для практического использования линейная система будет расширена, включая уравнения, связанные с символами кадров, которые несут другие восемь из шестнадцати битов, составляющие код идентификации каждого передатчика. Таким образом возможно расширить до шестнадцати число кодов передатчиков, разрешаемых в одной операции над матрицей. Кроме того, поскольку Cell ID состоит из 16-битового двоичного слова и вырабатывает 65 535 значений и ноль, возможно далее предпринимать попытки: в каждой попытке создается матрица \underline{X} с использованием описанного выше метода, принимая каждый раз новый набор из шестнадцати разных значений кода идентификации, отличающегося от предыдущего случая.

В силу того что расчеты для каждой попытки всегда выполняются на том же векторе \underline{Y} , не требуется повторять каждый раз прием сигнала, поэтому скорость алгоритма может быть очень высокой.

РИСУНОК 7

Наложение сигналов на приемной антенне. Каждая трасса (несколько трасс) передатчик-приемник определяет "канал" с соответствующей частотной характеристикой канала



Report SM.2304-07

Описанные выше операции выполняются только на несущих TPS. В принципе, поскольку в данном символе OFDM DVB-T все несущие TPS модулируются *тем же* битом, для применения данного метода возможно использовать только одну несущую TPS. Однако в случае многолучевого распространения оценка на основе одного положения TPS будет весьма неточной. Вследствие этого, данный процесс повторяется для всех положений TPS. Другими словами, решаются 68 систем линейных уравнений. Предполагая, что набор из 68 линейных уравнений 16×16 решен, получаем 16 матриц 68 значений. Каждая матрица представляет CFR каждого из 16 участвующих передатчиков. Такие матрицы CFR состоят из ровно 68 значений: это частотная характеристика (отдельного канала передатчик-приемник), отображенная в частотных положениях TPS.

Для каждой из шестнадцати матриц (то есть шестнадцати передатчиков) выполняются две следующие операции.

- 1) Определяется усредненная величина 68 значений частоты: это устраняет вызываемые многолучевым распространением частотно-избирательные явления и далее усиливает

устойчивость (уже высокую) метода к гауссовскому шуму. Полученное значение является нормализованным уровнем сигнала, полученного от соответствующего передатчика.

- 2) С помощью IFFT получают отдельную CIR. Представленная процедура сложнее простого IFFT в силу очень низкой плотности TPS – порядка 1% всех активных несущих OFDM. В нормальных системах с периодической выборкой результатом этого будет весьма значительное временное наложение, которое сократит эффективный интервал времени в 100 раз, что сделает оценку CIR непригодной. Однако частотные положения TPS, в силу проекта, не являются периодическими, поэтому явления наложения не наблюдается. Являясь случаем "разреженной выборки", применялась концепция сжатых измерений (CS). Алгоритм имеет итерационный характер и обеспечивает оценку CIR с реконструкцией по основным пикам.

Операция 1, описанная выше, дает пользователю возможность построить таблицу, в которой нормализованные уровни сигналов, полученных от соответствующих передатчиков, могут быть упорядочены в виде списка и увязаны с кодами идентификации передатчиков (Cell ID), взятыми из предварительно составленной таблицы, которая связывает каждый Cell ID с именем (или географическим местоположением) передатчика.

