

**СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛОСЫ ЧАСТОТ  
790-862 МГц МЕЖДУ ТЕХНОЛОГИЯМИ LTE И DVB-T2**

**Калышпекова Н.Т.<sup>1</sup>, Джылышбаев У.Н.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ЗАО "Альфа Телеком", <sup>2</sup> ОсОО "Нуртелеком", Бишкек, Кыргызстан

***Аннотация:** В статье рассмотрены возможности эффективного использования радиочастотного спектра для цифрового вещания.*

***Ключевые слова:** цифровое наземное телевидение, мобильный интернет и сервис.*

**BANDWIDTH SHARING 790-862 MHz  
BETWEEN LTE and DVB-T2 TECHNOLOGIES**

**Kalyshpekova N.T.<sup>1</sup>, Dzhylyshbaev U.N.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> "Alfa Telecom" CJSC, <sup>2</sup> LLC "Nurtelecom", Bishkek, Kyrgyzstan, [eakr.info@gmail.com](mailto:eakr.info@gmail.com)

***Annotation:** The article considers the possibilities of effective use of the radio frequency spectrum for digital broadcasting.*

***Key words:** digital terrestrial TV, mobile Internet and service.*

Вскоре после конференции RRC06, где планирование аналогового наземного телевизионного вещания было заменено планированием для цифрового ТВ.

Возможность более эффективного использования радиочастотного спектра для цифрового вещания вызывает все больше и больше интереса в обществе услуг мобильной связи, которые жалуются на неимение достаточной полосы частот для развития своих услуг, особенно в сельской местности. Было предложено часть полосы частот, выделенной под цифровое наземное телевидение, использовать для услуг мобильной связи, потому что при переходе от аналогового к цифровому вещанию потребовалось бы меньшее количество частот для большего количества телевизионных программ, чем раньше.

В 2007 году ВКР-07 выделена полоса 790-862 МГц (каналы 61-69) подвижной службе (за исключением воздушной подвижной службы) на первичной основе от 17 июня 2015 в Районе 1 с идентификацией полосы для ИМТ. Полоса частот, так называемая «Цифровой дивиденд», позволяет мобильному сервису использовать диапазон частот 791 МГц - 862 МГц, который ранее использовался для наземного телевизионного вещания и в некоторых странах для военных служб.

Новый спектр в 800 МГц для мобильного использования предоставляет множество новых проблем для отрасли беспроводной связи. Основной темой нового распределения спектра услуг мобильной связи является дата, когда частоты между 790 МГц до 862 МГц (Цифровой дивиденд) будут доступны для услуг мобильной связи. Ввиду весьма ограниченного спектра и большой концентрации системы над ограниченным пространством (например, в густонаселенных, городских) потенциал для взаимных помех огромен.

Пользователи хотят более быстрый и более эффективный мобильный доступ к сети, в связи с чем, и был создан стандарт LTE (Long Term Evolution). LTE будет ключевым фактором для развертывания мобильного интернета по двум основным

причинам: Пользователи хотят подключение данных, загрузки и добавления с более высокой скоростью, а производители и операторы хотят менее сложный стандарт, который снижает затраты.

LTE использует частоты, принадлежащие к поддиапазону от 791 до 862 МГц: -791Mhz в 821Mhz: Вниз -832Mhz в 862Mhz: Вверх Радиопомехи между различными видами услуг, как правило, контролируются защитными полосами. Между группами зарезервированных для ТВ и LTE (защитная полоса уменьшена до 1 МГц), а также используют передающую мощность (до 67 дБм).

Непосредственная близость сотовой связи и цифрового телевидения приведет к помехам в цифровом телевидении в некоторых районах, особенно вблизи края покрытия. Это потребует координации между вещательными компаниями и операторами мобильной связи, чтобы справиться с этой проблемой. По этой причине, мы должны гарантировать правильное планирование 4G LTE и использование пользовательских фильтров, подключенных к приемникам (ТВ, СТБ ...), чтобы предотвратить проникновение помех в распределительной сети через эти элементы.

Ниже попробуем разобраться во всех этих технологиях и проблемах более подробно. Группа спектра 790-862 МГц обеспечивает дополнительные широкополосные мобильные приложения сотовой связи (как правило, LTE-800). Эта группа спектра находится вблизи и прилегающих к DTT частотам передач, которые будут по-прежнему занимать спектр до 790 МГц.

