

Старт новой Концепции развития ТВ-вещания

*М.И. Кривошеев,
главный научный сотрудник НИИР,
почетный председатель исследовательской комиссии
по вещанию в МСЭ-Р (ИК 6), д.т.н., профессор*

Введение

В [1] отмечалось, что после реализации Концепции и ФЦП по переходу России на цифровое телевизионное и радиовещание (2010-2015 гг.) предстоит определить основные направления развития ТВ-вещания на следующие 5 – 10 лет и по возможности сопрячь усилия в этой сфере. Для создания такого рода стратегического документа – по-видимому, новой Концепции, как и при подготовке первой [2], требовалось разработать новый глобальный подход к проблеме, учитывающий ряд инноваций в ТВ-вещании и информационных сферах. Он уже используется при международных исследованиях [3].

На основе этого подхода определены стартовые положения новой Концепции до 2020-2025 гг. [1,3]. К важным положениям отнесены: объемное (трехмерное, 3D, голографическое) ТВ-вещание; интеграция ТВ-вещания и новых информационных технологий; 2D/3D-видеоинформационные системы (ВИС); совершенствование передачи сигналов ТВ-вещания; массовое внедрение ШГД, услуг Интернета; использование полос частот аналогового ТВ-вещания на основе инновационных технологий [3].

Эти положения названы стартовыми, они позволяют начать создавать Концепцию в требуемом формате. Однако в действительности формированию таких положений как в реализуемой [2], так и в новой Концепции [1,3] предшествовала большая и часто длительная предварительная подготовка. Дело в том, что ТВ-вещание относится к категории важных компонент информатизации общества, требующих сопряжения с мировым сообществом в широком спектре. Это обмен программами (новости, спорт, культура, реклама и т.д.), записанный контент, каналы передачи сигналов, рынок, поставки и обслуживание различной технологической аппаратуры и др. Поэтому, выдвигая новые положения Концепции, важно быть уверенным в правильном их прогнозировании на заданную перспективу и быть готовым взять ответственность, что они не только будут поддержаны в стране, а затем за рубежом, но и обеспечить им дальнейшее продвижение с гарантией признания в виде мировых ТВ-стандартов и других региональных и международных решений.

Фундаментом для начала перехода России и других стран на цифру явилась достигнутая возможность передачи сигналов цифрового ТВ-вещания в стандартных каналах аналогового ТВ. Это получило мировое признание как плод многолетнего труда 11 исследовательской комиссии (ТВ-вещание) МСЭ-Р¹⁾ по реализации такой ее инициативы [2, 4].

Россия начала внедрение цифрового ТВ-вещания базируясь на подходе к цифровому ТВ-вещанию, обеспечивающем многопрограммность в стандартных радиоканалах, интерактивность, адресацию и условный доступ к ТВ-программам и мультимедиа, развитие компьютерного вещания, сопряжение с Интернетом, ориентацию на DVB с перспективой MPEG-4 и др.[2]. Учитывались более 150 рекомендаций МСЭ-Р по ТВ-вещанию, ставших единими мировыми стандартами для телецентров, наземных и спутниковых систем ТВ-вещания и связи, в основном разработанных 11 ИК МСЭ-Р при активном участии нашей страны.

Сегодня Россия выступила инициатором стандартизации в ряде новых областей цифрового ТВ-вещания. Разрабатывается пакет новых международных стандартов. Они уже во многом отражены в основах новой Концепции. Благодаря этому и в данном случае, как и при реализуемой Концепции, также могут быть сэкономлены огромные средства и время, так как ни одна страна не в состоянии провести столь значительные по объему и стоимости исследования с гарантией их международного принятия. Так достигается сопряжение России с мировым информационным сообществом. Поэтому в настоящей статье положения подтверждаются ссылками на соответствующие документы. Они гаранты мировой поддержки первой и новой Концепций.

