

# EBU

OPERATING EUROVISION

## TR 016

# BENEFITS AND LIMITATIONS OF SINGLE FREQUENCY NETWORKS (SFN) FOR DTT

TECHNICAL REPORT

OCTOBER 2012



# EBU

OPERATING EUROVISION

## TR 016

# BENEFITS AND LIMITATIONS OF SINGLE FREQUENCY NETWORKS (SFN) FOR DTT

**Внимание!**

Данный перевод **НЕ** претендует на аутентичность и может содержать отдельные неточности.

Оригинал документа на сайте <https://tech.ebu.ch>

## ПРЕИМУЩЕСТВА И ОГРАНИЧЕНИЯ ОДНОЧАСТОТНЫХ СЕТЕЙ (SFN) ДЛЯ DTT

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ  
ОКТАБРЬ 2012

## Содержание

1. Резюме .....	3
2. История вопроса .....	3
3. Преимущества SFN .....	4
3.1 Повышение эффективности использования спектра .....	4
3.2 Сетевой прирост .....	4
3.3 Повышение гибкости .....	4
4. Ограничения и компромиссы SFN .....	4
4.1 Региональность .....	4
4.2 Увеличение сложности и стоимости сетей .....	5
4.3 Горячие точки .....	5
5. Улучшение SFN с DVB-T2.....	5
6. Существующие SFN .....	6

## Преимущества и ограничения одночастотных сетей (SFN) для DTT

**Ключевые слова:** Цифровое наземное вещание, DTT, одночастотная сеть, SFN.

### 1. Резюме

Одночастотные сети (SFN) имеют ряд преимуществ над многочастотными сетями (MFN). В частности, они имеют потенциально большую эффективность использования спектра, возможность повышения качества охвата и больше гибкости в реализации сетей. Вещатели сейчас пользуются этими возможностями, т.к. SFN внедрены во многих европейских странах. Для вещателей одночастотные сети являются общепринятой и зрелой техникой.

С преимуществами SFN связан ряд технических и не технических ограничений, описанных ниже. Следовательно, не все плюсы SFN можно максимизировать одновременно.

Принципиальное требование к вещательным сетям – обеспечение охвата зоны обслуживания, определенной политическими, редакторскими, экономическими и практическими соображениями. Общественные вещатели также имеют конституционные обязательства в выполнении определенных задач обслуживания и охвата. Все эти требования должны учитываться и будут влиять на степень достижения преимуществ SFN.

В то же время технические вопросы требуют компромиссов между географическим размером одночастотной сети, ее устойчивостью, пропускной способностью и стоимостью. Чем больше размер SFN, тем сложнее и дороже гарантировать наличие данной пропускной способности во всей зоне обслуживания. Таких ограничений нет в MFN, которые больше подходят в некоторых случаях.

В принципе, SFN более эффективны по использованию спектра, чем MFN, если зоны обслуживания большие, похожи по форме и размеру и не пересекаются. И наоборот, если есть много небольших зон обслуживания, значительно отличающихся по форме и размеру, смежных или пересекающихся, то между SFN и MFN есть отличия в эффективности использования спектра, то небольшие. На практике зоны обслуживания разные, поэтому выбор между MFN и SFN будет зависеть от того, какой вариант эффективнее.

Национальные регуляторы и вещатели имеют сильную мотивацию сделать выбор в пользу SFN по мере целесообразности из-за потенциально больших преимуществ. Использование SFN подходит, если они помогают выполнить требования сетевого охвата и производительности с учетом всех остальных аспектов.

### 2. История вопроса

Вещательные сети предназначены для охвата данной предопределенной географической зоны, называемой зоной обслуживания. Эти зоны могут быть большими, как целая страна, или маленькими, как один город. На практике можно различать национальные, региональные и локальные зоны. Во всех случаях зоны обслуживания определяются набором политических, редакторских, экономических и практических аспектов.

Вещательные сети планируются с максимальным соответствием намеченной зоне обслуживания. В большинстве случаев зоны обслуживания достаточно большие и требуют множество передатчиков для обеспечения желаемого охвата.

Внедрение систем цифрового вещания, таких как DVB-T/T2 и T-DAB, дало возможность использования одночастотных сетей (SFN), в которых одна частота выделяется всем передатчикам в данной зоне обслуживания. Этот подход отличается от традиционного, где каждому передатчику выделена собственная, отдельная частота канала. Последний известен как многочастотные сети (MFN).

