



# Новый подход к развитию цифрового ТВ-вещания

*Марк Кривошеев, д.т.н., профессор,  
главный научный сотрудник ФГУП НИИР*

## Старт цифрового ТВ-вещания в России

Основные положения концепции и технической политики развития передающей сети аналогового ТВ-вещания практически на завершающем его этапе в 1975 – 1990 гг. были рассмотрены в [1]. Специфические особенности нашей страны – огромная территория, резкая неравномерность плотности населения, многолюдные пригороды, отличающиеся горные и труднодоступные районы и др. – указывали на необходимость гармонизированного использования наземных и спутниковых систем, кабельного ТВ и других средств для создания единого информационного пространства. Преимущества такого подхода к развитию сети ТВ-вещания подтверждаются опытом многих лет.

Приближались цифровые технологии. Одной из первых областей их использования были ТВ-измерения [2, 3]. Требовалось определиться с предстоящим развитием цифрового ТВ-вещания [4].

Началом внедрения в России цифрового ТВ-вещания принято считать межведомственное совещание 19 августа 1997 г., проведенное в Госкомсвязи России [9]. По проблемам развития этого нового вида вещания в России выступил автор и предложил ряд положений Концепции внедрения цифрового ТВ-вещания, которая основывалась на глобальном подходе к этой задаче и предусматривала переход от аналогового ТВ-вещания к цифровому с обеспечением ряда инфокоммуникационных услуг [5]. Она учитывала прогресс в международной стандартизации, достигнутый в МСЭ-Р – более 150 рекомендаций по ТВ-вещанию, ставших едиными мировыми стандартами для телецентров, наземных и спутниковых систем ТВ-вещания и связи. В основном они были разработаны 11 исследовательской комиссией МСЭ-Р<sup>1</sup> (ТВ-вещание), признан-

ным международным форумом, на который впервые были возложены задачи стандартизации цифрового ТВ [6, 34].

Оценивая значимость для России этих ТВ-стандартов, можно исходить из того, что ни одна страна не в состоянии была провести столь значительные по объему и стоимости исследования с гарантией их международного принятия. Таким образом, удалось значительно сэкономить время, огромные средства и обеспечить сопряжение России с мировым информационным сообществом [5, 6].

Важной компонентой концепции была стратегия внедрения цифровых ТВ-систем с сохранением стандартных наземных и спутниковых каналов аналогового ТВ. Это обеспечивало передачу сигналов многопрограммного цифрового ТВ, ТВЧ, программ стереоскопического ТВ по существующим каналам. Предусматривалась возможность сопряжения средств вещания, связи, информационных служб и компьютерных систем.

Вещательная часть концепции ориентировалась на европейский вариант системы цифрового ТВ – DVB, учитывались возможности улучшения параметров и алгоритмов MPEG, в том числе и MPEG-4 (предсказания подтвердились!). Эти предложения были одобрены совещанием [9].

В связи со сложностью и многогранностью задач внедрения цифрового вещания в 2006 г. была создана Правительственная комиссия по развитию телерадиовещания под председательством Первого заместителя Председателя Правительства РФ Д.А. Медведева, которая разработала Концепцию развития телерадиовещания в Российской Федерации на 2009 – 2015 гг. В ней учтены основные положения начального этапа разработки Концепции в 1997 г. [5]. 29 ноября 2007 г. Правительство РФ одобрило Концепцию и 3 декабря 2009 г. была принята Федеральная целевая программа (ФЦП) «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на период 2009 – 2015 годы», которая в настоящее время реализуется [7, 8].

Итак, цифровое ТВ-вещание стартовало в нашей стране и в мире на многие годы. Поэтому важно принять во внимание, что в последние несколько лет в связи с прогрессом технологий изменились обстоятельства, которые долгое время определяли стратегию внедрения этого вида вещания. Появились новые факторы, которые требуется учитывать, принимая во внимание, что развитие цифрового ТВ-вещания должно будет осуществляться с учетом мировых ТВ-стандартов, существующих частотных планов, многих положений Радиорегламента МСЭ, нынешнего и ожидаемого уровня технологий.

Поскольку разработка упомянутых Концепций и ФЦП потребовала нескольких лет, и уже накоплен начальный опыт по их выполнению, имеются основания полагать, что настало время ускорить подготовку подобных документов на следующие 5...10 лет, а также в определенной мере развить некоторые положения и планы текущего пятилетия.

Важно подчеркнуть, что наступил момент, когда уже четко проявляются:

- ◆ возросший социальный заказ к прогрессу в цифровом ТВ-вещании, который должен коренным образом повысить его роль в обществе;
- ◆ повышенный интерес к результатам преемственно рассмотренных ранее начатых международных исследований в области инфокоммуникаций, а также к последним достижениям в сфере связанных с ними технологий.

В связи с этим предлагается новый подход к дальнейшему развитию цифрового ТВ-вещания. Он должен способствовать выполнению упомянутой выше Федеральной целевой программы, а также наметить дальнейшие задачи в этой области.

Предлагаемый подход отличает ряд особенностей:

- ◆ он основывается на глобальном подходе к интеграции ряда новых сфер и компонент информатизации, которые еще не могли быть включены в стартовый подход к внедрению цифрового ТВ-вещания [5, 6] (рис. 1). Они внесут значи-

<sup>1</sup> С 1970 г. по 2000 г. М.И. Кривошеев руководил 11 ИК МСЭ-Р (МККР), с 2000 г. – почетный председатель 6 ИК МСЭ-Р, комплексно занимающейся вопросами вещания. (ред.)

тельный вклад в развитие этой области и обеспечат высокую экономическую эффективность;

- ◆ международные исследования этих сфер были инициированы Россией или проводятся при активном ее участии. Многие их результаты уже близки к уровню международной стандартизации, что обеспечивает новому подходу мировую поддержку;
- ◆ в связи с грядущими инновациями характерной чертой такого подхода является тесное сопряжение в требуемой эволюции как контента программ, так и средств его доставки и воспроизведения.

