

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОГО ТВ-ВЕЩАНИЯ В РОССИИ

В. В. Бутенко,

генеральный директор ФГУП НИИР, д.т.н.



Экспурс в историю. Ближиться к завершению переход от аналогового ТВ-вещания к цифровому. Старт и становление двух этих видов ТВ-вещания, во многом определившие их судьбы, значительно разнятся.

Телевидение начиналось с аналоговой формы в основном благодаря выдающимся достижениям наших соотечественников в СССР и за рубежом. В первую очередь следует отметить изобретение В. К. Зворыкиным, уроженцем Муром, иконоскопа, кинескопа и первого ТВ-вещательного комплекса. Эти устройства были созданы компанией RCA в начале 30-х годов в США; решающую помощь и поддержку изобретателю оказал президент RCA Д. А. Сарнов, уроженец Белоруссии. В. К. Зворыкин руководил созданием оборудования для первых телецентров с разверткой изображения на 343 строки в Нью-Йорке и Москве. В 1936 г. И. Ю. Шенберг, также выходец из Белоруссии, работавший в английской компании EMI, спроектировал ТВ-комплекс с разверткой изображения на 405 строк для первого телецентра в Лондоне.

Родившийся в Татарии А. М. Понятов в 1950-е годы организовал в США фирму AMPEX, которая первой начала серийно выпускать разработанные под его руководством видеомagneтофоны, коренным образом преобразовавшие технологии ТВ-вещания.

Слава этих достижений, сегодня принадлежащая странам, где когда-то трудились их создатели, Россию миновала. В области цифрового ТВ-веща-

ния, превосходящего аналоговое по техническим характеристикам и кардинально более значимого для развития информационного общества, все сложилось иначе.

Сегодня мир признает важную роль нашей страны, и НИИ Радио в частности, в реализации стратегии развития цифрового ТВ-вещания, его международной стандартизации, в историческом переходе из аналоговой эры в цифровую, потому что международные изыскания в этой сфере начались в 1972 г. и в течение 30 лет проводились под руководством доктора технических наук, профессора М. И. Кривошеева. Он, являясь почетным председателем ИК-6 (МСЭ-Р), и по сей день работает в НИИ Радио.

Исследовательская программа по цифровой компрессии вошла в историю цифрового ТВ как старт международной консолидации и координации усилий в эффективном кодировании ТВ-сигналов для сжатия цифрового потока. Особенную значимость имеет реализация концепции передачи компрессированных цифровых ТВ-сигналов в стандартных радиоканалах.

Высокую международную оценку получил вклад М. И. Кривошеева в новую методологию, послужившую основой для создания более 150 рекомендаций, ставших в итоге мировыми и региональными ТВ-стандартами для телецентров, наземных и спутниковых систем ТВ-вещания и связи — фундаментом внедрения цифрового ТВ-вещания в России и мире.

Следует выделить заслуги ФГУП НИИР и в провозглашении старта следующего периода развития многофункционального цифрового ТВ-вещания — в виде модели принципиально новой технологической платформы, ориентированной на комплексное развитие и интеграцию достижений Международного союза электросвязи (МСЭ) и инноваций. По инициативе председателя ИК-11 МСЭ-Р М. И. Кривошеева международные исследования ее основных компонентов дальновидно были начаты задолго до того, как они стали востребованы. Это интерактивность, цифровое много-

программное 2D/3D-ТВ-вещание, ТВ сверхвысокой (ультравысокой) четкости, видеоинформационные системы (ВИС), вещательный роуминг, экологическая защита зрителей, сопряжение с мобильной связью и Интернет и др. Так был задан вектор дальнейшего прогресса важнейшей компоненты глобального информационного общества.

Переход к информационному обществу: цели и задачи государства в сфере цифрового телерадиовещания. В эпоху перехода к построению информационного общества телерадиовещание стало важнейшим средством массовой информации, влияющим на духовное развитие общества, экономический рост, социальную стабильность и становление институтов гражданского общества. Основным инструментом, обеспечивающим достижение этих целей, является реализация Федеральной целевой программы «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009—2015 годы» (утверждена Постановлением Правительства Российской Федерации от 3 декабря 2009 г. № 985 и откорректирована Постановлениями Правительства РФ от 24 декабря 2010 г. № 1105, от 5 декабря 2011 г. № 1005 и от 21 июня 2012 г. № 617).