Одно из главных преимуществ, ожидаемых от SFN – их способность к использованию спектра (дефицитного ресурса) более эффективным способом, чем в MFN. С SFN можно обеспечивать охват большой зоны всего с одной частотой канала, а MFN требует множество каналов, хотя они не используются во всей зоне обслуживания. Однако повышение эффективности использования спектра SFN имеет компромиссы и ограничения, которых нет в MFN. Эти компромиссы и ограничения требуют от вещателей выбора типа сетей, наиболее подходящего для их нужд. На основе этих соображений вещатели уже внедрили SFN во многих странах Европы после внедрения служб цифрового вещания.

Настоящий документ подробно рассказывает о главных преимуществах, ограничениях и компромиссах SFN и дает справочную информацию для реализации SFN в Европе.

### **3. Преимущества SFN**

#### **3.1 Повышение эффективности использования спектра**

По сравнению с MFN аналогичной емкости, хорошо спроектированная SFN может дать повышение эффективности использования спектра, что реализовано во многих случаях в Европе, где вещатели применяют SFN в своих сетях.

В принципе, SFN более эффективны, чем MFN, если зоны обслуживания большие, похожи по форме и размеру и не пересекаются. И наоборот, если есть много небольших зон обслуживания, значительно отличающихся по форме и размеру, смежных или пересекающихся, то между SFN и MFN если и будут отличия в эффективности использования спектра, то небольшие.

В действительности зоны обслуживания не гомогенны, т.к. определяются редакторскими требованиями и учитывают топографию, инфраструктуру и распределение населения. Поэтому выбор между MFN и SFN будет зависеть от того, какой вариант эффективнее.

Сети в одной стране влияют на сети в близлежащих странах. Поэтому общую эффективность использования спектра нужно оценивать с учетом результатов во всей планируемой зоне, а не изолированно внутри одной страны.

Кроме того, есть компромисс между выбором сетевой конфигурации (SFN или MFN) и достижимой пропускной способностью передачи (например, в Mbit/s). Это объясняется далее в § 4.1.

#### **3.2 Сетевой прирост**

SFN могут давать сетевой прирост, когда сигналы более чем из одного передатчика дают более высокий уровень принимаемого сигнала и меньшую вариативность между пунктами. Эти качества могут улучшить охват по сравнению с сетью MFN. Для портативного или мобильного приема сетевой прирост может быть важным вкладом в общий охват, повышая устойчивость сигналов и потенциально позволяя снизить мощность передатчиков. В сетях, опирающихся на прием антеннами на крыше, это преимущество может быть несущественным.

#### **3.3 Повышение гибкости**

SFN дают больше гибкости вещателям и сетевым операторам при координации и реализации сетей.

SFN позволяют частотное планирование, которое может упростить технические аспекты процесс координации частот, т.к. детали сети передачи не нужно знать заранее – они могут определиться позже на этапе реализации. В целом работа по планированию не сокращается, т.к. смещается с этапа координации на этап реализации сетей. Это не значит, что реализация сетей проще, чем в случае MFN, как объясняется в § 4, но может быть более гибкой.

Распределение частот в SFN также позволяет прогрессивно изменять сетевой охват или повышать его, добавляя передатчики, без необходимости перепланирования использования частот или их дополнительной координации, соблюдая ограничения частотного плана. Это упростит повышение качества охвата шаг за шагом, как, например, при расширении охвата со стационарного приема на крыше до портативного.

### **4. Ограничения и компромиссы SFN**

#### **4.1 Региональность**

Региональные и локальные передачи – одно из ключевых преимуществ наземных передач по сравнению с другими платформами распространения. В большинстве стран общественные вещатели имеют конституционное требование обеспечивать региональный и локальный контент, а также национальные услуги, для реализации важных социальных и культурных преимуществ. Например, в Великобритании для каждой из двух основных национальных программ требуется примерно 27 регионов.

Коммерческие вещатели обычно имеют похожие требования к региональности, но с дополнительным стимулом к обеспечению целевой рекламы для локального и регионального бизнеса. Возможность обеспечения региональной рекламы часто входит в бизнес-план вещателей и высоко ценится региональными и локальными предприятиями, желающими платить за эту услугу.

Поскольку контент, распространяемый в SFN, должен быть идентичен во всей зоне SFN, неэффективно предлагать разный региональный контент внутри одной SFN, охватывающей множество регионов (например, национальной). Это будет неэффективно экономически и по использованию спектра и

исключит возможность общеевропейской SFN или национальных SFN, использующих один канал во всей Европе.

Даже без ограничений, налагаемых редакторскими требованиями, SFN нельзя использовать в произвольно больших зонах из-за внутренней интерференции. Чем больше зона SFN, тем труднее устранить самоинтерференцию.

Есть три основных способа преодолеть самоинтерференцию; принять более устойчивый режим передачи, увеличить защитный интервал<sup>1</sup> или добавить новые передающие пункты для увеличения плотности сети. Первые два варианта уменьшают пропускную способность, а третий значительно увеличивает расходы. Поэтому SFN вносят дополнительный компромисс между конкурирующими факторами стоимости, пропускной способности и охвата.

