

УДК.621.396.97

**ПОСТРОЕНИЕ СИНХРОННОЙ СЕТИ ЦИФРОВОГО DRM+ ВЕЩАНИЯ НА
ОСНОВЕ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ
ОВЧ-ЧМ ВЕЩАНИЯ**

ГАНЖА С.Н., КУЗНЕЦОВА А.С.

**DRM+ DIGITAL BROADCASTING SYNCHRONOUS NETWORK
CONSTRUCTION BASED ON THE EXISTING VHF-FM BROADCASTING
INFRASTRUCTURE**

GANZHA S.N., KUZNETSOVA A.S.

***Аннотация.** Рассматривается пример построения сети цифрового DRM+ вещания на основе существующей инфраструктуры сети синхронного ОВЧ-ЧМ, работающей в Приднестровье. Оцениваются требуемые значения мощностей передатчиков для обеспечения заданной территории покрытия.*

***Abstract.** The example of the digital DRM+ broadcasting network construction on the basis of existing infrastructure of synchronous VHF-FM network, operating in Transdnier is examined. The required values of transmitters power for providing the necessary territory of coverage are estimated.*

Синхронная сеть звукового ОВЧ-ЧМ вещания, реализованная на территории Приднестровья, обеспечивает возможность приема одной стереофонической программы на фиксированные и автомобильные приемники [1]. Карта покрытия территории с помощью такой сети представлена на рис 1. Характеристики радиовещательных станций сети ОВЧ-ЧМ вещания, учитываемые при расчетах покрытия, приведены в табл. 1 – 4.

Недостатком такой сети является появление участков искаженного приема в местах перекрытия зон обслуживания отдельных РВС, протяженность которых зависит от временных задержек сигналов, поступающих в точку приема [1, 2].

Принимая во внимание растущие потребности в дополнительных информационных услугах, обеспечить увеличение объема передаваемой информации без выполнения новых частотных присвоений можно при использовании технологий цифрового вещания. Сигнал, содержащий данные программ вещания, формируется в соответствии с выбранным стандартом цифрового вещания и передается с помощью передатчиков одночастотной синхронной сети в одном и том же канале.

В качестве системы цифрового вещания, которая по своим техническим характеристикам [3] может быть использована для покрытия указанной территории, рассмотрим систему DRM для диапазонов выше 30 МГц (DRM+).

Система DRM+ позволит реализовать высококачественное звуковоспроизведение от одной до четырех программ вещания и передать некоторый объем дополнительных данных.

В данной работе расчеты проводились с учетом существующих мачт и антенн с их высотами подвеса и ориентированием диаграмм направленности в пространстве. Задача сведена к определению требуемых мощностей передатчиков при том, что характеристики антенн (табл. 1 – 4) и конфигурации существующих зон обслуживания являются неизменными, чтобы избежать уменьшения численности радиослушателей.

Таблица 1 – Технические характеристики РВС аналогового ОВЧ-ЧМ вещания в г. Бендеры

Мощность передатчика, Вт			1000
Высота над уровнем моря, м			152
Высота подвеса передающей антенны, м			90
Марка фидера			LCF78-50
Затухание в фидере, дБ			1,24
Затухание от моста сложения, дБ			0,4
Тип антенны			АВСП-6АВ-100
Азимут основного лепестка			130°
Коэффициент усиления антенны относительно изотропного излучателя, дБ	в направлении вибраторов		11,5
	в противоположном направлении		7,5

Таблица 2 – Технические характеристики РВС аналогового ОВЧ-ЧМ вещания в г. Маяк

Мощность передатчика, Вт			1000
Высота над уровнем моря, м			219
Высота подвеса передающей антенны, м			140
Марка фидера			LCF114-50
Затухание в фидере, дБ			1,42
Затухание от моста сложения, дБ			–
Тип антенны			АВСП-6АВ-100
Азимут основного лепестка			230°
Коэффициент усиления антенны относительно изотропного излучателя, дБ	в направлении вибраторов		11,5
	в противоположном направлении		7,5

Таблица 3 – Технические характеристики РВС аналогового ОВЧ-ЧМ вещания в с. Воронково

Мощность передатчика, Вт			1000
Высота над уровнем моря, м			180
Высота подвеса передающей антенны, м			95
Марка фидера			LCF78-50
Затухание в фидере, дБ			1,67
Затухание от моста сложения, дБ			–
Тип антенны			АВСП-4АВ-100
Азимут основного лепестка			320°
Коэффициент усиления антенны относительно изотропного излучателя, дБ	в направлении вибраторов		9,5
	в противоположном направлении		5,5