Ниже рассматривается ряд ожидаемых результатов реализации положений новой Концепции, прогресс и перспективы международной стандартизации и другие связанные с этим вопросы. Имеется в виду, что данные положения будут гармонизироваться в рамках общей стратегии развития цифрового ТВ-вещания в разных средах [5, 6, 7, 8, 9, 10].

3D ТВ-вещание

Предусмотрена возможность 2D/3D-вещания. Будет обеспечено повышение привлекательности ряда ТВ-программ и их фрагментов за счет восприятия объемности. ФГУП НИИР был подготовлен вклад по объемному ТВ-вещанию (МСЭ-Р, Р.Ф. Док.6D/21, 7 апреля 2008 г.), в котором предложена стратегия международной стандартизации в этой области. Эта инициатива получила мировое признание [1].

В [ITU-R. Report on the study of 3D-TV broadcasting. – Doc. 6C/390, 8 October 2010] отмечается, что в 2010 г. группа DVB разработала первый набор требований к DVB 3D ТВ. Они предназначены для услуг 3D ТВ с использованием инфраструктур вещания ТВЧ. Подготавливаются требования к 3D ТВ-системам, совместимым с 2D-системами.

Продвигаются разработки предсказанной ранее голографической системы ТВ-вещания [4] без применения очков, с передачей подвижных объектов. На CES 2011 в Лас-Вегасе уже демонстрировался прототип голографического телевизора.

Необходимость изучения в международном масштабе экологической защиты зрителей от вредных воздействий некоторых изображений ТВ-программ была обоснована во вкладе, подготовленном ФГУП НИИР (ITU-R. RF. Doc. 6M/65, 7 September 2001). В связи с этим были разработаны Рекомендации по предотвращению эпилептических припадков от недопустимых мерцаний в ТВ-изображениях (BT. 1702) и обращение во Всемирную организацию здравоохранения (ВОЗ – WHO) [4].

При формировании требований к 3D ТВ-системам потребуется минимизировать возможные в ряде случаев утомляемость и дискомфорт при длительном просмотре. К этой проблеме также привлечена ВОЗ (Рис.1).

Интеграция ТВ-вещания и информационных технологий

Здесь в первую очередь уделено внимание тем нововведениям, которые повлияют на модель и общую стратегию ТВ-вещания. Подготовка к этому в международном масштабе была начата заранее в начале 1990-х

1. 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).

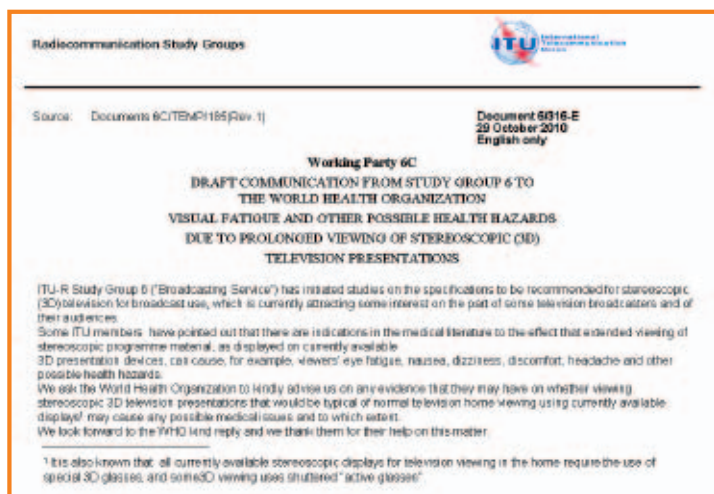


Рис. 1. Обращение в ВОЗ по поводу 3DTV

годов (МСЭ-Р. Отчет председателя ИК11. Док.11/1001, 30 сентября 1993 г.). ФГУП НИИР был подготовлен вклад по расширению возможностей использования Интернета для ТВ-вещания [12]. Разработаны рекомендации по использованию компьютерных технологий в ТВ-вещании. Один из результатов – современный телевизор может предоставлять многие услуги Интернета. С ШПД он работает как терминал и дисплей. Принят проект новой Рекомендации по системе файлового вещания как цельных программ, так и отдельно любых фрагментов (МСЭ-Р. Основные элементы вещания файлов. – Док. 6/309, 27 октября 2010). Значительно проще можно формировать личные персональные программы, просматривать их в любой временной интервал. Возможность доставки видеоданных не в реальном времени позволяет передавать их по более узким каналам и записывать, например, сигналы ТВЧ, а затем воспроизводить их на телевизоре в виде высококачественных изображений ТВЧ.

