

“Radio” is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.

Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ

Редакционная коллегия:

А. В. ГОЛЫШКО, А. С. ЖУРАВЛЁВ, А. Н. КОРОТОНОШКО,  
К. В. МУСАТОВ, И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора),  
Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ, С. Л. МИШЕНКО, О. А. РАЗИН,  
Б. Г. СТЕПАНОВ (первый зам. гл. редактора), В. В. ФРОЛОВ

Выпускающие редакторы: С. Н. ГЛИБИН, А. С. ДОЛГИЙ

Обложка: В. М. МУСИЯКА

Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА

Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1

Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13

E-mail: [ref@radio.ru](mailto:ref@radio.ru)

Группа работы с письмами — (495) 607-08-48

Отдел рекламы — (495) 608-99-45, e-mail: [advert@radio.ru](mailto:advert@radio.ru)

Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: [sale@radio.ru](mailto:sale@radio.ru)

Подписка и продажа — (495) 607-77-28

Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:

получатель — ЗАО “Журнал “Радио”, ИНН 7708023424,  
р/сч. 40702810438090103159

Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва

корр. счет 3010181040000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 17.11.2016 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.

Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная

Подписной индекс:

по каталогу «Роспечати» — 70772;

по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;

по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

За содержание рекламного объявления ответственность несёт рекламодатель.

За оригинальность и содержание статьи ответственность несёт автор.

Редакция не несёт ответственности за возможные негативные последствия использования опубликованных материалов, но принимает меры по исключению ошибок и опечаток.

В случае приёма рукописи к публикации редакция ставит об этом в известность автора. При этом редакция получает исключительное право на распространение принятого произведения, включая его публикации в журнале «Радио», на интернет-страницах журнала, CD или иным образом.

Авторское вознаграждение (гонорар) выплачивается в течение двух месяцев после первой публикации в размере, определяемом внутренним справочником тарифов.

По истечении одного года с момента первой публикации автор имеет право опубликовать авторский вариант своего произведения в другом месте без предварительного письменного согласия редакции.


В переписку редакция не вступает. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

© Радио®, 1924—2016. Воспроизведение материалов журнала «Радио», их коммерческое использование в любом виде, полностью или частично, допускается только с письменного разрешения редакции.

Отпечатано в АО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М»,

143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.

Зак. 16-11-00225.



Компьютерная сеть редакции журнала «Радио» находится под защитой Dr.Web — антивирусных продуктов российского разработчика средств информационной безопасности — компании «Доктор Веб».

[www.drweb.com](http://www.drweb.com)

Бесплатный номер службы поддержки в России:  
8-800-333-79-32

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА — КОМПАНИЯ «РИНЕТ»



Телефон: (495) 981-4571  
Факс: (495) 783-9181  
E-mail: [info@rinet.ru](mailto:info@rinet.ru)  
Сайт: <http://www.rinet.net>

Internet Service Provider

## Ни кино, ни радио

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва  
В. ШУБ, канд. физ.-мат. наук, г. Москва

“Мы думали, что это будет вечный бой — яростный и победоносный. Мы думали, что всегда будем сохранять ясные представления о добре и зле, о враге и друге. И думали, в общем, правильно — только многого не учли”.

**Братья Стругацкие “Трудно быть богом”**

### Сто тысяч долларов и два года работы

У. Смит, П. Нипков, Б. Розинг, Ч. Дженкинс, И. Адамян, Л. Термен, М. Арденне, М. Дикманн, К. Браун, Г. Плаге, Д. Бэрд, В. Зворыкин, Ф. Франсуорт, К. Тихань, К. Такаянаги, Б. Грабовский, И. Белянский, Н. Пискунов, В. Попов, С. Катаев, У. Санабриа — вот далеко не полный перечень имён инженеров, подаривших нам то, что мы привыкли называть телевидением. А ведь были ещё и меценаты-инвесторы, и любители-энтузиасты, и проектировщики-профессионалы, и радисты со строителями, и талантливые менеджеры, и те, кто разрабатывал стандарты и нормативно-правовую базу.