Таблица 4 – Технические характеристики РВС аналогового ОВЧ-ЧМ вещания в с. Каменка

Мощность передатчика, Вт			500
Высота над уровнем моря, м			170
Высота подвеса передающей антенны, м			65
Марка фидера			LCF78-50
Затухание в фидере, дБ			0,87

Затухание от моста сложения, дБ		–
Тип антенны		АВСП-4АВ-100
Азимут основного лепестка		300°
Коэффициент усиления антенны относительно изотропного излучателя, дБ	в направлении вибраторов	9,5
	в противоположном направлении	5,5

Из-за снижения требуемого значения минимальной используемой напряженности поля с 58 дБ(мкВ/м), принятого для стереофонического аналогового ОВЧ-ЧМ вещания, до 43,55 дБ(мкВ/м), рекомендуемого для приема цифровых сигналов в системе DRM+ на автомобильные приемники в сельской местности при использовании модуляции 16-QAM и скорости сверточного кода 0,33 [4], требуемое значение излучаемой мощности передатчиков будет также снижено. С учетом того, что характеристики антенн не изменяются, могут быть снижены значения мощности передатчиков на входе фидера. При снижении мощностей передатчиков до значений, указанных в табл. 5, зоны покрытия цифровым вещанием будут совпадать с зонами покрытия стереофоническим ОВЧ-ЧМ вещанием (рисунок 1).

Таблица 5 – Требуемые значения мощностей DRM+ передатчиков синхронной сети.
(Зоны покрытия совпадают с зонами покрытия стереофоническим ОВЧ-ЧМ вещанием)

Населенный пункт	Мощность, Вт	Высота подвеса передающей антенны, м
Бендеры	36	90
Маяк	36	140
Воронково	36	95
Каменка	18	65

Как видим из рисунка 1, в рассматриваемом случае требование по покрытию заданной территории цифровым вещанием в полной мере не будет выполнено. Вне зон покрытия будут находиться как значительные участки автомобильной трассы Тирасполь – Каменка, так и значительное количество населенных пунктов Приднестровья.

С учетом этого будет более целесообразным уменьшить исходные значения мощностей передатчиков не до значений, указанных в табл. 5, а до таких значений, которые позволят получить площадь покрытия равную той, в пределах которой обеспечивается монофонический прием аналоговых ОВЧ-ЧМ сигналов (рис. 1). Как известно, для монофонического приема сигналов ОВЧ-ЧМ вещания минимальная используемая напряженность поля составляет 48 дБ(мкВ/м) [5].

Результаты расчетов требуемых значений мощностей передатчиков цифрового вещания четырех РВС сети сведены в табл. 6.

Карта радиопокрытия
синхронной сети радиовещания
по частоте 107,7МГц
в Приднестровье