Обновление приемной ТВ-сети в рассматриваемый период предполагает возможность массового использования ШПД, Интернета, интерактивность, видео по запросу (VoD), персональный выбор и воспроизведение видеoinформации в удобное время и др. при стационарном и мобильном приеме. Компьютер для этого не требуется. Значительное упрощение пользованием телевизора коренным образом расширит и изменит состав аудитории, которой станет доступно изобилие различной видеoinформации. Принципиально изменятся результаты измерений аудитории. В домашних условиях при индивидуальном приеме может уменьшиться вероятность просмотра в строго установленное время какой-либо определенной программы, ее фрагмен-

тов и рекламы. Предстоит тщательно изучить особенности и возможности наружного ТВ- и мультимедийного вещания у нас в стране в дополнение к индивидуальному домашнему и мобильному приему. Видеоинформационные системы (ВИС) открывают эту новую эру.

Здесь уместно отметить, что в связи с намечаемым использованием во всех соответствующих диапазонах радиочастот внутреннего и внешнего интерактивного цифрового звукового вещания, развитием интернет-радио [4] также предстоит своевременно изучить ожидаемые в новых условиях аудитории, их технологическое обеспечение, проблемы контента, экономические стимулы и др.

Видеоинформационные системы (ВИС)

ВИС обеспечивают наружное 2D/3D ТВ- и мультимедийное вещание с использованием экранов различных размеров, установленных 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.) [1].

Контент для ВИС – фрагменты традиционных ТВ- и мультимедийных программ, специальные программы, оповещение населения, реклама и др. ВИС вообще предоставляют любые другие услуги, связанные с отображением массовой видеoinформации для коллективного просмотра днем и в темноте, в любую погоду, в различных климатических условиях. Места установки, размеры экранов ВИС и передаваемый контент требуют регламентирования.

В ВИС изображения должны воспроизводиться с высоким качеством. В соответствии с предложением приступить к международной стандартизации ТВ-систем с разрешени-

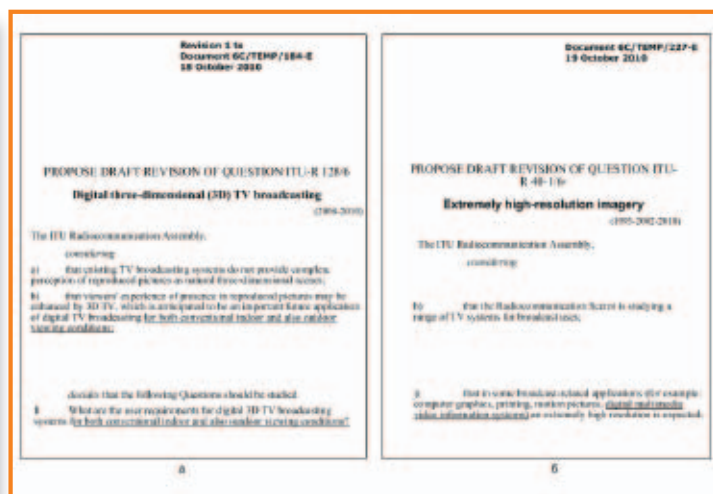


Рис. 2. Вопросы изучения 3DTV (а) и сверхвысокой четкости (б)

ем более 1000 строк, выбранным для систем ТВЧ МСЭ-Р (Док. 11F/34, 10 ноября 1994 г., Док. 11/76, 1 мая 1995 г.) была разработана первая единая мировая Рекомендация МСЭ-Р ВТ. 1201 «Изображения со сверхвысокой четкостью». Для систем ультравысокой четкости (ТУВЧ) выбраны форматы пикселей 3840×2160 и 7680×4320. В 2011 г. намечается подготовить первый стандарт по ТУВЧ.