Потенциальное влияние самоинтерференции в SFN, вместе с редакторскими, коммерческими и емкостными требованиями, обязывает вещателей выбирать сетевую архитектуру, наиболее подходящую для их нужд в каждом случае. В частности, нельзя всегда предполагать, что SFN будут эффективнее, чем MFN.

## 4.2 Увеличение сложности и стоимости сетей

SFN технически сложнее, чем MFN. SFN как таковые требуют синхронизации и более сложного распространения сигнала.

Поскольку все передатчики в сети SFN используют один канал, они не могут работать независимо. Следовательно, для корректной работы передатчикам требуется высокая степень синхронизации, что делает конструкцию и эксплуатацию сети более требовательными по сравнению с MFN. Это влечет за собой дополнительные расходы.

Одна из основных затрат сети – распределение контента в передатчики. В MFN обычно берется эфирный сигнал с главного передатчика и ретранслируется релейными передатчиками. Эта сетевая архитектура чрезвычайно экономична и потому широко принята. В SFN такая релейная система становится сложнее в реализации и во многих случаях невозможна. Результатом может быть значительное увеличение сетевых расходов, т.к. могут требоваться специальные средства распространения сигнала<sup>2</sup>.

## 4.3 Горячие точки

В некоторых частях Европы, несмотря на использование SFN, уже становится трудно разместить требуемое количество мультиплексов<sup>3</sup> в имеющемся спектре. Такие зоны называются «горячими точками». Обычно они бывают из-за географического расположения, но также из-за необходимости обслуживания многих культурных и лингвистических сообществ в малых географических зонах. Примеры «горячих точек» в Европе – зоны вокруг Люксембурга и Балтийского и Адриатического морей. Эти зоны имеют наибольшие требования спектра в равноправном частотном плане и поэтому устанавливают минимальное число частотных каналов, выделяемое в успешном плане.

В этих зонах администрации уже широко используют SFN для удовлетворения как можно большего числа требований, которое позволяет эффективность использования спектра в этих зонах для достижения практического максимума.

## 5. Улучшение SFN с DVB-T2

DVB-T2 – значительная модернизация спецификации DVB-T, позволяющая более эффективные SFN. Однако, хотя DVB-T2 может улучшить SFN<sup>4</sup> и дает больше гибкости, оно не устраняет вышеупомянутых ограничений, в частности, не технических аспектов. Эти ограничения должны учитываться и будут влиять на степень реализации преимуществ DVB-T2 и SFN.

С использованием DVB-T2 возможен вариант охвата больших зон обслуживания одной SFN, большей, чем возможно сегодня с DVB-T. Однако DVB-T2 не всегда дает достаточное улучшение SFN для

<sup>1</sup> Ключевой параметр в одночастотной сети – защитный интервал; он определяет размер зоны SFN и имеет обратную связь с пропускной способностью в сигнале DTT. Увеличение зоны SFN требует большего защитного интервала, что уменьшает пропускную способность.

<sup>2</sup> Это обычно либо физические оптоволоконные, либо специальные микроволновые линии связи.

<sup>3</sup> Мультиплекс передает несколько вещательных программ в одном сигнале передачи.

<sup>4</sup> С аналогичными условиями приема и емкостью данных можно увеличить защитный интервал для снижения самоинтерференции SFN и таким образом расширить и улучшить охват.

эффективного охвата произвольно больших географических зон, т.к. самоинтерференции нельзя полностью избежать<sup>5</sup>.

## 6. Существующие SFN

После внедрения DVB-T многие европейские страны, такие как Нидерланды, Дания, Германия, Швеция, Норвегия, Бельгия, Люксембург, Франция и Италия, внедрили SFN для всех или основных частей своих сетей. Использование вещательных SFN сейчас является зрелым и общепринятым методом.

Если зона обслуживания уже охватывается SFN, то максимальная эффективность использования спектра в этой зоне уже достигнута. В зонах, охватываемых MFN или множеством мелких SFN, можно повысить эффективность использования спектра, используя по необходимости одну SFN. Однако неясно, сможет ли это существенно повысить эффективность во всей планируемой зоне.

В странах, где уже обширно используются SFN, масштаб дальнейшего повышения эффективности использования спектра ограничен ввиду нынешних и будущих требований вещателей, включая региональность.

---

<sup>5</sup> Исследование национальной SFN в Дании показало, что может быть трудно достичь одинакового охвата с использованием национальной SFN с DVB-T2 и достичь того же охвата населения, что и с нынешней сетью DVB-T, состоящей из региональных SFN.