## Объемное (трехмерное – 3D) ТВ-вещание

В последние годы интенсивно разрабатываются и начато внедрение вещательных цифровых многокурсных систем и объемного (трехмерного) ТВ-вещания – (3DTV). Это предвидел П.В. Шмаков еще в середине прошлого века [10]. Прогресс в этой области рассмотрен в [11, 12]. На основе [13] ФГУП НИИР в апреле 2008 г. был подготовлен вклад РФ «Предложение по проекту нового Вопроса МСЭ-Р – Объемное телевизионное вещание» (МСЭ-Р. Док.6D/21, 7 апреля 2008 г.). В нем предлагается стратегия международной стандартизации цифрового объемного ТВ-вещания. На основе этого вклада разработан новый Вопрос изучения МСЭ-Р 128/6, который необходим разработчикам 3DTV-систем во многих странах для получения информации о требованиях при международной стандартизации их систем. В отчете «Особенности трехмерных телевизионных систем для вещания» (МСЭ-Р Док. 6/177, 12 ноября 2009 г.) впервые систематизированы результаты мировых исследований 3DTV и указаны направления дальнейших работ в этой области. Предложены иерархические уровни совместимости систем, характеризующие особенности

### ЭКСТРЕННЫЙ ВЫПУСК ПОСЛЕДНИХ НОВОСТЕЙ МСЭ

#### МСЭ НАЧИНАЕТ ПУТЬ К ВСЕМИРНОЙ СИСТЕМЕ 3D ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Женева, 3 июня 2008 – В прошлом Сектор радиовещания МСЭ (МСЭ-R) принял много Рекомендаций, новаторских для вещательного сообщества...

К странам, где много лет проводились исследования 3D телевидения, относятся США, Франция, Соединенное королевство, Италия, Канада, Япония, Германия и Россия, и это далеко не полный перечень. Россия (проф. Марк Кристофеев) сделала в МСЭ-R предложение о том, что настало время для заключения всемирных соглашений по 3D телевидению, и 6-я Исследовательская комиссия одобрила «новый Вопрос изучения» 3D телевидения... Этот Вопрос изучается в 6-й Исследовательской комиссии (под председательством Christoph Dorsch, Германия) в Рабочей группе 6С (под председательством David Wood, EBU).



Международный Союз Электросвязи



ЕВРОПЕЙСКИЙ СОЮЗ РАДИОВЕЩАНИЯ

#### НАЧИНАЕТСЯ ПУТЬ К ВСЕМИРНОЙ СИСТЕМЕ «3D ТЕЛЕВИДЕНИЯ»

К странам, где много лет проводились исследования 3D телевидения, относятся США, Франция, Соединенное королевство, Италия, Канада, Япония, Германия и Россия, и это далеко не полный перечень. EBU также работает в области 3D телевидения совместно с рядом исследовательских лабораторий, включая BBC (FAB), RAI (CRIT) и NHK (STRJ). Подробная информация доступна на сайте Телевизионного департамента EBU.

Россия (проф. Марк Кристофеев) сделала в МСЭ-R предложение о том, что настало время для заключения всемирных соглашений по 3D телевидению, и 6-я Исследовательская комиссия одобрила «новый Вопрос изучения» 3D телевидения, который будет представлен членам МСЭ-R для одобрения.

Этот Вопрос изучается в 6-й Исследовательской комиссии МСЭ-Р (под председательством Christoph Dorsch, Германия) в Рабочей группе 6С (под председательством David Wood, EBU).

09.06.2008



Рис. 2. Пресс-релизы МСЭ и Европейского вещательного союза (EBU)

воспроизведения изображений с помощью существующих 2D-дисплеев и специализированных 3DTV-устройств отображения. Предстоит начать изучение специфических вопросов, связанных с «наружными» 2D-3DTV ВИС [19].

В отчете также отмечалось, что в 2010 г. будет начато 3DTV-вещание [14]. Предсказания оправдались, и действительно у нас в стране и за рубежом в 2010 г. начаты промышленный выпуск телевизоров и передача стерео ТВ – первого поколения объемного ТВ-вещания. Приоритет России в старте международной стандартизации 3DTV-вещания получил мировое признание. На рис. 2 с небольшими сокращениями приведены пресс-

релизы МСЭ и Европейского вещательного союза (EBU).

В предстоящие годы ожидаются технологические усовершенствования 3D-систем и подготовка нового специфического контента, что в совокупности обеспечит требуемое качество воспроизведения и комфортность при приеме 3DTV-вещания. Важно отметить, что переход ряда ТВ-программ на 3D-вещание – это неординарный ход повышения качества ТВ-изображений. Привлекательность 3DTV связана с тем, что появляется принципиально новая градация восприятия ТВ-программы за счет создания эффекта глубины. У зрителя появляется ощущение непосредственного присутствия в демонстрируемом сюжете. Поэтому 3DTV – важная востребованная возможность ТВ-вещания. Можно предсказать, что в дальнейшем появятся системы 3DTV-NO, обеспечивающие восприятие ряда (N) дополнительных ощущений (O). Например, прикосновений (тактильные чувства), температуры, вибраций, вкуса и т.п.

Настало время подготовки комплексной отечественной программы исследований, разработок и выпуска аппаратуры многофункционального 3DTV и концепций его внедрения в ТВ-вещание, кинематографию и многие другие области. Использование международного опыта будет способствовать этой работе.

### Новые сферы и компоненты информатизации

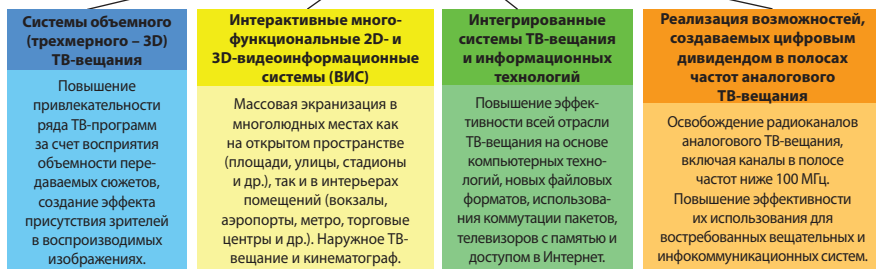


Рис.1. Новые сферы и компоненты информатизации

## Интерактивные видеоинформационные системы

### Повышающаяся роль экрана

Обратившись к истории, можно установить, что интенсивное развитие прессы, а также радио- и ТВ-вещания в XX веке сыграло позитивную роль в привлечении внимания массовой аудитории к информации. Одновременно с этим были сформированы как потребности населения в постоянном использовании информации, так и определенный уклад жизни, выраженный в ежедневном чтении газет, прослушивании радио, просмотре ТВ-программ. Однако в XXI веке наступил следующий этап в потреблении информации. Ускоряющийся ритм жизни заставляет человека не только сходить знакомиться с информацией на улицах, на эскалаторе в метро, в общественных местах и т.п., но и быстро перерабатывать большие объемы информации, чтобы быть в курсе событий, оперативно принимать решения. Визуальные образы, их наглядность, доходчивость, универсальность помогают усваивать информацию. С этим связана повышающаяся роль наружного экрана, поскольку известно, что более 80% информации человек воспринимает с помощью органов зрения [31, 32].

Достигнутый в последние годы прогресс в международной стандартизации и создании ТВ-изображений высокого качества и в их воспроизведении на больших экранах коренным образом изменил обстановку и позволил приступить к разработкам давно предсказанных видеоинформационных систем коллективного пользования.