Работа передатчиков, сетевая инфраструктура доставки, антенны и сетевые топологии весьма различны для трансляции DTT и подвижной сотовой связи, и в результате этих различий и небольшой защитной полосы, возникают проблемы с появлением помех. Они должны быть рассмотрены, изучены и, в конечном счете решены, чтобы обеспечить совместимость между сотовыми и вещательными технологиями.

LTE-800 с мобильного была предназначена для поддержки 2x30 МГц, LTE FDD развертывания с шириной полосы 5 МГц или 10МГц. Предлагаемый план канала был разработан в СЕРТ SE42 и показан на рисунке 1 для режима 5 МГц LTE. План включает в себя защитную полосу 1 МГц между краем широковещательного канала 60 и первой базовой станции LTE нисходящей линии связи. Обратная дуплекс схема была выбрана с базовой станции в более низкой полосе частот для мобильной восходящей линии связи, чтобы уменьшить некоторые эффекты интерференции между телефонами и широковещательной услугой.

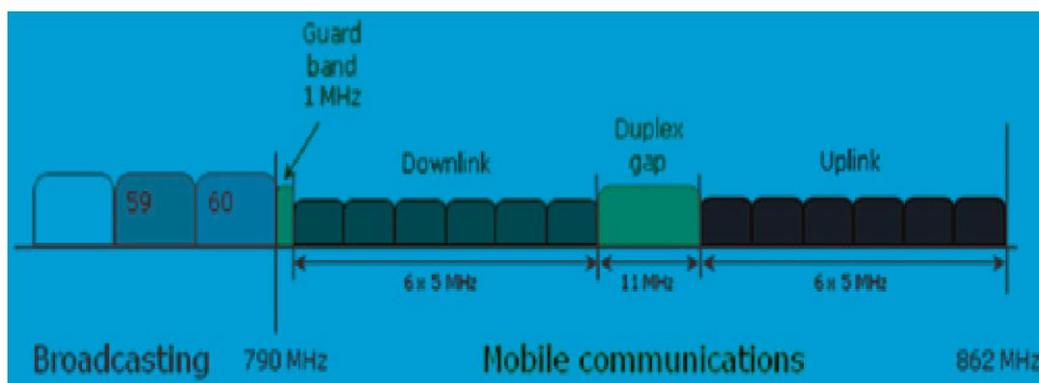


Рис.1. План канала с шириной полосы 5 МГц

### Вмешательство в DTT CH60 - N +1 смещение.

Учитывая 1 МГц смещение между услугами широковещательной передачи в УКВ канале 60 и первым LTE нисходящей линии связи в канале 61, помехи можно ожидать, когда соседний целевой коэффициент защиты канала будет превышен.

Это обычно происходит, когда уровень сигнала LTE 27 дБ больше, чем сигнал DTT.

DVB -T/T2 устройства и соответствующая антенна предназначена для приема ра-диосигналов в диапазоне 800 МГц.

Более сильный сигнал LTE - 800 может вмешаться и повлиять на DVB -T сигнала или даже наложить на него.

Следствием этого могут быть:

- помехи, влияющие на изображение и звук (ошибки в пикселях или прерывание звука), стоп-кадр и в худшем случае - полная потеря сигнала;
- по сравнению с аналоговым вещанием помехи при использовании цифрового вещания появляются внезапно.

Интерференция может возникнуть в результате облучений LTE - базовых станций и LTE - конечных устройств (например, USB, модем или мобильный телефон).

В основном вмешательство конечных устройств является более проблематичным, потому что именно они расположены в непосредственной близости к получателю DVB-T/T2. Появление помех будет зависеть от множества различных факторов. Не только интенсивность сигнала DVB-C или DVB-T должны быть рассмотрены, также широковещательный - получатель и положение LTE.

Кроме того, очень важны используемые устройства, кабели и антенны.

Испытания показали, что некоторые приемники не ведут себя идеальным образом, в частности, когда сигнал LTE является изменяющимся во времени - например, когда он находит только небольшое количество пользовательских данных.