В современном виде ВИС давно были предсказаны в нашей стране, когда еще не было возможности их реализовать [1]. Как только технологии стали приближаться к требуемому уровню, было предложено приступить к изучению цифровых ТВ-систем, рассчитанных на использование больших экранов (Large Screen Imagery – LSDI) [4]. Применительно к театральным и концертным залам и другим подобным задачам разработано 16 рекомендаций МСЭ-Р.

Проблемы международной стандартизации ВИС впервые были обсуждены на Конгрессе ИАТ в 2007 г. [13]. В [1] было отмечено, что создана специальная группа для подготовки предложений по стандартизации ВИС²⁾ (МСЭ-Р. Док. 6В/106, 27 мая 2009 г.). В ее работе участвует около 60 специалистов более чем из 30 стран и международных организаций. От России в подготовке Отчета группы активное участие принимают В.В. Бутенко, К.Н. Быструшкин, К.Ф. Гласман, А.А. Гоголь, М.Л. Житомирский, В.Г. Федунин, Ю.Д. Шавдия.

В связи с тем, что громкоговорители охватывают звуковым сопровождением на одном языке ограниченную зону, предложена новая ВИС, которая обеспечивает зрителей звуковым сопровождением на разных языках с помощью стандартных терминалов подвижной связи (РФ. Патент № 92563 от 20 марта 2010 г.). В мире более 5 млрд таких терминалов.

2. М.И. Кривошеев избран председателем этой группы (ред.).

В пресс-релизе «Экспо 2010» в Шанхае от 28 сентября 2010 г. сообщается: «ОАО Интеллект Телеком (www.i-tc.ru) совместно с ФГУП НИИР представили первую в мире ползэкранную видеоинформационную систему со звуковым сопровождением. Демонстрация состоялась во время посещения Президентом РФ Д.А. Медведевым экспозиции ГК «РОС-НАНО» в рамках всемирной выставки «Экспо 2010» в Шанхае. Решение реализовано на оборудовании и при поддержке специалистов компании Huawei, ведущего поставщика сетевых решений нового поколения... Особенностью данного решения является возможность выбора абонентом экрана в ползэкране и языка для прослушивания звукового сопровождения в интерактивном режиме...».

В связи с необходимостью изучения различных аспектов ВИС, в ряд основных направлений международной деятельности включены исследования, связанные с наблюдением ТВ-изображений как внутри помещений, так и в наружных условиях (Примеры на рис. 3).

К особенностям ВИС, в отличие от индивидуального выбора видеоинформации в домашних и мобильных условиях, можно отнести воспроизведение ТВ- и мультимедийных программ, рекламы с заданным контентом с гарантией возможности их массового коллективного просмотра практически без дополнительной затраты времени в виде вездесущих в перспективе привлекательных 2D/3D-изображений.

В России распространяются ветви ВИС. На прошедшем в мае 2010 г. параде Победы на Красной площади стоял большой экран, на котором были видны важные сюжеты. На нескольких десятках больших светодиодных экранов парад также транслировался в других городах. В перспективе экраны для ВИС будут создаваться на основе нанотехнологий [16, 17].

Общероссийская Комплексная Система Информирования и Оповещения Населения (ОКСИОН) создана МЧС России. Экраны не менее 30 м² в 36 городах используются и для рекламы. В основном для рекламы используется система Digital Signage [14]. Изменяют статус многие традиционные рекламные щиты, растяжки, плакаты и т.п. со светящимися экранами. Можно предположить, что со временем они также войдут в состав электронных СМИ.