В Государственной программе «Информационное общество (2011—2020 годы)», утвержденной Распоряжением Правительства РФ от 20 октября 2010 г. № 1815-р, определена задача создания технологической возможности для развития телерадиовещания на долгосрочную перспективу. Перечень мер для ее реализации включает формирование современной инфраструктуры связи и телекоммуникаций, поддержку развития электронных средств массовой коммуникации, разработку методологических, правовых и организационных основ деятельности общественного телерадиовещания в Российской Федерации.

Выделим *специфические блоки вопросов*, требующие своего решения в долгосрочной перспективе (до 2025 г.):

• методы и алгоритмы обработки контента, в первую очередь алгоритмы сжатия информации;

• технические требования к системам цифрового ТВ-вещания для различных сред передачи, включая вопросы выделения спектра;

• конвергентные системы и способы доставки ТВ-контента, в основе которых лежит объединение традиционных систем цифрового ТВ-вещания с системами подвижной сотовой связи и системами передачи данных по сети Интернет;

• развитие перспективных видов телевидения, включая телевидение высокой и ультравысокой четкости, трехмерное телевидение, мобильное телевидение, телевидение с элементами интерактивности;

• обеспечение потребностей доставки телерадиоканалов методами спутникового непосредственного ТВ-вещания и кабельного телевидения;

• развитие перспективных ТВ-технологий, включая ВИС, нелинейные и файловые методы ТВ-вещания, системы широкополосного доступа (ШПД), всемирный вещательный роуминг (ВВР).

Для достижения этих целей необходимо решить следующие задачи:

• определение технической политики телерадиовещания на долгосрочную перспективу;

• совершенствование нормативной правовой базы отрасли телерадиовещания;

• повышение эффективности использования полос радиочастот аналогового ТВ- и радиовещания на основе цифровых технологий и стандартов;

• определение этапов и сроков перехода на перспективные ТВ-технологии.

Стратегической целью государственной политики России в области цифрового телерадиовещания является переход к инновационному развитию отрасли с учетом долгосрочной перспективы. Назовем основные принципы государственной политики отрасли цифрового телерадиовещания на долгосрочную перспективу:

• средства государственного воздействия на развитие отрасли должны определяться политическими условиями, уровнем экономического, социального развития, историческими традициями, национальными особенностями и др.;

• переход России к рыночным условиям требует пересмотра системы госрегулирования отрасли, замены административных мер воздействия (тех-

нического регулирования) на преимущественно экономические;

• определяющими основами политики государства являются социальная потребность, техническая возможность и финансовая целесообразность;

• ключевые условия процесса развития отрасли: доступность информации о действующих механизмах государственного регулирования, о деятельности комиссий и иных органов управления, гласность принятия решений, прозрачность этой информации, ее понятность и сопоставимость, а также возможности контроля и учета;

• развитие отрасли должно осуществляться при строгом соблюдении требований законодательства РФ, которые касаются разработки нормативной базы, деятельности органов госвласти, осуществляющих регулирование отрасли, и других участников процесса;

• государственная политика регулирования развития отрасли должна быть гармонизирована с международной практикой управления.

Основными механизмами государственного регулирования отрасли должны быть:

• стимулирование отечественных разработок;

• обеспечение технологической нейтральности регулирования;

• поддержка конкурентоспособности российских производителей;

• развитие сети высокотехнологичных технопарков;

• конверсия и перераспределение радиочастотного спектра (РЧС).

Основные направления развития цифрового ТВ-вещания. Внедрение цифрового ТВ-вещания в России на новом этапе развития должно базироваться на обеспечении многопрограммности в стандартных радиоканалах с ориентацией на стандарт DVB-T2, внедрение интерактивных мультимедийных услуг, развитие вещания в IP-сетях и сети Интернет.

Новая модель ТВ-вещания предусматривает широкое внедрение цифрового телевидения в форматах высокой (ТВЧ) и сверхвысокой (ТСВЧ) четкости. При этом переход на ТВЧ и ТСВЧ должен сопровождаться развитием и внедрением систем трехмерного (3D) ТВ-вещания, а также телевизионных многофункциональных 2D/3D ВИС различного назначения.