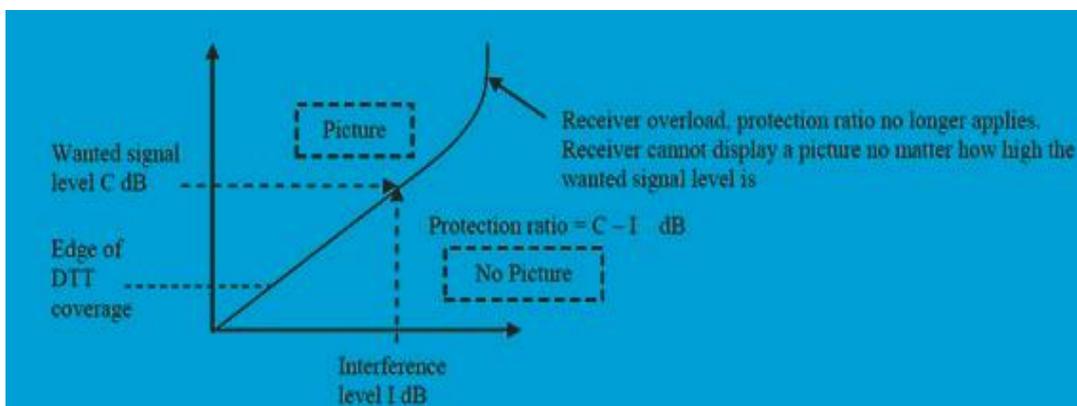


Рис.2. Коэффициент защиты и перегрузки, порог идеального DTT приема

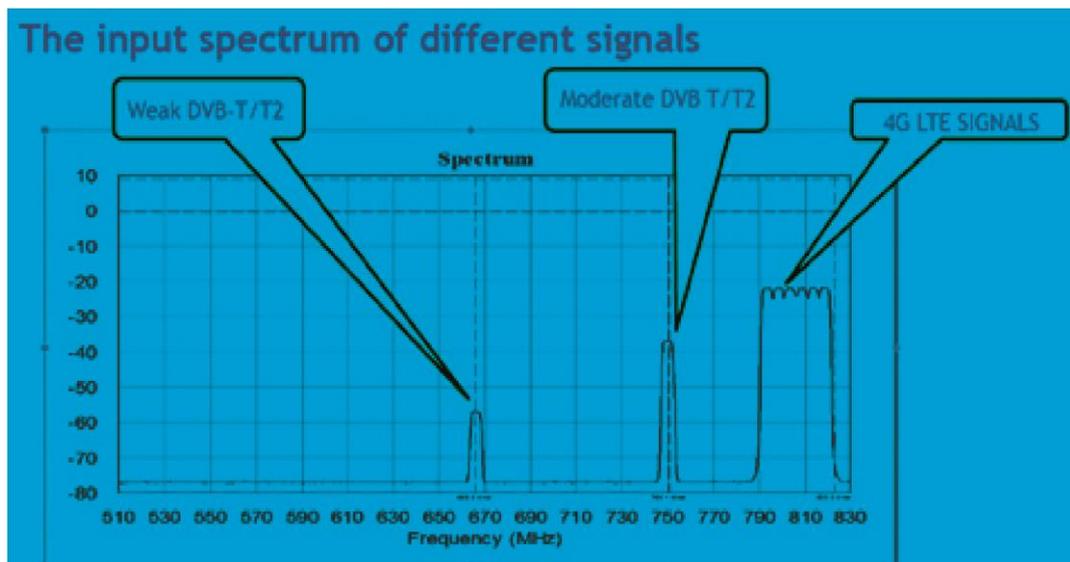
### 4G LTE помехи извне.

Если же сигналы DVB-T/T2 будут получены через антенну, которая установлена на улице, другой тип антенны может решить проблему с помехами, которые исходят с LTE -800 (изменением всенаправленной антенны на направленную).