Видеоинформационные системы<sup>2</sup> (ВИС) – это многофункциональные интерактивные системы, обеспечивающие высококачественное воспроизведение видеоинформации на экранах различных размеров в многолюдных местах как на открытом пространстве (площади, улицы, стадионы и т. п.), так и в закрытых помещениях (залы, торговые центры, метро и т.п.). Светящиеся экраны ВИС работают днем и в темноте, в любую погоду, в различных климатических условиях. Контент ВИС составляет фрагменты ТВ-программ и кинофильмов, реклама, программы, специально подготавливаемые для ВИС.

Уже ясно, что в недалекой перспективе ВИС обеспечат «наружное» ТВ-вещание. Благодаря принципиально более высокому уровню качества изображения и возможности оперативной доставки контента (в том числе рекламы) на десятки и сотни ты-

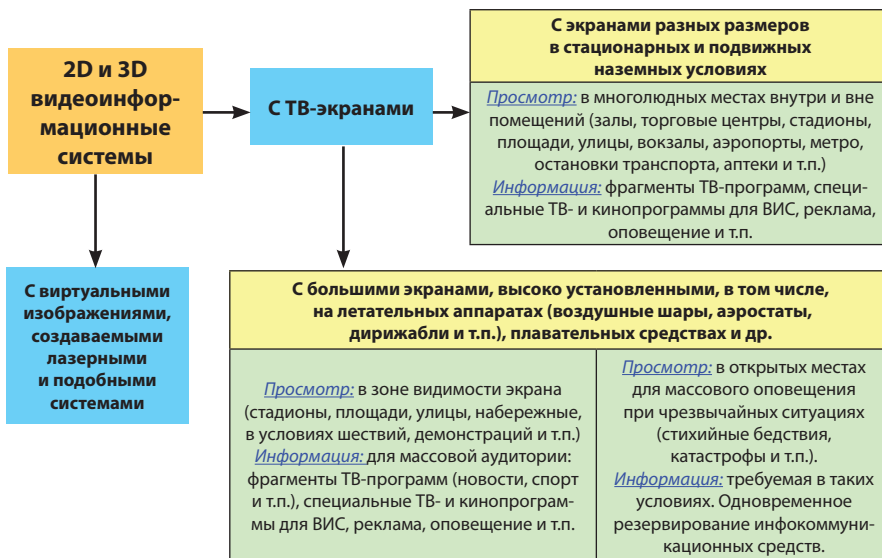


Рис. 3. 2D- и 3D-видеоинформационные системы

сяч объединенных в единые сети синхронизированных дисплеев, ВИС в значительной мере заменят традиционные рекламные афиши и плакаты, а также многие используемые электронные средства, не обеспечивающие требования, выдвигаемые ВИС.

Известные системы Digital Signage (Цифровые афиши) могут выполнять ряд функций ВИС, но они не предназначены для трансляции программ наружного ТВ-вещания [17].

В сфере ВИС для различных задач (рис. 3) с целью увеличения охвата зрительской аудитории изучаются возможности установки больших экранов на возвышенных местах и подъема их на летательных аппаратах при соблюдении необходимых мер безопасности и параметров для просмотра видеоинформации. Смысловое значение слова «экран» теперь дополняется понятием «виртуальный экран». Он создается технологиями, формирующими в пространстве новый тип объемного изображения.

Цифровые кинопроекционные системы, используемые в условиях затемнения, начнут дополняться светоизлучающими наружными всепогодными экранами ВИС, работающими в условиях высокой дневной освещенности. Можно предсказать, что в перспективе требования к большим наружным экранам ВИС для дневного 2D- и 3D-вещания и кинопоказа будут во многом близки. Требуется их взаимное сопряжение и расширение сотрудничества специалистов вещания и кино подобно тому, как это имело место при совместном принятии единой мировой Рекомендации ВТ.709 по цифровому ТВЧ в 1999 г. [6, 33].

Как будет отмечено ниже, 11 ИК МСЭ-Р, предвидя сложившуюся обстановку, еще в начале 1990-х гг. заранее приступила к международной стандартизации ТВ высокой и сверхвысокой четкости, интерактивности, использования компьютерных технологий в ТВ-вещании и др. [6].

Практически по всем этим направлениям разработаны мировые рекомендации, и созданные по ним средства обеспечивают воспроизведение малейших нюансов изображений на больших экранах.

Однако, создававшийся многие годы арсенал средств оценки и измерения качества ТВ-изображений, методов их формирования, передаваемого контента ТВ-программ и другие связанные с этим решения были ориентированы на прием ТВ-передач в домашних условиях, в помещениях с низкой освещенностью и только двумерных (2D) изображений. Поэтому ниже уделено внимание новым исследованиям, связанным с 2D- и 3D-ВИС.

Массовая экранизация благодаря широкому внедрению ВИС станет реальным локомотивом развития целого ряда высокотехнологичных отраслей и будет способствовать значительному снижению стоимости компонентов ВИС [25].

### Краткая история

Первое ТВ-изображение по отечественному стандарту 625 строк было получено автором в лаборатории выдающегося ученого в области телевидения и радиолокации академика РАН А.А. Расплетина летом 1946 г. в НИИ108 в Москве. Качество изображения было настолько высоким, что уже тогда было предсказано будущее наружное телевидение, которое должно будет дополнить домашнее телевидение с небольшими экранами в затемненных помещениях.

<sup>2</sup> Термин «видеоинформационные системы» вначале был введен в метрологию – в ТВ-измерительные системы, в которых, как и в рассматриваемом случае, основным источником информации является видеоинформация [2, 3].



Для современного представления ВИС не было технических предпосылок, и в течение всей своей деятельности автор непрерывно продвигал идею интерактивных видеоинформационных систем, в том числе и в международном масштабе, в первую очередь путем разработки мировых стандартов по интерактивности, высокой и сверхвысокой четкости, так как ТВ-изображения на больших экранах должны обеспечивать воспроизведение малейших деталей в передаваемых сценах [6, 32].

Отметим, что реализация стандарта 625 строк значительно подняла качество ТВ-изображения, поэтому Государственная премия СССР за 1949 г., присужденная ведущим специалистам, разработавшим оборудование для реконструкции Московского телецентра при переводе его на стандарт 625 строк, именовалась «За создание новой телевизионной передающей системы **высокой** четкости».

Начиная с 3 сентября 1948 г., когда впервые Московский телецентр вышел в эфир с сигналами экспериментальной ТВ-передачи по стандарту 625 строк (в полосе 8 МГц) [18], ТВ-вещание по этому стандарту, принятому затем многими странами, обеспечивает вплоть до настоящего времени самое высокое в мире качество ТВ-изображений, так называемыми ТВ-системами стандартной четкости – SDTV (525 и 625 строк).