Создается новая область экранных искусств [15]. Массовая экранизация общества, включая прием, запись, воспроизведение ТВ-изображений мобильными терминалами, визуализацию значительной части печатной продукции и др., навсегда сохранится высшей формой его информатизации, так как зрение доставляет человеку более 80% всей получаемой информации. Внедрение ВИС, наружного ТВ- и мультимедийного вещания с обеспечением их безопасности является важной задачей. Поэтому ВИС впервые были включены в стартовые положения Концепции и вошли в основы новой современной модели ТВ-вещания [1, 3].

Совершенствование передачи сигналов ТВ-вещания

Это предусматривает повышение эффективности систем передачи сигналов ТВ-вещания стандартной, высокой, ультравысокой четкости и др. в соответствующих разных средах, что позволит увеличить объем доставляемых 2D/3D-видео данных, обеспечит интерактивность и расширение спектра услуг. Эффективная обработка при приеме компрессированных сигналов мультиплексов способствует повышению качества воспроизведения каждой передаваемой ТВ-программы.

В связи с отмеченным выше значительным увеличением объемов доставки видеоинформации все больше растет по-

требность в контенте и интенсифицируется использование архивов [4, 18]. Предложен новый подход к стандартизации и созданию концепции мировой системы архивирования материалов для телерадиовещания с поисковыми средствами [4, 19]. Задачи ТВ-архивирования продвигают рекомендации по ТВЧ (BT-709), ТВ сверхвысокой и ультравысокой четкости (BT-1201), кодированию видеосигналов (Рис. 3) по файловой передаче, ряд рекомендаций по цифровому звуковому вещанию, по метаданным. Вообще организация работ с 2D/3D-контентом, включающих его создание, архивирование, поиск, правовые, рыночные и другие аспекты, является первоочередной.

Предстоит исследовать и оценить возможности систем DVB-T2 Mod, DVB-NGH и др. Важно принять участие в разработках новых 2D/3D и голографических ТВ-систем, методов кодирования сигналов систем ТВ ультравысокой четкости (ТУВЧ) [20], которые повышают четкость изображений в 16 раз по сравнению с ТВЧ.

Интерактивность и измерение аудитории (медиаметрия) увеличивают эффективность телерадиовещания. Инициатором и основным координатором этих исследований была 11 ИК МСЭ-Р – первый орган МСЭ, обеспечивший международную стандартизацию в этой области [4]. Разработан пакет рекомендаций по организации интерактивных каналов. Последние рекомендации гармонизируют спецификации ряда стандартов по интерактивности (Рис. 4), форматы контента (Рис. 5). В радиосредах также должны обеспечиваться возможности интерактивности.

Создававшийся многие годы арсенал оценки и измерения качества ТВ-изображений был ориентирован на прием ТВ-передач в домашних условиях при низкой освещенности и только двухмерных (2D) изображений. Поэтому начаты исследования, связанные с 2D/3D-вещанием и