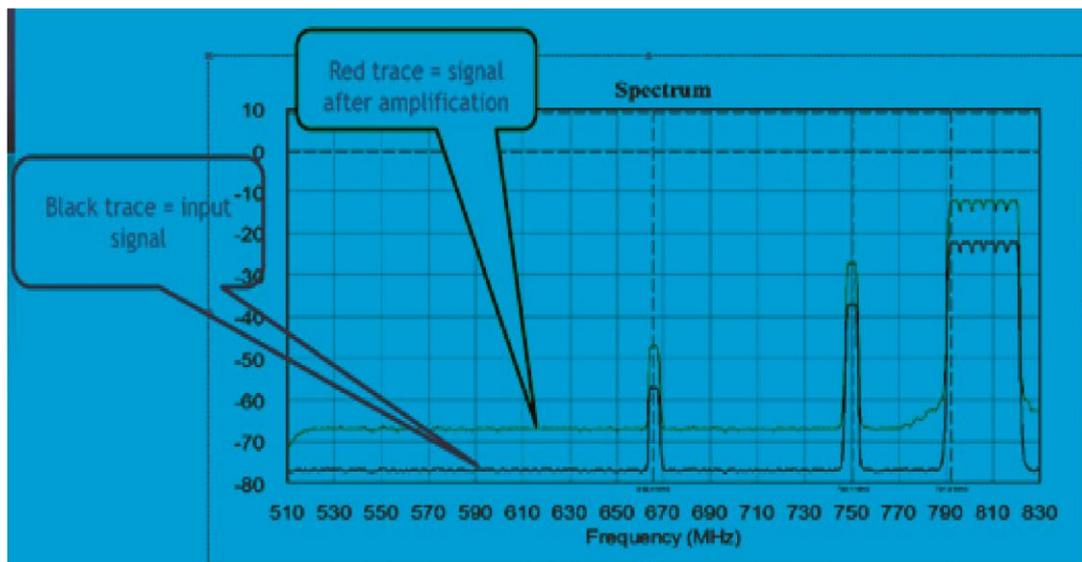
По сравнению с всенаправленной антенной, направленная антенна может быть непосредственно выровнена под DVB-T/T2 вещание башни (этот способ не применим в случае, когда передатчик LTE- 800 направлен в ту же сторону). Если сигналы DVB-T/T2 будут получены через внутреннюю антенну, расположение антенны может быть изменено. Если это не улучшит ситуацию, то обычная антенна новейшей технологии LTE и хороший фильтр должны решить данную проблему.

Сравнительно простым и эффективным решением может стать LTE-фильтр между антенной DVB-T/T2 и телевизором.

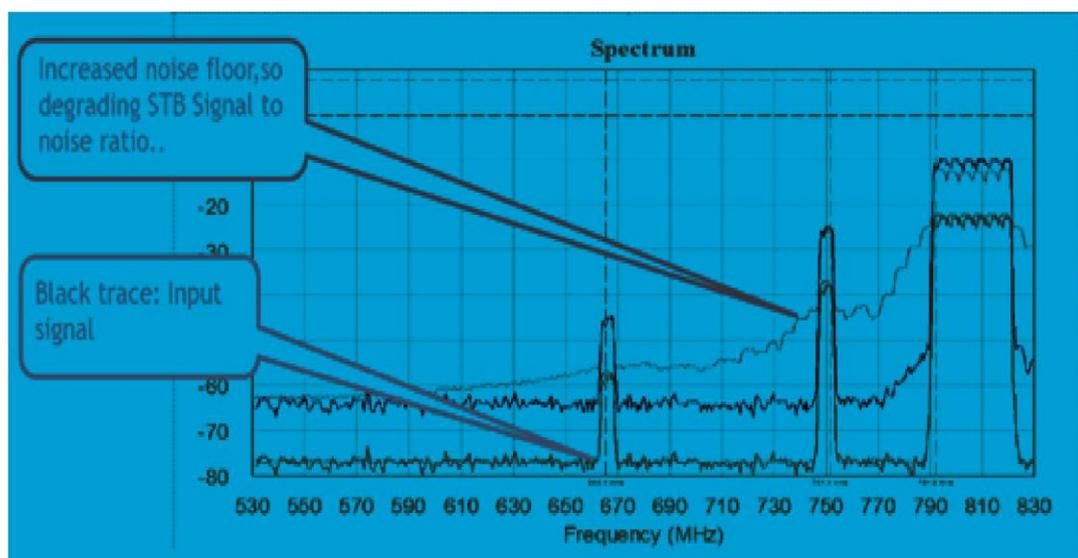
Что касается маленького частотного интервала между LTE-800 и DVB-T/T2, это решение действительно работает только с некоторыми ограничениями.



Входной спектр различных сигналов ввода спектра антенны и МШУ, показывая LTE сигналы с относительно высоким уровнем входного и одним DVB-T/T2 сигнала с умеренным уровнем, плюс с одним слабым уровнем DVB-T/T2.



- Красный след демонстрирует выходной сигнал МШУ, спектр выглядит нормально.
- Черный след демонстрирует входной спектр.
- Спектр выглядит хорошо, нет искажения или гармоник.



- Синий след показывает сигнал на выходе из МШУ. МШУ теперь перегружен, DVB-T/T2 каналы разрушаются через искажение / шум МШУ

- Зеленый след показал результат МШУ, спектр выглядит нормально.

С новой технологией всегда есть возможности и проблемы.