Первые демонстрационные ТВ-установки с большими проекционными, а затем плоскими экранами в затемненных помещениях и наружного ТВ-вещания на улицах в вечернее время создавались на основе стандарта 625 строк. Проблема стала быстрее решаться с внедрением цветного ТВ в конце 1960-х – начале 1970-х годов, когда на основе сетей ТВ-вещания было предложено создание multifunctionальных информационных систем для массового интерактивного обслуживания в населенных пунктах [18]. Было уделено особое внимание разра-

боткам ТВ-методов и средств отображения визуальной информации без использования ЭЛТ, удобных для быстрого и безошибочного ее восприятия [27].

#### Международная стандартизация

Прогресс в развитии инфокоммуникационных технологий дает возможность создавать ВИС на основе мировых стандартов МСЭ-Р по телевидению высокой и сверхвысокой четкости (ТВЧ и ТСВЧ), ультравысокой четкости (ТУВЧ) мобильного и объемного ТВ, а также компьютерных средств.

В связи с этим отметим некоторые факты международной стандартизации таких систем. Еще в 1992 г., когда впервые практически удалось достигнуть сжатия цифровых сигналов ТВЧ (Рекомендация ВТ 709) для возможности их передачи в стандартном радиоканале (концепция ТВЧ 6, 7, 8), Председателем 11 ИК МККР на собрании Целевой группы 11/4 (Вашингтон, 13...15 октября 1992 г.) было предложено продолжить движение в направлении повышения четкости ТВ-изображений и приступить к международной стандартизации ТВ-систем с разрешением более 1000 строк, выбранным для систем ТВЧ (МСЭ-Р. Док. 11F/34, 10 ноября 1994 г., Док. 11/76, 1 мая 1995 г.). Это обосновывалось предвидением заинтересованности в ТСВЧ (Extremely High Resolution Imagery, EHRI) в телевидении, кино, спорте, компьютерной графике, медицине, системах мультимедиа и в ряде других областей [6].

В соответствии с этим предложением была разработана первая единая мировая Рекомендация МСЭ-Р ВТ. 1201 «Изображения со сверхвысокой четкостью». В системах ультравысокой четкости были выбраны форматы 3840x2160 и 7680x4320.

В некоторых случаях большие экраны могут использоваться в режиме полиэкрана с одновременной демонстрацией нескольких различных ТВ-изображений.

Применительно к театральным и концертным залам и другим подобным зада-



Рис. 4. Из программы Международной Конвенции по вещанию IBC-2008

чам в малоосвещенных помещениях ВИС могут создаваться на базе цифровых ТВ-систем с большими экранами LSDI (Large Screen Digital Imaging) с отношением сторон 16:9. В них используются форматы 3840x2160 и 7680x4320. Разработано 16 рекомендаций МСЭ-Р по этой тематике.

В связи с тем, что в ряде дисплеев может производиться обработка цифровых видеоданных (преобразование кодов, инкапсуляция и т.д.), было принято предложение России об оценке искажений, возникающих при этих операциях [26, 29].

В связи с появлением в последние годы реальных предпосылок реализовать выдвинутые ранее предложения, новый подход к ВИС в международном масштабе впервые был рассмотрен на Пленарной сессии Конгресса НАТ [22]. Эта часть доклада в 2008 г. была представлена на IBC (рис. 4).

Учитывая актуальность исследований новых ВИС, Россия (ФГУП НИИР) в 2008 г. представила вклад [МСЭ-Р. Пересмотр Вопроса МСЭ-Р 13/6 – Развитие средств мультимедиа // Док. 6X/7, 7 апреля 2008 г.]. Была создана специальная группа, которой поручена подготовка предложений по комплексному решению проблем международной стандартизации ВИС. В ее работе участвует около 60 специалистов из более чем

TESSLA

## оборудование для Digital Signage

рекламные дисплеи

рекламно-информационные дисплеи со встроенным видеопроигрывателем в антивандальном исполнении

рекламные плееры

видеоплееры для автоматизированной трансляции рекламных роликов на мониторах и телеэкранах

Произведено в России.
(495) 517-33-54, (495) 589-91-92
[www.tessla.ru](http://www.tessla.ru)

30 стран и международных организаций, включая Россию. Председателем этой группы избран автор (МСЭ-Р. Док.6В/106, Приложение 9, 27 мая 2009 г.). Им предложены основные направления исследований группы, в том числе по отображению двумерных (2D) и трехмерных (3D) изображений ВИС при решении различных задач (рис. 2), а также новый подход к звуковому сопровождению изображений ВИС и др. [19].

Использование громкоговорящих средств в большинстве случаев крайне не эффективно из-за ограниченной зоны коллективного обслуживания и возможности трансляции лишь одного канала звукового сопровождения. Значительные преимущества обеспечивает автономное интерактивное обслуживание зрителей с помощью стандартных терминалов подвижной связи. Данный подход стал правомерен ввиду все возрастающего распространения таких терминалов (в мире около 5 млрд терминалов при населении Земли примерно 6,7 млрд).

В России предложена новая интерактивная ВИС – «Видеоинформационная система». РФ, Патент № 92563 от 20 марта 2010 г. На «Экспо 2010» в Шанхае в пресс-релизе от 25 мая 2010 г. ([http://www.expo2010-russia.ru/news/xml?&news\\_id=1843](http://www.expo2010-russia.ru/news/xml?&news_id=1843)) сообщается:

«ОАО «Интеллект Телеком» совместно с ФГУП НИИР и Huawei представило в Российском павильоне на всемирной выставке Expo 2010 в Шанхае первую в мире полиэкранную видеоинформационную систему со звуковым сопровождением... Решение реализовано на оборудовании и с участием специалистов компании Huawei, мирового лидера в области решений для сетей связи следующего поколения. ОАО «Интеллект Телеком» и ФГУП НИИР предложили и запатентовали новое решение, основанное на передаче индивидуального звукового сопровождения для каждого но-

мера экрана в полиэкране через сеть соковой связи. Причем выбор экрана в полиэкране и выбор языка для прослушивания звукового сопровождения осуществляется абонентом в интерактивном режиме...».

Задачи и пути самооптимизации параметров ТВ-системы (адаптация) путем автоматической настройки ее характеристик для получения наивысшего качества ТВ-изображения, возможного при данных реальных условиях работы всего ТВ-тракта, были рассмотрены в [2, 3] и затем развиты на международном уровне [6, 24]. В связи с созданием ВИС с 2D- и 3D-изображениями при значительно изменяющихся наружных условиях ищутся новые подходы к решению проблем адаптации [19].

### Функционирование ВИС

Предложенная модель (рис. 5) предполагает, что развитие современных ВИС, их интеграция с вещанием в рамках, приведенных в модели «Программных функций», будут продвигать накопившие многолетний опыт телерадиовещательные и кинокомпании совместно с создателями контента, рекламы, компьютерными службами, Интернет и др. Учитывая, что «Технические функции», «Управление» (см. рис. 5) в основном предстоит обеспечивать операторам связи, можно предположить, что они будут решать эти проблемы комплексно для отображения, звукового сопровождения, интерактивности, оповещения, безопасности и многих других услуг.