Телевидение высокой четкости — цифровая технология, представляющая собой набор стандартов ТВ-вещания высокого качества с пространственным разрешением 1920x1080 пик-

селей. Проникновению ТВЧ помогает ряд факторов: быстрый рост парка телевизоров, способных принимать сигналы ТВЧ, проникновение систем проводного и беспроводного ШПД с планируемой скоростью доставки данных до каждого абонента до 100 Мбит/с, наращивание темпов создания каналов ТВЧ с соответствующим увеличением их числа в сетке вещания операторов спутниковых и кабельных систем ТВ-вещания, а также престижность данного сервиса.

Телевидение сверхвысокой четкости. 24 мая 2012 г. МСЭ анонсировал новую рекомендацию, отражающую существенный прогресс в ТВ-вещании. Было объявлено о разработке и испытаниях нового ТВ-семейства — телевидения сверхвысокой (ультравысокой) четкости.

ТСВЧ состоит из двух форматов:

• 4К — 3840 × 2160 пикселей;

• 8К — 7680 × 4320 пикселей.

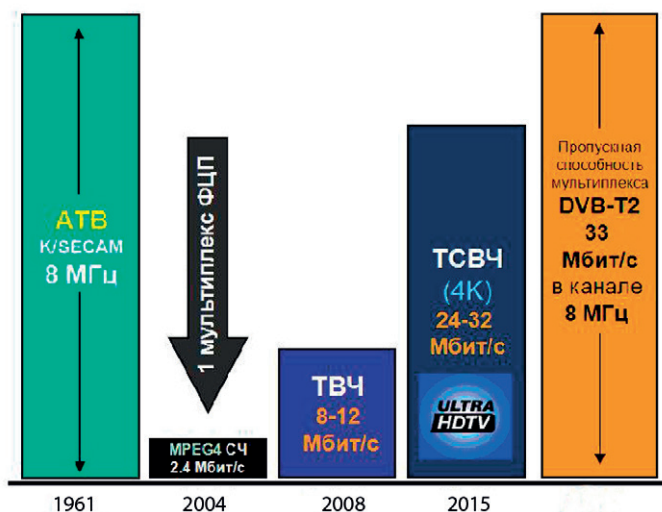
В принципе в радиоканале шириной 8 МГц, в котором в настоящее время передается один аналоговый ТВ-канал, можно передавать с использованием системы DVB-T2 (в варианте, принятом для России) цифровой поток со скоростью 33,2 Мбит/с. При этом для передачи разных ТВ-программ требуются следующие цифровые потоки:

Стандартная четкость	2,1—2,4 Мбит/с
ТВЧ	8—12 Мбит/с
3D	10—16 Мбит/с
ТСВЧ (4К)	24—32 Мбит/с
ТСВЧ (8К)	96—128 Мбит/с

(Данные приведены для существующего уровня сжатия с помощью алгоритмов H.264/AVC; в дальнейшем, по мере совершенствования алгоритмов сжатия, таких как H.265/HEVC (High Efficiency Video Coding), эти требования будут снижены.)

В перспективе, с учетом развития технологий сжатия изображения, в составе мультимедийного потока DVB-T2 можно будет передавать до двух программ ТСВЧ (4К) — в сравнении с одной программой в аналоговом канале.

Форматы ТСВЧ наибольшее развитие получают в таких областях, как телевизионные многофункциональные ВИС для массового интерактивного обслуживания в населенных пунктах, кинотеатрах, концертных залах, на стадионах и т.д. Они также могут использоваться в компьютерной графике, полиграфии, телемедицине и других профессиональных целях. Широ-



Потребности в РЧС для передачи одной ТВ-программы в различных стандартах вещания

кое внедрение стандарта ТСВЧ в практику вещательного телевидения предполагается после 2025 г.

Возрастание требований к пропускной способности цифровых стандартов вещания показано на рисунке.

Трехмерное телевидение. Многофункциональные трехмерные (3D) ТВ-системы станут важными приложениями цифрового ТВ-вещания в будущем и по праву могут считаться одним из ключевых направлений развития цифрового телевидения.

Системы трехмерного вещания, как предполагается, будут развиваться поэтапно:

- I поколение: очковые и безочковые системы;
- II поколение: многоракурсные системы;
- III поколение: голографические и другие системы с виртуальными изображениями.

Ожидается, что технические характеристики 3D-дисплеев должны постоянно улучшаться, вызывая, в свою очередь, увеличение спроса на трехмерное ТВ-вещание.