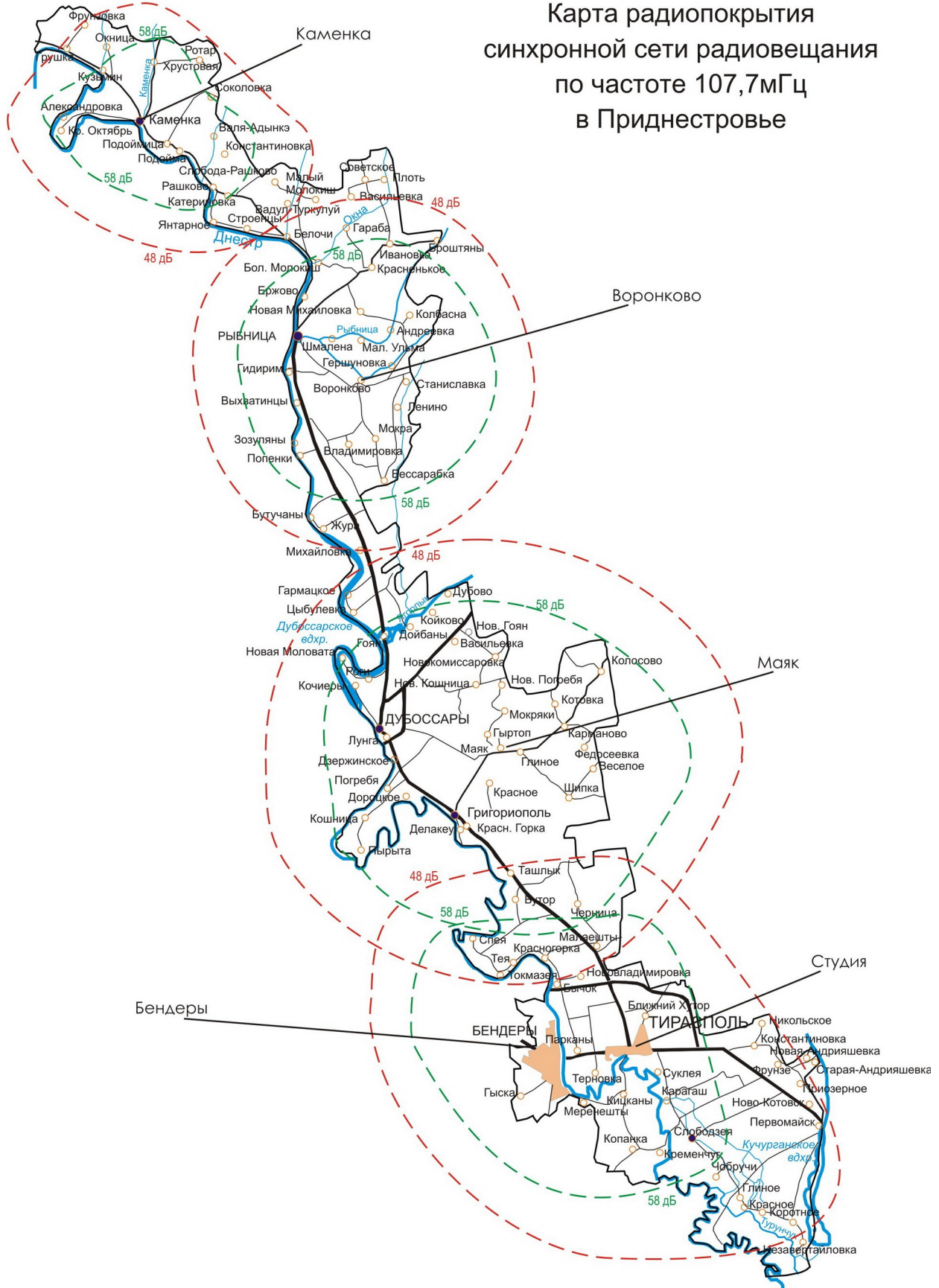


Рисунок 1 – Зоны обслуживания передатчиков синхронной сети аналогового ОВЧ-ЧМ вещания

Таблица 6 – Требуемые значения мощностей DRM+ передатчиков синхронной сети. (Зоны покрытия совпадают с зонами покрытия монофоническим ОБЧ-ЧМ вещанием)

Населенный пункт	Мощность, Вт	Высота подвеса передающей антенны, м
Бендеры	360	90
Маяк	360	140
Воронково	360	95
Каменка	180	65

При этом зоны покрытия вещанием для каждой из РВС сохраняются в прежних границах для монофонического приема. В их пределах выдерживается требуемое условие $E_{пол} \geq E_{исп} = E_{мин}$ [5]. В областях перекрытия зон обслуживания станций (рис. 1) на входе приемника будет обеспечиваться больший уровень напряженности поля за счет конструктивного сложения сигналов синхронных передатчиков (т.н. «выигрыш за счет сети») [6, 7]. Значения этого уровня были рассчитаны для каждого из трех участков между соседними РВС с использованием стандартного метода k -LNM [6]. Значения E_{Σ} – уровня суммарной напряженности поля в точках, где напряженности поля РВС приблизительно равны друг другу, приведены в табл. 7. Здесь же приведены значения разности времени поступления радиосигналов в рассматриваемую точку приема, которые существенно меньше длительности защитного интервала OFDM символа в системе DRM+ [3].

Таблица 7 – Результаты расчета напряженности поля на участках между синхронными РВС с учетом сетевого усиления

Участок	Уровень суммарной напряженности поля E_{Σ} , дБ	Разность времени поступления радиосигналов в точку приема τ , мкс
Бендеры – Маяк	58,9	13,3
Маяк – Воронково	48,1	57
Воронково – Каменка	52,2	21,7

Как видим из таблицы 7, при напряженностях поля, превышающих минимальные используемые значения, мощность передатчиков можно было бы понизить относительно приведенных в табл. 2. Однако снижать мощности передатчиков, учитывая такой выигрыш, нецелесообразно из-за того, что при существующем расположении РВС на обслуживаемой территории это приведет к снижению общей площади покрытия. (Для каждого из передатчиков радиус зоны обслуживания в направлениях, не совпадающих с направлениями на соседние передатчики, снизится).