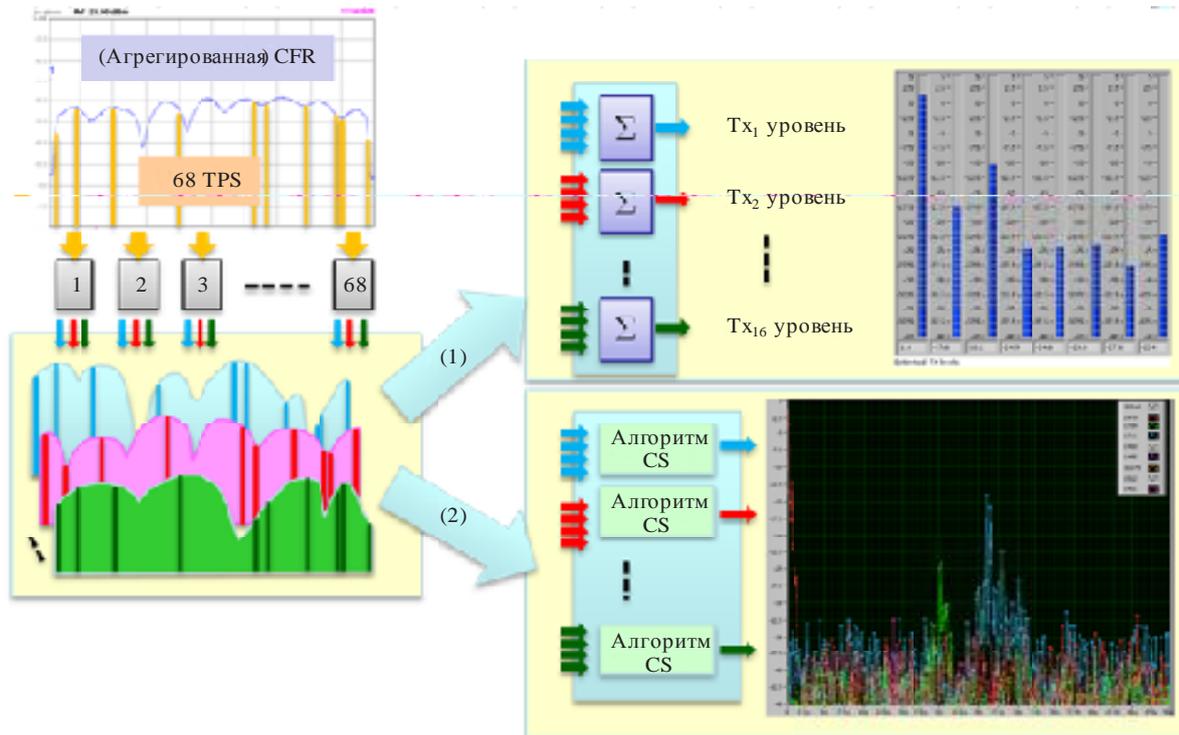
Операция 2, описанная выше, дает пользователю возможность получить временные компоненты глобальной CIR, дезагрегированной по отдельным CIR, которые соответствуют каждому передатчику.

Подтверждение

Пакет программного обеспечения, реализующий представленный выше метод, позволяет добавить в измерительных приемниках или VSA весьма ценную функцию для отображения меток различных компонентов импульсной характеристики в текущем графическом видеоформате. Ранее проведенные в лаборатории испытания с использованием реальных сигналов ОЧС показывают, что система может оценить уровни сигналов отдельных передатчиков и разбить CIR на отдельные характеристики. Метод разбиения CIR, хотя и обладающий меньшей точностью по сравнению с классическим методом на основе рассеянных пилот-сигналов, доказал свою пригодность для визуализации компонентов сигналов с дифференциальными задержками, до двух раз превышающими защитный интервал.

РИСУНОК 8

Дезагрегирование по методу типа MISO при решении 68 систем линейных уравнений 16×16 .
 Получены шестнадцать дезагрегированных CFR. Такие CFR отбираются в частотных положениях TPS.
 Результаты позволяют: 1) рассчитать уровни сигналов отдельных передатчиков; 2) осуществить реконструкцию 16 дезагрегированных CIR по CFR с разреженной выборкой, используя алгоритм сжатых измерений



Report SM.2304-08

Результаты

Недостатки использования разных Cell ID для каждого передатчика в 1-ОЧС большого размера

При использовании разных Cell ID для каждого передатчика были обнаружены незначительные проблемы в нескольких бытовых приемниках старшего поколения. Для изучения реального воздействия несколько организаций провели лабораторные испытания.

Метод может быть легко реализован в измерительных приемниках или VSA, требуя ограниченной мощности обработки. Метод и испытательное устройство ("область ОЧС") запатентован Центром исследований и технических инноваций RAI (RAI Research and Technological Innovation Centre). Любое использование регулируется Общей патентной политикой МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК и соответствующими Руководящими принципами по выполнению общей патентной политики МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК¹.

¹ "Руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК" размещены по адресу: http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/04/04/T04040000010003PDFE.pdf. Для использования патента следует обращаться в Центр исследований RAI (RAI-CRIT) по адресу: <http://www.crit.rai.it/IT/contatti/contatti.htm> и присоединиться к Обязательству по использованию.