Сегодня сигналы DTT перемешаны с 4G LTE. Сигналы 4G LTE, как правило, имеют высокий уровень по сравнению к власти DTT сигнала, который вызывает помехи. Оба DTT и 4G LTE будут «поглощаться» антенной.

### **Традиционный подход к дальнейшему развитию.**

Традиционный подход к расширению прав использования спектра состоит в выявлении таких возможностей для реализации новых каналов или передатчиков, которые сохраняют целостность существующих записей плана соседних стран.

Это именно то, что подразумевается под "статьей 4" МСЭ (2006), а также соответствующих нормативных актов предыдущих международных соглашений, как, например, Заключительные акты конференции 1984 группа II планирования (МСЭ, 1984).

Только в тех случаях, когда расширение потенциалов разных стран являются взаимоисключающими, они должны быть предметом переговоров.

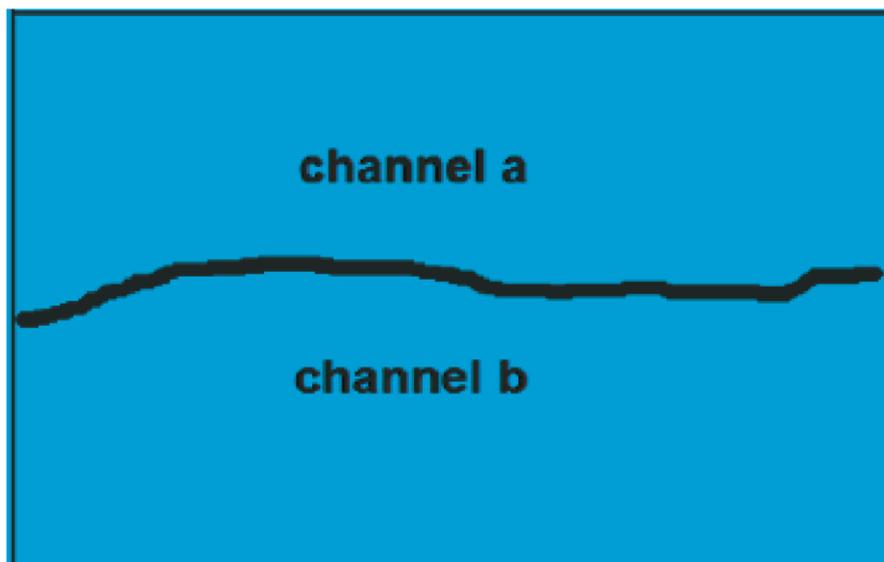
Поскольку права других сохранились в этой редакции, можно констатировать, что традиционные "статья 4" процедуры координации являются вопросом оптимизации Парето.

Однако достижимый прирост может значительно отличаться в разных странах, и это является причиной, почему справедливость подхода может быть должным образом поставлена под сомнение.

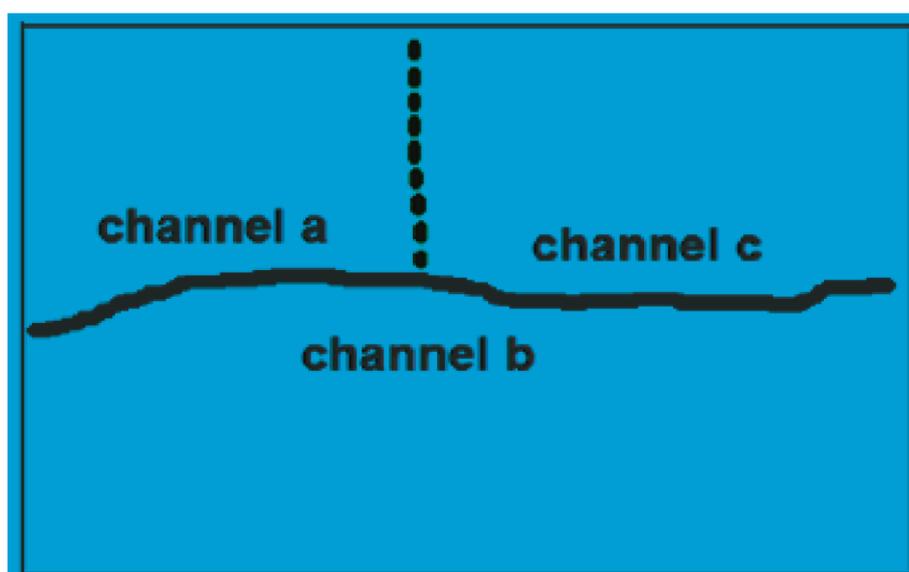
Голый принцип Парето в традиционном координационном подходе является склонным к повышению несправедливого распределения ресурсов страны.