Влияние частотно-избирательных замираний в точках приема, в которых принимаемый сигнал является суммой сигналов от нескольких РВС, устраняется за счет коррекции амплитуд и фаз OFDM несущих в приемнике цифровых сигналов. Для выполнения такой коррекции в системе DRM+ используется набор специальных пилот-сигналов, разбросанных во временной и частотной области, в сочетании с интерполяционной фильтрацией для оценки характеристик канала [3, 6]. Эта информация о состоянии канала используется для решения об изменении каждого восстанавливаемого бита полезной информации в подсистеме коррекции ошибок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на основе существующей инфраструктуры сети синхронного аналогового ОБЧ-ЧМ вещание возможно построение синхронной сети цифрового звукового

вещания с использованием системы DRM+. При этом возможность приема нескольких программ вещания с высоким качеством звуковоспроизведения обеспечивается на большей площади территории по сравнению с территорией покрытия стереофоническим аналоговым ОБЧ-ЧМ вещанием. При этом требуемые значения мощностей передатчиков радиовещательных станций уменьшаются, что видно из сравнения данных табл. 1 – 4 и табл. 6.

При полосе частот радиосигнала, в соответствии со стандартом равной 96 кГц, передача нескольких программ звукового вещания в одном мультиплексе при сохранении субъективно высокого качества звучания достигается благодаря применению кодеков звуковых сигналов MPEG-4 HE-AAC v2. Вопросом, заслуживающим особого внимания, является выполнение частотного присвоения для рассматриваемой синхронной сети цифрового вещания. В рамках настоящей работы авторы не ставили цель подробного рассмотрения этого вопроса, однако опыт проведения в странах Европы (Германия, Франция, Великобритания) полевых испытаний как синхронных одночастотных сетей DRM+ вещания, так и одиночных DRM+ передатчиков в условиях существующей аналоговой среды, показал, что вопрос этот может быть решен без перераспределения частот для передатчиков аналогового вещания в радиовещательном Диапазоне II [7 – 9].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ганжа С.Н. Построение синхронной сети передатчиков ОБЧ-ЧМ вещания / С.Н. Ганжа // Цифрові технології. – 2008. – № 3. – С. 78.
2. Выходец А.В. Кузнецова, С.Н. Ганжа Особенности проектирования синхронных сетей звукового ОБЧ-ЧМ вещания // Зв'язок. – 2007. – №1. – С. 12-16; № 2. – С. 60-64.
3. European Telecommunication Standard ETSI ES 201 980 v 3.1.1 (2009-08). Digital Radio Mondiale (DRM); System Specification.
4. Planned Parameters related to DRM Mode E (“DRM+”) in VHF Band II. A proposal based on investigations and field trials in Kaiserslautern (Germany). – FH Kaiserslautern, Landeszentrale für Medien und Kommunikation (LMK).
5. Сети телевизионного и звукового ОБЧ ЧМ вещания / М.Г. Локшин, А.А. Шур, А.В. Кокорев, Р.А. Краснощеков; Под ред. М.Г. Локшина. – М.: Радио и связь, 1988. – 144 с.
6. Справочник по цифровому наземному телевизионному вещанию в диапазонах ОБЧ/УВЧ. Международный Союз Электросвязи, Бюро Радиосвязи. Издание 2002.
7. J. Lehnert. Leaving the dead-end street: New ways for the digitization of the VHF-FM sound broadcasting with DRM+, Part II: First results on compatibility and coverage analyses of DRM+ single frequency networks (SFN) in the VHF band. / Joachim Lehnert, Landeszentrale für Medien und Kommunikation (LMK).
8. DRM+ Field Trials in Scotland ends www.drm.org/news 12.05.11.
9. Steil. Leaving the dead-end street: New ways for the digitisation of the VHF-FM sound broadcasting with DRM+, Part I: DRM+ Field Trial: Concept, Setup, and First Results. / Andreas Steil, Felix Schad, Michael Feilen – University of Applied Sciences of Kaiserslautern, Ewald Hedrich – Fraunhofer Institute for Integrated Circuits IIS.