Началось же всё с открытия Уиллоуби Смитом в 1873 г. фотозффекта в селене и с изобретения Паулем Нипковым в 1884 г. сканирующего диска. Последний стал основой первой механической чёрно-белой телевизионной системы Д. Бэрда, продемонстрированной в 1924 г. Интересно, что, посетив однажды в поиске пиара для своего изобретения редакцию газеты Daily Express, Д. Бэрд напугал главного редактора, который попросил своих сотрудников избавиться его от безумца, который утверждает, будто изобрёл “машину”, чтобы “видеть через радио”. Кто бы знал, во что это всё выльется...

Усилиями инженеров “машина” быстро совершенствовалась и вскоре стала электронной. В конкурентной борьбе кинескопов Файло Франсуорта, Кальмана Тихань и Владимира Зворыкина победило самое технологичное решение Владимира Козьмича, подкреплённое менеджерским талантом уроженца Одессы Дэвида Сарнова, который, кстати, на всякий случай, выкупил патенты конкурентов (впрочем, от Ф. Франсуорта нам остался термин “телевизор”).

“Что потребуется для превращения разработки в средство телевизионного вещания на массовую аудиторию?” — спросил В. Зворыкина Д. Сарнов при первой встрече.

“Сто тысяч долларов и два года работы” — уверенно заявил разработчик.

Это уже потом выяснится, что денег нужно на два порядка больше, но это всё равно ничто по сравнению с тем, чем отрасль оперирует сегодня.

Не прошло и восьмидесяти лет с первых опытов по передаче движущейся монохромной картинке, а разговор идёт уже о квантовых точках и сверхкачественной передаче изображения. Магазины же ломятся от гигантских телевизоров, выполненных по ультрасовременным технологиям, вроде органических светодиодных активных матриц (AMOLED — active matrix organic light emitting diodes) и квантовых точек (DQLED — quantum dot LEDs). И сегодня 100 дюймов — это диагональ ТВ-экрана, а не расстояние, на которое удаётся передать “картинку”. Смена семи поколений телевизоров (электромеханика — монохромный кинескоп — цветной кинескоп — плазма — ЖК — AMOLED — DQLED), сопровождающаяся массовой, глобальной заменой на уровне десятков и сотен миллионов устройств каждые 10...15 лет, говорит о том, что телевидение стало самостоятельным и глобальным социальным, технологическим и рыночным (а значит, коммерческим и финансовым) феноменом. Он создаёт свою глобальную инфраструктуру производства и дистрибуции видеоконтента, изготовления абонентских устройств и налаженные каналы продаж всех элементов этой экосистемы, развитие которой нисколько не затормозилось.

### Аналог — Цифра — IP

Наступил момент, когда аналоговое ТВ практически, полностью исчерпав свой потенциал по разрешению экрана, контрастности “картинки” и помехоустойчивости в проводных и эфирных сетях, плавно уступило своё место цифровому в группе стандартов DVB (Digital Video Broadcasting). Однако, несмотря на доминирование цифровых форматов DVB-S/S2 (непосредственное спутниковое телевидение),

DVB-T/T2 (эфирное цифровое ТВ) и DVB-C (кабельное цифровое ТВ), в настоящее время происходит массовая миграция всей ТВ-индустрии в IPTV-формат. Последний обеспечивает максимально полную интеграцию ТВ в проводном и беспроводном форматах с современными, преимущественно, оптоволоконными транспортными сетями пакетной коммутации, а также практически неограниченные разрешения "картинки", динамический диапазон и уровень интерактивности (VoD, OTT).

### Гонка по диагонали

Кинескопные телевизоры изначально были ограничены в размерах диагонали экрана в пределах 32...38 дюймов, максимум. Причины — сложность удержания точной фокусировки электронного луча в ЭЛТ при больших углах его отклонения, необходимость увеличения ускоряющего напряжения и силы тока луча и, как следствие, всё более толстая и тяжёлая биологическая защита свинцовосодержащим стеклом панели от мягкого рентгеновского излучения, что приводило к увеличению массы кинескопов до нескольких десятков килограмм.

Переход к планарным технологиям кинескопов, совпавший с введением индустриального стандарта 1080p в середине 90-х, привёл к бурному расцвету плоскопанельных телевизоров с большими диагоналями экранов — до 50 дюймов. Первоначальный "бум" плазменных панелей, стоимость которых поначалу была сравнима со стоимостью автомобиля, вскоре сменился разочарованием в их перспективности. Последнее было связано с большими массой и толщиной, невозможностью масштабирования "вниз" и дальнейшего снижения контрастности в силу взаимодействия между соседними плазменными излучающими ячейками/пикселями.