Простые примеры по проверке равного доступа:

Пример 1. На следующем рисунке показан простой случай выделения двух каналов между двумя странами. Черная линия помечает границу страны.



Пример 2. На следующем рисунке показан случай выделения трех каналов между двумя странами. Черная линия помечает границу страны, и красная пунктирная линия отмечает границы в пределах одной страны.



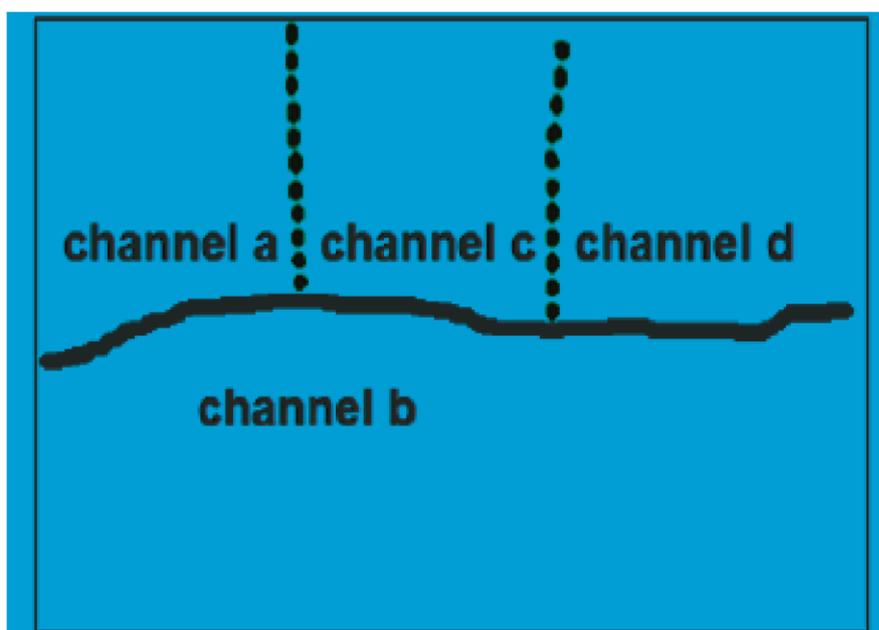
Второй пример сложнее.

В связи с некоторыми национальными разделениями (например, регионализации) одна страна нуждается в двух каналах для охвата всей области. Распределение доступных каналов неодинаково. Чтобы избежать этой несбалансированной ситуации, это может быть решением для обеих стран, не использующих "Канал С". Но это приводит, с одной стороны, к неиспользованию всех доступных каналов и с другой стороны, к неимению возможности покрытия всей области в одной стране.

Поэтому в некоторых регионах, несмотря на неравное положение, это может

быть компромиссом между двумя странами. Там также может возникнуть еще одна проблема в этом случае. Из-за дальнейших технических усовершенствований (например, большие площади SFN, DVB-T2 против DVB-T) охват "канал" может быть расширен в районе "канала с" и наоборот. Это приводит к двум покрытиям в одной стране и одному покрытию в другой стране. Опять же, это несбалансированная ситуация, даже если ситуация со взаимным вмешательством изменится.

Пример 3. Третий рисунок показывает, выделение четырех каналов между двумя странами. Черная линия помечает границу страны и красными пунктирными линиями знаки границы в пределах одной страны. Этот третий пример относится к ситуации, если одна страна хотела бы использовать три канала (например, для регионализации), чтобы получить полный охват, а другая страна использовать только один канал для выполнения национальных требований о покрытии.



Если мы представим, эту же ситуацию, как это было показано в примере 2, это привело бы к трем покрытиям "слоев" в одной стране и одним слоем покрытия в другой стране. Опять же, это несбалансированная ситуация, даже если ситуация вмешательства изменится незначительно.

Три приведенных выше примера отражают довольно легко случаи понимания сложности вопроса о справедливом доступе. Очевидно, что в действительности не существует таких простых случаев. В крайнем случае более двух стран должны договориться.

На национальной основе выявления дополнительных частотных ресурсов администрациями должно быть основано на том же тщательном анализе использования их спектра и анализа совместимости между требованиями, как в приграничной ситуации. Национальная совместимость между спектрами используется на территории одной администрации, а с учетом ассигнований используется в приграничных районах соседних стран.