Видеоинформационные системы обеспечивают мультимедийное вещание с использованием экранов различных размеров, установленных в людных местах, как на открытом пространстве (площади, стадионы и т.п.), так и в киноконцертных залах. Основной ВИС могут стать отечественные разработки и массовое производство. ВИС высокого разрешения позволят создавать ситуационные центры, решающие такие задачи, как распознавание угроз, принятие решений и контроль их выполнения для руководства страны и регионов, силовых структур. ВИС гарантируют объемность воспроизводимых изображений на больших экранах, интерактивность и звуковое

сопровождение на нескольких языках при использовании мобильных телефонов.

Перспективы технологий доставки контента. Как прогнозируют эксперты ФГУП НИИР, к 2018 г. ТВ-вещание полностью перейдет на цифровой формат и в любой точке страны будет доступно не менее 20 ТВ-каналов. Большинство домохозяйств на территории России получают ТВЧ, предоставляющее гораздо более высокое качество изображения в сравнении с привычным телевидением. Интернет и мобильная связь окончательно проникнут в поезда, самолеты и другие виды транспорта. В ближайшее время планируется обеспечить покрытие сотовой связью основных федеральных автодорог. Сеть будет стабильно работать в тоннелях, в переходах метро и на наземном транспорте. Интернет должен стать таким же доступным, как электричество, и 80% жителей смогут подключиться к кабельному Интернету на скорости 100 Мбит/с. Инвестиции операторов в инфраструктуру оптоволоконных линий по всей стране и программа обязательного технического оснащения вновь строящихся домов позволят России войти в первую десятку стран по уровню проникновения ШПД. Многие миллионы жителей страны получат доступ к сетям 4G. Строительство мобильных сетей 4G поможет быстрее преодолеть цифровое неравенство между регионами России. С появлением передовых стандартов мобильной связи доступ в Интернет будет осуществляться на скорости до 100 Мбит/с.

Изучение тенденций развития различных технологий доставки контента потребителям и прогнозирование с использованием методов математического моделирования дают оценочные

результаты роста показателей к 2020 г. против 2012 г.

В мире:

- доля потребителей наземного эфирного цифрового телевидения вырастет с 27 до 31%;
- доля потребителей кабельного телевидения упадет с 27 до 20%;
- доля потребителей спутникового непосредственного телевизионного вещания вырастет с 34 до 38%;
- доля потребителей IP-телевидения вырастет с 9 до 13%;
- абонентская база мобильного ШПД вырастет с 1300 млн до 5200 млн;
- абонентская база фиксированного ШПД вырастет с 700 млн до 1400 млн.

В России:

- абонентская база спутникового непосредственного телевидения вырастет с 11 млн до 30 млн;
- абонентская база IP-телевидения увеличится с 2,7 млн до 10,5 млн;
- доля потребителей мобильного телевидения вырастет с 2,1 млн до 7,7 млн.

Повышение эффективности использования полос радиочастот аналогового ТВ- и радиовещания. Распространение в России перспективных технологий сдерживается ограниченностью радиочастотного ресурса. В то же время переход вещания на цифровой формат позволяет существенно повысить эффективность использования РЧС, обеспечивая дальнейшее развитие ТВ-вещания. Однако от пользователей это требует замены приемного оборудования, поэтому в течение переходного периода должно быть организовано параллельное вещание аналоговых и цифровых ТВ-станций. Необходимость сохранения вещания аналоговых ТВ-станций в это время создает сложности в поиске частотного ресурса для цифровых ТВ-станций.

В Регионе 1, в который входит Россия, международные аспекты внедрения цифрового ТВ-вещания регулируются Соглашением «Женева-06», в соответствии с которым вещание аналоговых ТВ-станций должно быть защищено от помех со стороны цифровых станций до согласованной даты окончания переходного периода (17 июня 2015 г.). Это означает, что при введении в строй станций цифрового ТВ не должны создаваться помехи аналоговому вещанию сопредельных стран.

Таким образом, доступный частотный ресурс для внедрения цифрового вещания ограничен каналами, свободными от аналоговых отечественных станций, а в приграничных районах —

и от зарубежных станций, а таких каналов очень немного. Ситуация осложняется тем, что в нашей стране в полосах частот, отведенных для ТВ-вещания, работают радиосредства других радиослужб, в том числе отвечающих за безопасность воздушного движения и обеспечение нужд государственного управления и безопасности страны. Эти службы занимают существенную долю спектра.