Рис. 3. Рекомендация по кодированию видеосигналов

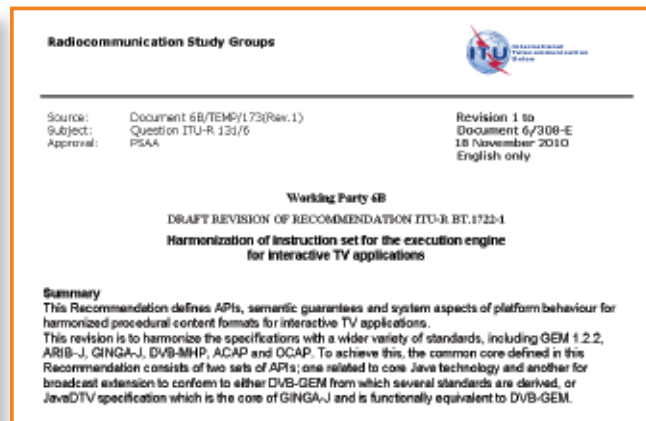


Рис. 4. Рекомендация по гармонизации интерактивности

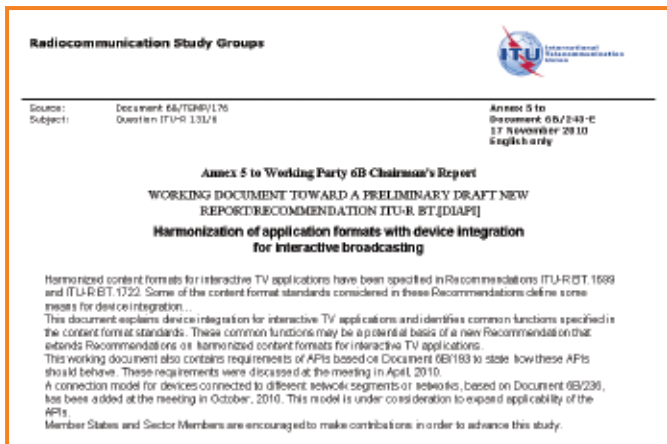


Рис. 5. Проект отчета/рекомендации по интерактивному вещанию

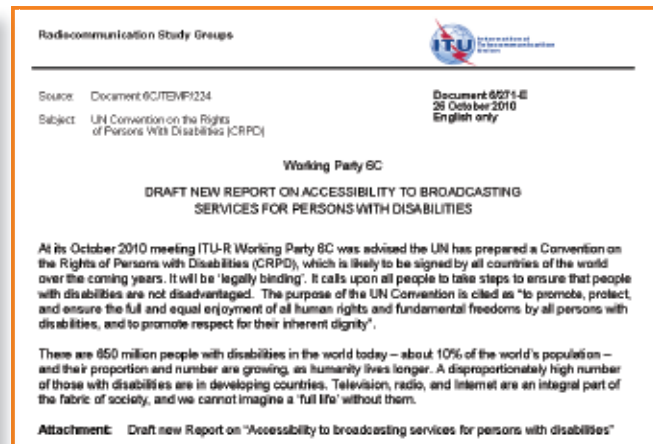


Рис. 6. Проект нового отчета об услугах вещания для лиц с ограниченными физическими возможностями

ВИС [3]. Ряд методов измерения и контроля, предложенных еще задолго до цифрового ТВ-вещания, и сегодня отвечает новым требованиям [1, 21, 22, 23, 24, 25].

В соответствии с конвенцией ООН о правах лиц с ограниченными физическими возможностями подготовлен проект нового отчета (Рис. 6). Задачи по развитию телерадиовещания и ВИС подтверждают необходимость ускорения темпов массового внедрения широкополосных сетей, включая КТВ, эффективного использования Интернета.

МСЭ предполагает, что в 2015 году половина населения Земли будет иметь широкополосный доступ (www.itu.int/newsroom). Наряду с множеством способов создания ШПД можно отметить прогресс в сфере электрических сетей при универсальной розетке для приема/передачи информации и электропитания устройств абонента. Недавно принятая Рекомендация МСЭ-Т G.9960 показывает, что системы PLT развиваются и ориентируются на скорости 1 Мбит/с...1 Гбит/с, несущие частоты систем будут находиться в диапазонах ВЧ, ОВЧ и УВЧ.

В связи с этим подготовлен проект новой Рекомендации (ITU-R, Doc 6/306, 18 November 2010) для обеспечения того, чтобы радиослужбы и другие источники радиополучений не приводили к снижению работоспособности систем наземного вещания.

Интеграция ТВ-вещания и информационных технологий потребует международной стандартизации медиафайлов для цифрового 2D/3D, голографического ТВ-вещания, ВИС, архивов, IPTV, компьютерного вещания, телевизоров с услугами Интернет, ШПД, каналов связи и др., которые будут способствовать повышению эффективности всей отрасли электронных СМИ и электросвязи.

При оценке преимуществ тех или иных инноваций важно принимать во внимание реальные сроки их готовности к массовому внедрению.