Для ВИС в связи с их использованием в многоязычных местах для массового информирования населения важное значение имеет информационная безопасность контента. Рекомендация МСЭ-Р ВТ.1852 «Системы ограниченного доступа в цифровом вещании» будет дополнена методами информационной защиты ВИС с большими наружными экранами, чтобы избежать демонстрации несанкционированных видеоматериалов.

Для использования ВИС в целях оповещения населения о стихийных бедствиях, катастрофах и других подобных событиях будет расширена Рекомендация МСЭ-Р ВТ.1774 (ВО.1774) «Использование инфракрасных спутникового и наземного вещания для оповещения населения».

Оптимизация мест установки и размеров экранов ВИС должна проводиться с учетом содержания воспроизводимых изображений и других инфокоммуникационных услуг (ряд особенностей просмотра изображений ВИС отмечен в следующем разделе).

Прогресс в области ТВ-систем сверхвысокой (ультравысокой) четкости и трехмерного ТВ дает основание предположить, что в демонстрационных средствах Всемирной

универсиады в 2013 г. в Казани и в 2014 г. в Олимпийском комплексе в Сочи (площади, улицы, стадионы, отели) эти достижения могли бы обеспечить уникальное качество и, возможно, объемность воспроизводимых изображений, интерактивность, звуковое сопровождение на нескольких языках при использовании мобильных телефонов.

Все это придавало бы обоим мероприятиям принципиальные отличия от всех предыдущих. Очевидно, что основным средством подачи сигналов ТВ ультравысокой четкости, по крайней мере в данном случае, будут волоконно-оптические сети. Однако, учитывая, что скорость передачи цифрового потока сигналов ТУВЧ при эффективных методах кодирования и обработки будет, как предполагается, находиться в пределах 65..70 Мбит/с, спутниковые системы также смогут обеспечить передачу таких сигналов изображения и многоязыкового сопровождения на большие демонстрационные экраны, расположенные как на территории России, так и за рубежом.

### Новые задачи подготовки контента при наружном ТВ-вещании

В связи с тем, что ВИС предназначены для отображения разнообразной вещательной и мультимедийной видеоинформации с соответствующим звуковым сопровождением, необходимо изучить пути оптимальной интеграции таких систем с вещанием, кино и другими информационными службами. При этом следует учитывать специфику контента для ВИС, в особенности для систем, работающих в уличных и других наружных условиях.

Уже создаются специальные ТВ-программы для мобильного ТВ. Однако контент для массовой аудитории наружного ТВ-вещания требует иного подхода, который учитывал бы крупные экраны, зрителей, находящихся в движении и смотрящих на экран с разных сторон, сверху и снизу, в любое время суток и т. п. [31,32].

Характерной особенностью является также варьирование яркости окружающего фона в течение суток и расстояния до экрана в процессе перемещения зрителей. Требование обеспечения комфортных условий просмотра с учетом этих и других факторов обуславливает необходимость нового подхода к контенту для наружного ТВ-вещания и кино.

Эмоциональное восприятие ТВ-изображений на больших наружных экранах ВИС человеком, находящимся на улице как в стационарном положении, так и перемещающимся относительно экрана, заметно отличается от просмотра в домашней обстановке при пониженной освещенности.



Рис. 5. Модель функционирования ВИС

Что же влечет за собой внедрение ВИС и почему можно считать наступившей новую фазу в развитии экранных искусств и в первую очередь ТВ-вещания и кино? Традиционно просмотр домашнего ТВ или фильма в кинотеатре проводится в ограниченных по размерам затемненных помещениях, тогда как наружное ТВ-вещание существует в открытой пространственной среде. Этот фактор предъявляет определенные требования как к производителям новых экранных сюжетов – режиссерам, операторам, актерам, так и к техническим специалистам. Кроме того, большие наружные экраны ВИС требуют особого сюжета и особой формы представления информации. Демонстрируемое изображение, которое может включать надписи и другие элементы графики, должно просматриваться на большом расстоянии. Поэтому изображение целесообразно представлять в виде крупноплановых фрагментов в отличие от ТВ-программ для домашнего просмотра, содержащих наряду с крупными планами сюжеты среднего и общего планов.

Таким образом, ВИС и формирующееся наружное ТВ-вещание не только отвечают вызовам времени, но и свидетельствуют о наступлении новой фазы визуализации информации и открывают дорогу новому виду контента.

### **Интерактивность**

Концепция создания многофункциональных интерактивных информационных систем для двустороннего обслуживания абонентов прогнозировалась в начале 1970-х гг. [18].

Поскольку можно было предвидеть, что интерактивность станет одной из важнейших услуг в системах вещания и ВИС, в Адресе председателя 11 ИК МСЭ-Р семинару по телевидению в Новой Зеландии [28] впервые было предложено приступить к международной стандартизации интерактивного вещания и медиаметрии (измерение аудитории). Предложения были поддержаны, и в итоге инициатором и основным координатором исследований интерактивных систем ТВ и звукового вещания стала 11 ИК МСЭ-Р – первый орган МСЭ, обеспечивший международную стандартизацию в этой области. Была принята новая Рекомендация «Основные принципы всемирного общего семейства систем для обеспечения интерактивности ТВ-служб» (МСЭ, Ассамблея радиосвязи, Председатель 11 ИК МСЭ-Р, Док.11/1001, 21 сентября 1995 г.), которая до настоящего времени способствует слиянию технологий вещания, связи и компьютеров.

В результате к настоящему времени разработано более 10 рекомендаций по организации интерактивных каналов в ос-

новных средствах связи, которые обеспечивают работы в этой области. Предстоит разработка новых стандартов по интерактивности многофункциональных ВИС, а также 2D- и 3D-телевизоров.

## **Интегрированные системы ТВ-вещания и информационных технологий**

Наступает эра интегрированных информационно-телекоммуникационных систем [23]. Международная подготовка к ней в области ТВ-вещания была начата в начале 1990-х гг., когда Ассамблея Радиосвязи одобрила предложения председателя 11 ИК о развертывании и форсировании работ по гармонизации цифровых систем доставки ТВ-служб потребителю и технологий ТВ-вещания с перспективными компьютерами (МСЭ-Р. Отчет председателя 11 ИК. Ассамблея Радиосвязи. Док.11/1001, 30 сентября 1993 г.). Вскоре был разработан новый Вопрос МСЭ-Р 95/6 и отчет, а затем и первый проект рекомендации по использованию компьютерных технологий в ТВ-вещании (МСЭ-Р. Отчет председателя 11 ИК. Док.11/13, 5 марта 1998 г.), который согласовался с МОС (ISO) и МЭК (IEC). В нем наряду с вещательными задачами внимание уделялось перспективным телевизорам, предусматривалось дополнение их рядом интеллектуальных возможностей – совместимость технологий ТВ-вещания и компьютерных систем, требования к файлам для облегчения обмена данными о ТВ-изображениях, а также ряд других, связанных с этим вопросов.