Для высвобождения занятых не вещательными службами ТВ-каналов в настоящее время проводится комплекс работ по конверсии РЧС, в ходе которых удастся частично смягчить положение. Тем не менее дефицит частотного ресурса для внедрения цифрового ТВ-вещания сохраняется. В этих условиях ФЦП «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009—2015 годы» предусматривает начальное внедрение цифрового вещания в России в режиме стандартной четкости, обеспечение доставки требуемого количества телепрограмм в двух стартовых мультиплексах. В ближайшее время планируется запуск III мультиплекса, ориентированного на региональное вещание. Программы в составе федеральных мультиплексов передаются в «стандартном» качестве, которое не лучше и даже немного уступает разрешению изображения в аналоговых системах вещания.

С началом отключения аналоговых станций появится возможность использовать освободившиеся радиочастотные каналы для дальнейшего развития наземного вещания. Будет дан старт массовому внедрению современных, перспективных технологий вещания: ТВЧ, 3D-телевидения, нелинейного телевидения, мультимедийного вещания, ТСВЧ. Постоянно растут размеры и качество изображения ТВ-дисплеев — развитие светодиодной OLED-технологии к 2020 г. даст толчок использованию сверхбольших экранов, создающих эффект присутствия. Для них потребуются программы в соответствующем разрешении.

Однако следует учитывать, что внедрение новых технологий и услуг требует большей пропускной способности цифрового канала, что автоматически ведет к необходимости увеличения емкости частотного ресурса.

Потребности в полосе частот и битовой скорости в составе мультиплексированного радиоканала для существующих и перспективных технологий вещания показаны на рисунке. Системы аналогового телевидения (АТВ) передают одну программу в радиоканале

нале шириной 8 МГц. В этом же радиоканале с использованием системы DVB-T2 можно передать цифровой поток со скоростью ~33 Мбит/с. Программа стандартной четкости требует 2,4 Мбит/с, высокой — 8—12 Мбит/с, 3D — 10—16 Мбит/с, ультравысокой четкости — от 24—32 Мбит/с и выше (для ТСВЧ/ТВУВЧ приведена предварительная оценка).

Надо сказать, что телевидение высокой четкости уже сегодня является реальностью. Большинство телерадиовещательных организаций, в том числе «НТВ-Плюс», ВГТРК, ОАО «Первый канал» и др., запускают вещание телеканалов в формате ТВЧ. В спутниковых и кабельных сетях ряд российских и зарубежных телеканалов также вещают в формате высокой четкости. Внедрение стандарта DVB-T2 создаст условия для начала вещания телеканалов в формате высокой четкости в наземной сети эфирного цифрового ТВ-вещания. Доступная на сегодняшний день скорость передачи данных в стандарте DVB-T2 составляет порядка 33 Мбит/с, что дает возможность организовать вещание четырех ТВ-каналов в формате высокой четкости. В случае развертывания локальных сетей вещания III мультиплекса скорость передачи информации может быть увеличена.

Учитывая динамику развития ТВЧ в мире, можно прогнозировать развертывание IV мультиплекса в составе телеканалов в формате ТВЧ. Современные тенденции развития ТВЧ свидетельствуют, что на данный формат со временем может быть переведено вещание в том числе I и II мультиплек-

сов. Это, в свою очередь, потребует увеличения требуемого радиочастотного ресурса.

Использование технологии второго поколения DVB-T2 позволяет увеличить пропускную способность радиоканала по сравнению с DVB-T до 40%. При внедрении трехмерных ТВ-систем количество информации возрастает также примерно на 40%, и, таким образом, эффект от использования DVB-T2 полностью поглощается возросшими требованиями к скорости потока. При этом надо учитывать, что при трехмерной визуализации любые артефакты компрессии и недостаток разрешения изображения гораздо более заметны. Трехмерные ТВ-системы передачи потребуют применения высококачественных изображений в стандарте ТВЧ.

Значительным шагом в продвижении наземного эфирного цифрового ТВ-вещания может стать внедрение нового стандарта видеокompрессии H.265, который позволит сжимать видеопоток в формате ТВЧ на 50% эффективнее. Это может быть использовано при переводе ТВЧ-вещания в 3D ТВ-системы при условии сохранения прежнего количества программ.