Следующее бурное развитие ЖК-панелей, особенно в варианте активных матриц, позволило перейти к массовому изготовлению огромных и тонких телевизионных панелей, размеры которых были физически ограничены лишь размерами стеклянных плоскопараллельных подложек. Активная ЖК-технология сняла также и физические ограничения на пространственное разрешение ТВ-экранов, позволяя перейти от разрешения Full HD (1080p) к разрешениям 4, 5, 8, и даже 11К. Но, к сожалению, специфика формирования изображения поляризационными фильтрами ЖК-панелей поставила жёсткие ограничения на пути дальнейшего увеличения контрастности (динамического диапазона) телевизоров в новых форматах 4K UHD Premium и выше, открывая дорогу AMOLED- и DQLED-дисплеям.

Последние образцы телевизоров на основе AMOLED-панелей демонстрируют фантастическое, предельное значение контрастности, теоретически равное бесконечности. Причина заключается в полном отсутствии излучения от неактивных пикселей такой матрицы, что обеспечивает в теории бесконечно большой динамический диапазон. И именно это делает такие панели идеальным выбором для новых форматов цифрового (S) UHD TV с разрешениями от 4 до 10K и динамическим диапазоном более

1000:1. Использование переизлучающих матриц из неорганических квантовых точек, с размерами зерна 10...50 нм, позволяет генерировать каждому субпикселу спектрально чистый цвет, определяемый квантово-размерными эффектами, обеспечивая тем самым исключительно точную цветопередачу в максимально широкой цветовой палитре.

В результате телевизионные панели, достигнув практических пределов "по горизонтали" — до двух метров, что соответствует размерам простенков в стандартном жилище, начали расти ввысь. И сегодня мы уже видим образцы телевизоров, установленных вертикально, "на попа", с горизонтальным сегментированием панели на несколько независимых "видеооков".

### Линейность проявит интерактивности

При появлении первых систем IPTV в начале 2000-х годов, позволивших начать предоставление услуг интерактивного ТВ и "ТВ-по-запросу" (VoD), появилось мнение, что линейное вещательное ТВ уйдёт со сцены, уступив место его интерактивным вариантам. Основным аргументом было физическое ограничение возможности просмотра телепередач 24-мя часами в сутки. На практике оказалось, что телевидение стало многоэкранным и "многослойным" за счёт параллельного использования для просмотра в ноутбуках, планшетах и коммуникаторах. Поэтому в настоящее время среднее время телепросмотра составляет 26...28 часов в сутки. Ну а дополненная реальность может внести дополнительный вклад в дальнейшее его увеличение.

### Бесконечный "улучшаинг" от 4K к 8K и далее везде...

В конце "нулевых" годов возникла идея, что дополнительная потребительная стоимость телевидения может быть создана путём вывода его в "третье измерение", т. е. придания телевизионной картинке объёмности. Успехи трёхмерного кино в форматах Real 3D и IMAX позволили спроецировать этот успех и на частные телепросмотры. Развитие стереотелевидения пошло в трёх направлениях: пассивной очковой стереоскопии за счёт использования пассивных поляризационных очков (что, впрочем, не является инновацией, поскольку появилось много десятилетий назад), активной очковой стереоскопии (за счёт использования очков с программно-управляемыми поляризационными ЖК-фильтрами, синхронизированными с ТВ-панелью) и безочковой аутостереоскопии, с использованием ленточных дисплеев. В силу неудобства использования очков любого типа и неприятных побочных психофизиологических эффектов оба "очковых" направления "приказали долго жить". Аутостереоскопия же так и остаётся ареной предкоммерческих экспериментов, причём в силу её специфики горизонтальное пространственное разрешение уменьшается в два раза из-за необходимости использования пар рядов пикселей для создания стереоэффекта. В настоящее время поддержка стереоскопии отсутствует в группе стандартов UHD TV и UHD TV Blu-Ray 66 и 100 Гб.