Изучение систем цифрового ТВ-вещания с файловой передачей на протяжении многих лет является одним из основных направлений деятельности вещательных Исследовательских комиссий МСЭ-Р, поскольку переход от традиционных методов обработки и передачи сигналов ТВ-программ к представлению их в виде потока данных – цифровых медиафайлов – обеспечивает значительные преимущества. Файлы могут доставляться в десятки раз быстрее, с более высокой защитой и намного дешевле, чем при передаче в реальном времени.

Файловые методы позволяют отделить сервисы от сети и перейти от доставки информации с временным разделением каналов (TDM) к IP-технологиям с коммутацией пакетов, способствуют интеграции вещания, связи, Интернета и др. путем более широкого применения средств вычислительной техники. Появляется возможность предоставления пользователю новых привлекательных и недоступных ранее индивидуальных информационных услуг [23]. Этому способствовал новый Вопрос «Системы ве-

щения данных для «запоминания пользователем» (МСЭ-Р, Док.11/132, 31 Мая 1999 г.), который предусматривал изучение требований к передаче данных для подобных систем в целях предоставления пользователю возможности запоминать и считывать вещательный контент на приемной стороне. Для расширения возможностей интернет-вещания был представлен вклад России [20]. Разработана Рекомендация [21], предусматривающая включение пакетов данных Интернета в транспортный поток DVB.

Новые цифровые телевизоры и многофункциональные приставки STB смогут обеспечивать интерактивность, точное измерение зрительского рейтинга ТВ-программ – медиаметрию (Р.Ф., патент № 226/534 от 27 сентября 2005 г.), а также защиту зрителя от вредных психофизиологических воздействий со стороны ТВ-программ (Р.Ф., патент № 226/533 от 27 сентября 2005 г.). «Устройство абонентского приема сигналов цифрового интерактивного ТВ-вещания (РФ, патент № 2307477 от 27 сентября 2007 г.), обеспечит управление бытовыми электронными устройствами по технологии «умного дома».

На выставке NAB 2009 в Лас-Вегасе впервые демонстрировались модели серийных телевизоров с входными гнездами для подключения и получения многих услуг Интернета и с электронной памятью (вместо магнитофона). Разработан проект новой Рекомендации (МСЭ-Р. Док. 6В/205, 28 мая 2010, Приложение 3), в котором приводятся требования к системе вещания на основе файлов и к основным элементам, в том числе метаданным, методам транспортировки по каналам вещания, конфигурации приемника в такой системе.

Таким образом, консолидированные многолетние международные усилия привели к достижению заветной планки, что значительно повысит роль ТВ-вещания и со временем вызовет существенный пересмотр его стратегии. Используемые средства доставки ТВ-программ на существующие телевизоры (наземное, спутниковое, традиционное кабельное ТВ и др.) по объемам так называемой «многопрограммности» и других инфокоммуникационных услуг не могут сравниться с дополненными возможностями новых телевизоров (Интернет, интерактивность, память). Для краткости условно назовем их телевизоры с услугами Интернет. Аналогичные возможности предстоит реализовать и в системах мобильного ТВ.

Уже сегодня обладателям таких телевизоров доступно обилие видеoinформации, находящейся в Интернете. Кроме множества ТВ-программ, это емкие ТВ- и киноархи-



вы, другие разнообразные видеоматериалы, которые могут записываться и воспроизводиться в удобное время. Принципиально расширяются возможности услуг «видео по запросу» (VoD), а также автоматическое формирование программ с персональным предпочтением определенных сюжетов.

Отметим, что системы КТВ часто совмещаются с доступом в Интернет. Учитывая стремление к значительному повышению качества различных видов интерактивного 2D- и 3DТВ-вещания по протоколам и технологиям Интернет, появившиеся телевизоры с Интернет-услугами вызовут необходимость определенной гармонизации КТВ с новыми широкими возможностями использования видеоинформации в Интернете.

В складывающихся обстоятельствах можно предположить, что в домашних условиях при индивидуальном выборе ТВ-программ, когда их количество ограничено, вероятность просмотра любой из них примерно одинакова. При избытке ТВ-программ такая вероятность может уменьшаться, снижается заинтересованность и в размещении рекламы. По-новому ставятся задачи дальнейшего повышения привлекательности контента каждой программы. В связи с этим важно подчеркнуть одну из особенностей ВИС, которая состоит в том, что даже в режиме ползункра воспроизводится ограниченное число программ, но с заданным контентом и запланированной рекламой с гарантией возможности их массового просмотра. Вероятность просмотра программ на дисплеях ВИС весьма высока, так как они со временем будут практически вездесущими и свободно доступными, с привлекательными высококачественными 2D- и 3D-изображениями в любых условиях их наблюдения.

Интеграция вещательных ТВ-систем и ИТ-технологий потребует новых файловых форматов, интерфейсов и более эффективного кодирования цифровых видеоданных. Предстоит большая работа по внедрению компьютерных технологий в ТВ-вещание, по международной стандартизации и сопряжению медиафайлов для цифрового 2D/3DТВ-вещания, ВИС, IPTV, компьютерного вещания, телевизоров с услугами Интернет, каналов связи и др., которые будут способствовать повышению эффективности всей отрасли электронных СМИ и электросвязи.

### **Широкополосный доступ (ШПД) по электрическим сетям, сопряженный с вещанием при универсальной розетке**

Отмеченное расширение информационных возможностей телевизоров с услугами Интернет, ожидаемое огромное число дис-

плеев ВИС являются новыми значимыми факторами, поддерживающими необходимость форсирования внедрения ШПД для массового использования. В связи с этим наряду с другими средствами становится еще привлекательнее использование одной и той же розетки, как для получения и передачи требуемой информации, так и для электропитания соответствующих устройств, учитывая практически вездесущность линий электропроводки. Однако на данном этапе так сложилось, что судьба ШПД по силовым и домашним электросетям (PLT, Power Line Telecommunication) для обеспечения Интернет-вещания как раз оказалась связанной с необходимостью сопряжения такого ШПД в первую очередь с вещанием. Прошедшее десятилетие подтвердило многие положительные стороны ШПД по PLT, но и выявило ряд препятствий, связанных с значительным уровнем создаваемых им помех ТВ- и радиовещанию, ряду других служб. В МСЭ-Р эти проблемы начали изучаться еще в конце прошлого века, когда была подготовлена новая Резолюция Ассамблеи радиосвязи «Совместимость систем радиосвязи и высокоскоростных телекоммуникационных систем, использующих электросети...» (МСЭ-Р, Док. 1/53, 24 август 1999).