Очевидно, что при внедрении новых технологий передачи изображения количество необходимых радиочастотных каналов для передачи такого же количества программ будет возрастать. В перспективе ТСВЧ приблизится к потребностям в частотном спектре аналогового ТВ-вещания, но при несоизмеримо более высоком качестве передаваемого изображения и возможности мультимедийных услуг.

ФЦП «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009—2015 годы» на современном этапе

В рамках реализации мероприятий ФЦП ведутся ширококомасштабные работы по строительству сетей наземного цифрового ТВ-вещания во всех субъектах Российской Федерации и созданию спутникового сегмента космических аппаратов (КА) для доставки контента по зонам вещания в нашей стране.

Несмотря на значительные сложности, в настоящее время уже в 21 субъекте РФ обеспечен 95%-ный охват населения цифровым телерадиовещанием I мультиплекса — это 10 телепрограмм и 3 радиопрограммы. Строительство ведется одновременно в 71 субъекте РФ.

Одним из основных целевых индикаторов эффективности реализации мероприятий ФЦП по созданию цифрового телерадиовещания в России является охват населения наземным цифровым ТВ-вещанием. Сегодня этот показатель составляет более 66%, а к концу 2013 г. планируется достигнуть 82%.

Из 4956 цифровых РТПС I мультиплекса, запланированных к введению до конца 2015 г., в опытной эксплуатации находится около 2000.

Завершена разработка системных проектов сетей наземного цифрового ТВ-вещания II мультиплекса.

В рамках выполнения работ по созданию многофункциональных космических аппаратов, в том числе для телерадиовещания, запланированы запуски КА «Экспресс-AM5» в декабре 2013 г. и «Экспресс-AM6» в 2014 г., а также «Экспресс-AM7» и «Экспресс-AM8» в 2015 г.

Подтверждением востребованности наземного эфирного цифрового ТВ-вещания может служить тот факт, что в конкурсе за право вхождения во II мультиплекс боролись 17 телерадиовещательных организаций, из них 10 вошли в него. Наличие еще семи ТВ/РВ-организаций, желающих осуществлять наземное цифровое эфирное вещание даже на столь раннем этапе, а также очевидная необходимость обеспечения вещания региональных и местных телеканалов, говорят о необходимости скорейшего запуска вещания III и последующих мультиплексов.

Анализ потребностей в спектре для внедрения новых технологий и услуг цифрового ТВ-вещания приводит к выводу, что и после выключения аналоговых станций проблема достаточности частотного ресурса не исчезает (особенно если учитывать необходимость преодоления «информационного разрыва» между городским и сельским населением).

На Региональной конференции по планированию цифрового ТВ- и зву-

кового вещания (Женева, 2006 г.) были разработаны частотные планы для цифрового телевидения, обеспечивающие равноправное распределение спектра между странами-участницами. Планы разрабатывались исходя из предположения, что вещание будет вестись в режиме стандартного качества, обеспечивая передачу нескольких телепрограмм в одном ТВ-канале. Простой подсчет показал, что для трансляции существующего на тот момент количества ТВ-программ достаточно частотных каналов и можно высвободить их некоторое количество для использования другими радиослужбами. Так появилось понятие «цифровой дивиденд».

На Всемирной конференции радиосвязи 2007 г. для стран Района 1 (Европа, СНГ и Африка) было принято решение о выделении полосы частот 790—862 МГц для внедрения систем ИМТ по окончании перевода аналогового вещания в цифровое (17 июня 2015 г.). Распределение будет действовать на совместной первичной основе с существующим распределением дан-

ной полосы частот для ТВ-вещания (т.н. «цифровой дивиденд 1»).

На Всемирной конференции радиосвязи 2012 г. также было решено рассмотреть в 2015 г. распределение полосы частот 694—790 МГц для подвижной радиослужбы на первичной основе и для систем ИМТ в странах Района 1 совместно с радиовещательной службой, что должно позволить гармонизировать использование полосы частот 694—790 МГц системами ИМТ на глобальной основе. Это распределение также будет действовать на совместной первичной основе с существующими распределениями (т.н. «цифровой дивиденд 2»).

Вопросы эффективного использования различными радиослужбами полос частот, распределенных радиовещательной службе в дециметровом диапазоне (470—862 МГц), в этом случае приобретают еще большую актуальность и требуют всестороннего изучения с учетом развития новых технологий в каждой радиослужбе.