Радиоканалы наземного ТВ-вещания

На Первой сессии Региональной конференции радиосвязи (РКР)³ 10...28 мая 2004 г. в Женеве делегации администраций связи Регионального Сотрудничества в области связи добились официального признания статуса списков существующих и планируемых аналоговых ТВ-станций Азербайджана, Армении, Грузии, Казахстана, Кыргызстана, России, Таджикистана, Туркменистана и Узбекистана, расположенных в зоне 40...170° в.д. Таким образом, за этими странами закреплен спектр около 500 МГц – примерно половина дефицитного диапазона частот ниже 1 ГГц. Стало возможным создание цифровой сети ТВ-вещания. Экономическую значимость этого решения еще трудно оценить.

В радиоканалы, освобождаемые от аналогового ТВ, в которых на Второй сессии РКР в 2006 г. были составлены планы наземного цифрового ТВ-вещания, стремятся проникнуть подвижные службы, когнитивные и другие системы. Интересы России в этих полосах частот предстоит отстаивать на ВКР в 2012 г. в Женеве. Каналы ниже 100 МГц, обеспечивающие во многих городах покрытие ТВ больших территорий, не включены в этот план. Первая сессия РКР в 2004 г. их также сохранила за Россией [4]. В РТРС в первых трех каналах работает 2145 передатчиков. Исследования ФГУП НИИР показали, что они могли бы дополнить планируемые мультиплексы, а также использоваться для других информационных систем [11]. Требуется ускорить принятие решения о судьбе этих полос частот с учетом прогресса цифровых технологий. Предстоит уточнить существующие частотные планы, принимая во внимание новые защитные отношения и другие параметры.

Заключение

1. На основании глобального подхода к проблеме [1] определены стартовые положения новой Концепции развития отрасли до 2020 – 2025 гг. Подтверждается их международная поддержка [3]. Они охватывают:

- ◆ 2D/3D, голографическое ТВ-вещание (домашнее, наружное, мобильное) и совершенствование его систем стандартной, высокой, ультравысокой четкости, архивирование и др.;
- ◆ грядущее значительное облегчение доступа широкой аудитории к избытку видеoinформации при стационарном и мобильном приеме;
- ◆ интеграцию средств ТВ-вещания с новыми информационными технологиями;
- ◆ внедрение ВИС для наружного ТВ-вещания и широкой «экранизации» общества;
- ◆ упрощение при массовом использовании ШПД схем доставки видеoinформации;
- ◆ интерактивность, Интернет, персональное формирование программ, мультимедийные и другие услуги;
- ◆ использование полос частот аналогового ТВ-вещания, включая каналы в полосе частот ниже 100 МГц, на основе инновационных технологий.

2. Стартовые положения, ставшие основой новой современной модели ТВ-вещания, получили международную поддержку. Они могут использоваться при разработке новой Концепции в требуемом формате с учетом возможной гармонизации разных путей обеспечения контентом и различных сред передачи сигналов ТВ- и мультимедийного вещания, ШПД, а также при развитии общей стратегии отрасли.

3. Информационная среда расширится до уровня, прежде не существовавшего в истории человечества.

3. М.И. Кривошеев был избран председателем Первой сессии РКР (ред.)

Литература

1. **Кривошеев М.И.** Новый подход к развитию цифрового ТВ-вещания. – Mediavision, 2010, № 6.

2. **Кривошеев М.И.** Новый подход к ТВ-вещанию на базе многоцелевого цифрового интерактивного контейнера. – Электросвязь, 1997, №12.

3. **Кривошеев М.И.** Новый международный подход к развитию цифрового ТВ-вещания (Основные стартовые положения новой Концепции развития отрасли до 2020 – 2025 гг.). Доклад на XIV Международном конгрессе НАТ, 16 ноября 2010 г. – НАТ. Информационный бюллетень, 2010, № 39.

4. **Кривошеев М.И.** Международная стандартизация цифрового телевизионного вещания – М.: НИИР, 2006, 928с.