Системы PLT, ранее использовавшие полосы частот ниже 80 МГц, в последнее время стремятся расширить их до 200 МГц с тем чтобы передавать по бытовой электросети данные со скоростью десятков МБ/с. Это затрагивает службы вещания – УКВ-ЧМ (87,5...108 МГц), аналоговое и цифровое ТВ- и звуковое вещание (174...230 МГц). В связи с этим в апреле 2010 г. сделан важный шаг – подготовлен проект нового отчета, посвященный требованиям по защите вещания в полосе выше 80 МГц (МСЭ-Р, Док. 6А/375, 17 мая 2010). Необходимо сопряжение усилий с обеих сторон. От PLT требуется уменьшение уровня помех, а от затрагиваемых радиослужб – повышение их помехоустойчивости (кодозащита, эффективное кодирование и др.). Во всяком случае, появились основания надеяться, что стремление к одной многофункциональной электророзетке применительно к ШПД во многих случаях может стать достижимым. Необходимо проводить НИР по этой тематике с созданием опытных участков с учетом новых задач по созданию разветвленных сетей ВИС.

### **Цифровой дивиденд**

Понятие «цифровой дивиденд» – это возможность дополнительного использования полос частот, в которых многие годы передаются сигналы аналогового ТВ – 174...230 МГц

и 470...862 МГц, а во многих странах и в ТВ-каналах в полосе ниже 100 МГц.

Цифровой дивиденд достигнут благодаря недопущению расширения существующих ТВ-радиоканалов, к чему вначале стремились авторы цифровых ТВ-систем и ТВЧ, и повышению эффективности их использования за счет передачи компрессированных сигналов нескольких ТВ-программ и ТВЧ в одном стандартном канале [6].

По размаху эта задача могла бы быть отнесена к амбициозной, так как она не только сохраняла в мире номиналы множества ТВ-радиоканалов шириной 6, 7 и 8 МГц и исключала разрушение частотных планов, но также предусматривала освобождение от передачи аналоговых ТВ-сигналов, по крайней мере, десятков мегагерц в дефицитном и востребованном диапазоне ниже 1 ГГц при одновременном значительном увеличении количества передаваемых ТВ-программ. В других выгодных диапазонах такие возможности никогда не предоставлялись.

В итоге цифровой дивиденд получил мировое признание как инициатива 11 ИК МСЭ-Р и плод многолетнего труда по реализации концепции 6-7-8, предусматривавшей передачу сигналов цифрового ТВ-вещания в стандартных радиоканалах аналогового ТВ (рис. 6). Получение дивиденда – это результат выполнения комплекса мер, предусмотренных глобальным подходом к проблеме цифрового ТВ-вещания, правильной стратегией компрессии и обработки его сигналов, а также новыми принципами построения цифрового ТВ-тракта, который был дополнен вещательным интерфейсом, согласующим скорость передачи данных источника сигналов ТВ-программ с возможностями каналов передачи [6].

Цифровой дивиденд будет способствовать развитию инфокоммуникаций, а также внесет значительный экономический вклад. Так, например, в США на аукционе в 2008 г. стоимость спектра шириной в 10 ТВ радиоканалов в полосе 698...806 МГц составила 19,5 млрд долларов. Подвижные службы стремятся воспользоваться в первую очередь полосой 790...862 МГц (61...69 ТВ-каналы) [30]. Регламентирование радиоспектра, связанное с проблемами цифрового дивиденда и когнитивных систем в полосах ТВ-вещания, будет рассматриваться на ВКР в 2012 г. в Женеве.

Важно обратить внимание на то, что частотные ТВ-каналы в полосе ниже 100 МГц (48,5...66 МГц и 76...100 МГц), распределенные еще в первом частотном плане СССР, часть которых и сейчас покрывает ТВ-вещанием большие территории, были закреплены на первой Европейской конференции (Стокгольм, 1952 г.), сохранены в

## Этапы создания цифрового дивиденда

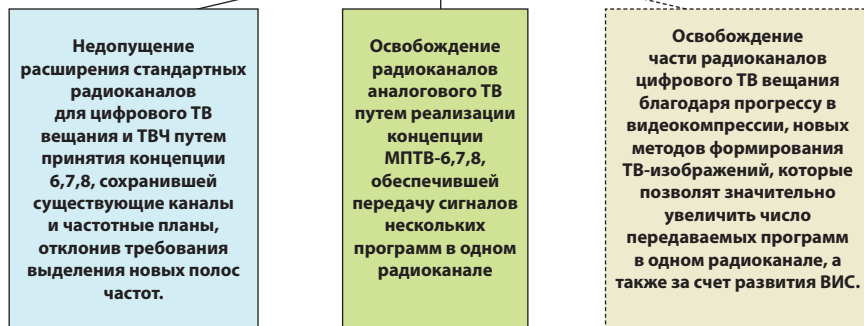


Рис. 6. Этапы создания цифрового дивиденда

Стокгольмском плане 1961 г. и не входили в повестку дня РКР 2004/2006. В 1997 г. на основании результатов работ 11 ИК МСЭ-Р и практической реализации концепции «6-7-8» во всех каналах Стокгольмского плана 1961 г. при определенных условиях МСЭ-Р была разрешена передача сигналов аналоговых и цифровых ТВ-программ [6].

В связи с этим предстоит провести масштабные НИР и ОКР, чтобы определить судьбу этих каналов с учетом прогресса цифровых технологий для создания многофункциональных инфокоммуникационных систем, а также большого количества действующих в них передатчиков аналогового ТВ. Так в РТРС в первых трех ТВ-каналах в эксплуатации находится 2145 передатчиков. Первые результаты исследований [16] выявили пути использования таких анало-

говых ТВ-передатчиков для передачи сигналов цифрового ТВ-вещания как возможное дополнение к планируемым цифровым мультиплексам, в том числе с новыми ТВ-системами, например, ТВЧ, DVB-T2 и др.

## Заключение

Предлагаемый подход к развитию цифрового ТВ-вещания охватывает ряд новых сфер и компонент (рис. 1), которые дадут возможность расширить массовую активную информационную среду до уровня, прежде не существовавшего в истории человечества, и обеспечат высокую экономическую эффективность. Они еще не могли быть в должной мере включены в стартовую концепцию развития цифрового ТВ-вещания [5,6]. Однако можно предположить, что с учетом реализации ФЦП по развитию телерадиовещания

на 2009 – 2015 г. рассмотренный подход, дополненный интересами и возможностями других сфер, мог бы быть учтен в предстоящих разработках аналоговых концепций и ФЦП на следующие 5...10 лет.

Важно особо подчеркнуть, что реальный переход на домашнее, наружное и мобильное 2D/3DTV-вещание, массовая установка экранов ВИС в многолюдных местах, в том числе с виртуальным воспроизведением передаваемых сюжетов, переход традиционных средств вещания на компьютерные технологии с цифровыми медиафайлами, интерактивные телевизоры с Интернет-услугами, ожидаемое использование многофункциональной розетки вездесущей электросети, сопряженной с ШПД и вещанием, дадут старт новому витку в информатизации общества и как никогда ранее продвинут развитие возможностей ТВ-вещания.

Со временем результаты перечисленных и других технологических достижений позволят дополнить стратегию ТВ-вещания с обеспечением гармонизированного использования его технических средств, как это предусмотрено ФЦП.

Россия стартовала во внедрении цифрового ТВ-вещания по международным стандартам, которые создавались при ее активном участии. Сегодня наша страна выступила инициатором стандартизации в новых областях цифрового вещания и стремится к авангардной роли в последних инновационных достижениях.

## Литература

1. Кривошеев М.И., Шамшин В.А. Направления развития передающей телевизионной сети. – Электросвязь, 1974, № 1.
2. Кривошеев М.И. Проблемы контроля и измерений в телевизионном тракте. – Труды НИИР, 1967, № 4 (49). Доложено на пятом Международном симпозиуме по телевидению. Монтре, май 1967 г.
3. Кривошеев М.И. Основы телевизионных измерений. – М., Радио и связь, 1964, 1976, 1989.
4. Кривошеев М.И., Виленчик Л.С., Красносельский И.Н. и др. – Цифровое телевидение. Под редакцией М.И. Кривошеева. – М., Связь, 1980.
5. Кривошеев М.И. Новый подход к ТВ-вещанию на базе многоцелевого цифрового интерактивного контейнера. – Электросвязь, 1997, № 12.
6. Кривошеев М.И. Международная стандартизация цифрового телевизионного вещания – М., Научно-исследовательский институт радио (НИИР). 2006, 928 с.; <http://tvmuseum-1.hosting.parking.ru/catalog.asp?ob=no=7013>.
7. Бутенко В.В., Плотников А.А., Кокоскин И.В., Лопато С.И. Вопросы системного проектирования сетей цифрового вещания Российской Федерации. – Электросвязь, 2009, № 10.
8. Стыцко В.П. На пороге больших перемен. Сборник «Стандарт 625: мировое признание». – Изд. «625», 2008.
9. Зубарев Ю.Б., Шавдия Ю.Д. Цифровизация и многофункциональность – приоритеты развития технических средств российского ТВ-вещания. – Электросвязь, 2001, № 12.
10. Шамаков П.В. Основы цветного и объемного телевидения. – М., Советское радио, 1954.
11. Гоголь А.А. О совете по объемному телевидению им. профессора П.В. Шамакова. – Материалы семинара по объемному телевидению, СПбГУТ, 29.02.2008.
12. Варгин П.С. Объемное телевидение – взгляд из России. – Broadcasting (Телевидение и радиовещание), 2007, №№ 6, 7.
13. Кривошеев М.И. Основные направления стратегии разработки систем цифрового объемного телевидения. – Материалы семинара по объемному телевидению, СПбГУТ, 29.02.2008.
14. Кривошеев М.И., Федунин В.Г. Прогресс в изучении стереоскопического и объемного телевизионного вещания в МСЭ-Р и инициативы России. – Broadcasting (Телевидение и радиовещание), 2010, №№ 1, 2.
15. Сухарев Е.М. Участие А.А. Расплетина в разработках и реализации стандартов черно-белого телевидения. К 100-летию А.А. Расплетина. Сборник «Стандарт 625: мировое признание». – Изд. «625», 2008.
16. Шавдия Ю.Д., Красносельский И.Н., Канев С.А. Проблемы эфирного телевизионного вещания в I – II частотных диапазонах. – Электросвязь, 2010, №1.
17. Shaeffler J. Digital Signage. NAB – Focal Press. Elsevier Inc., USA, 2008.
18. Кривошеев М.И. Перспективы развития телевидения. – М., Знание, 1972.
19. Digital broadcasting and multimedia video information systems (VIS). – Rapporteur on VIS, ITU-R BT (VIS), Doc. 6B/187-E, Doc. 6C/316-E. April 2010.
20. ITU-R. Russian Federation. Web pages representation by the existing TV sets as a hybrid digital/analogue solution for the Internet distribution services provided in a DTV broadcasting channel. – Doc. 6M/64, 7 September 2001.
21. Recommendation ITU-R. BT. 1869 – Multiplexing scheme for variable – length packets in digital multimedia broadcasting systems (03/2010).
22. Кривошеев М.И. На старте широкого внедрения цифрового ТВ-вещания в России. – НАТ. Информационный бюллетень, 2007, № 42.
23. Масленников И.О. Концепция регулирования, содействующая интеграции связи, вещания и массовых коммуникаций. – АДЭ, Документальная электросвязь, 2010, №20.
24. Гофайзен О.В. Концепция адаптивного управления качеством изображения в ТВ-системах будущего. – Праці УНДІРТ, 1996, № 2(6).
25. Вилкова Н.Н. Тенденции развития телевидения и нанотехнологии. – Доклад на заседании НТС, ЗАО «МНИТИ», 4 июля 2007 г.
26. Быструшкин К.Н., Степаненко Л.Н. Плазменная математика. – Салон AV, 2004, № 7.
27. Телевизионные методы и устройства отображения информации. Под редакцией М.И. Кривошеева. – М., Советское радио, 1975.
28. Krivocheev M.I. A Global Options for Enhanced Television. – Address to ITU-R Workshop on Enhanced Television, Auckland, New Zealand, 3-5 October, 1993.
29. ITU-R. Russian Federation. Proposals on revision of Question ITU-R 44-1/6 - Objective picture quality parameters and associated measurement and monitoring methods for digital television images. – Doc. 6Q/100, 23 March 2005.
30. Волкова Ю.В. Призрак цифрового дивиденда. – Broadcasting (Телевидение и радиовещание), 2008, № 7.
31. Кривошеев М.И. Экран в новом времени. – Вестник ВГИК, 2010, № 2.
32. Кривошеев М.И. Интерактивные видеoinформационные системы – новая эра информатизации общества. – АДЭ, Документальная электросвязь, 2010, № 20.
33. Уразова С.Л. QUO VADIS, RUSSIAN HDTV? (Куда идешь, российское ТВЧ?) – ТелеЦЕНТР, 2007, № 1(21), февраль-март.
34. Baron S.N., Krivocheev M.I. Digital image and audio communication. Toward a Global Information Infrastructure. – Van Nostrand Reinhold, 1996, USA.