5. **Бутенко В.В., Плотников А.А., Кошкин И.В., Лопато С.И.** Вопросы системного проектирования сетей цифрового вещания Российской Федерации. – Электросвязь, 2009, № 10.

6. **Кукк К.И.** Национальные особенности перехода на цифровое ТВ вещание. – Вестник связи, 2010, № 1.

7. **Стыцько В.П.** Процесс цифровизации пошел. – Mediavision, 2010, №9.

8. **Романченко А.Ю.** Принципы распространения телеканалов в цифровых мультиплексах. – НАТ. Информационный бюллетень, 2010, № 41.

9. **Прохоров Ю.В.** Перспективы развития спутниковой группировки ГПКС. – Электросвязь, 2010, № 10.

10. **Припачкин Ю.И.** Законодательство должно опережать формирование рынка. – Broadcasting. Телевидение и радиовещание, 2010, № 6.

11. **Шавдия Ю.Д., Красносельский И.Н., Канев С.А.** Проблемы эфирного телевизионного вещания в I – II частотных диапазонах. – Электросвязь, 2010, № 1.

12. Web pages representation as a solution for Internet distribution. – ITU-R. RF. Doc. 6M/64, Period 2000 – 2003.

13. **Кривошеев М.И.** На старте широкого внедрения цифрового ТВ-вещания в России. – НАТ. Информационный бюллетень, 2007, № 42.

14. **Shaeffler J.** Digital Signage. NAB – Focal Press. Elsevier Inc., USA, 2008.

15. **Кривошеев М.И.** Экран в новом времени. – Вестник ВГИК, 2010, № 2.

16. **Вилкова Н.Н.** Тенденции развития телевидения и нанотехнологий. – Доклад на заседании НТС, ЗАО «МНИТИ», 4 июля 2007 г.

17. **Быструшкин К.Н., Степаненко Л.Н.** Дисплеи для ВИС. – Mediavision, 2010, № 10.

18. **Кочуашвили К.З.** Из 2010 в 2011-й. – Mediavision, 2010, № 10.

19. ITU-R. Member of Steering Committee, Honorary Chairman of Study Group 6. Global approach to international standardization of TV and radio program's archiving. – ITU-R.Doc. 6SCOM/4, 16 September 2003.

20. **Ибатуллин С.М., Ибатулин В.Ф., Иванов К.В., Умбиталиев А.А., Фахми Ш.С., Шипилов Н.Н., Цыцулин А.К.** Способы энтропийного кодирования коэффициентов трёхмерного дискретного косинусного преобразования в видеокодеках реального времени. Доклад на Конференции IBC-2009, секция «Технические достижения» 10-14 сентября 2009 г., г. Амстердам.

21. **Кривошеев М.И.** Основы телевизионных измерений. – М., Радио и связь, 1964, 1976, 1989.

22. **Кривошеев М.И., Виленчик Л.С., Красносельский И.Н.** и др. – Цифровое теле-

видение. Под редакцией М.И.Кривошеева. – М., Связь, 1980.

23. **Дворкович В.П., Басий В.Т., Макаров Д.Г., Шлеев С.Е.** Телевизионная метрология // Радиочастотный спектр, №4, 2009.

24. **Третьяк С.А.** Современные технологии измерений при организации серийного производства приёмников цифрового телевидения // Отраслевое совещание УРЭП и СУ Роспрома, 18 декабря 2007 г., МНИТИ, Москва.

25. **Baron S.N., Krivocheev M.I.** Digital image and audio communication. – Van Nostrand Reinold, 1996, USA

Valex ENGINEERING
e-mail: info@valex.ru
www.valex.ru

Россия, 109544, Москва,
ул. Рогожский вал, 7

тел.: +7(495) 741 3403
факс: (495) 676 3681

- создание телевизионных комплексов любого уровня «под ключ»;
- поставка оборудования;
- техническая поддержка;
- ОБУЧЕНИЕ ПЕРСОНАЛА**

ВАЛЕКС-ИНЖИНИРИНГ
мы предлагаем своим клиентам
только **лучшее!**