В результате дальнейшее развитие ТВ в направлении увеличения эффекта погружённости пошло в сторону повышения пространственного разрешения картинки ((S)UHD 4/8K), увеличения динамического диапазона (HDR — High Dynamic Range), частоты смены кадров до 50...60 и 120 в секунду (HFR — High Frame Rate), а также расширения охватываемой цветовой палитры (WCG — Wide Color Gamut). Поэтому на сегодняшний день предельными параметрами телевизионной "картинки" можно считать следующие: разрешение — 8K, частота кадров — 120 в секунду, динамический диапазон — более 1000:1 при минимальной светимости пиксела 0,005 лм, охват — 100 % цветовой таблицы NTSC.

Уникальный технологический прорыв последних лет, обеспечивший фотолитографическое формирование активных матриц на криволинейных цилиндрических поверхностях, позволил представить коммерческие образцы так называемых изогнутых телевизоров. Основная идея их создания заключается в увеличении иммерсивности (погружению в "картинку") за счёт использования экрана, все пиксели которого равноудалены от зрителя, находящегося в его фокальной плоскости. К сожалению, дополнительная наценка на такие телевизоры оказалась неоправданно завышенной, и поэтому в 2016 г. обозначилась тенденция постепенного отказа производителей телевизоров от предложения изогнутых моделей.

### Новые техтребования от геймеров

Современные видеоигры, создав симбиоз с телевидением за счёт использования одних и тех же ТВ-экранов, стали причиной резкого повышения технических требований к телевизионным интерактивным сетям. Для геймера важен эффект максимальной вовлечённости в сюжет видеоигры, который обеспечивается как максимальным качеством самой "картинки", так и скоростью реакции, т. е. интерактивностью. Поэтому интерактивное телевидение стало оказывать прямое и непосредственное влияние на телекоммуникационную инфраструктуру, требуя использования либо CDN (Content Delivery Network — сеть доставки контента) общего назначения, либо специализированных систем видео-CDN для максимального пространственного приближения соответствующих видеосерверов к абоненту. В настоящее время требуемое время реакции сети в видеоигре составляет менее 10 мс, что налагает всё более ужесточающиеся технические требования на всю цепочку предоставления услуг сетевых видеоигр.

### Виртуалы против аугментов

В настоящее время очевиден взрыв зрительского интереса к системам виртуальной (VR — Virtual Reality) и дополненной (AR — Augmented Reality) реальностей. Их "обитатели" делятся соответственно на виртуалов и аугментов. В первом случае окружающая зрителя реальность полностью оптически блокируется, заменяясь её виртуальной версией, во втором — на "реальную" реальность накладываются элементы реальности дополненной, как в проекционных дисплеях типа HUD (Head-Up Display), например,



для отображения критической информации на лобовом стекле автомобиля. Огромный интерес публики и вал заказов на системы типа Oculus Rift или HTC Vive, а также интерес к системе HoloLens наглядно демонстрируют их огромный потенциал. Обратной стороной данного процесса является дальнейшее ужесточение технических требований к подобным системам в части пространственного разрешения (для повышения реалистичности изображения) и скорости реакции на движения пользователя (для устранения эффектов укачивания и "морской болезни").

Могут быть у пользователей VR и AR и другие последствия, которые буквально открыли новый смежный рынок. В связи с этим компания "АльфаСтрахование" даже объявила, что займётся страхованием поклонников виртуальной реальности. Пользователи 3D-очков и шлемов смогут приобрести специальные полисы для страхования от несчастного случая. Размер же выплаты будет зависеть от степени тяжести увечья, полученного в момент использования данных устройств. Очевидно, всё это неспроста...

### Движущая сила прогресса

Как видно из вышеприведённых примеров, именно геймеры и будущие пользователи систем виртуальной и дополненной реальности уже являются или станут основной движущей силой дальнейшего прогресса в области телевизионных систем, в том числе и интерактивных. Дальнейшее ужесточение технических требований со стороны таких пользователей создаст мощнейшее давление на всю телекоммуникационную инфраструктуру, используемую в настоящее время для формирования и доставки видеосигнала.

Собственно, и "погружение" теперь идёт по большей части не в специализированные ТВ-сети, а в Интернет. В частности, компания Intel, которая также считает необходимым для современного потребителя эффекта "погружения" непосредственно из Интернета, недавно представила семейство процессоров Intel Core седьмого поколения (кодовое обозначение Kaby Lake, технология 14 нм), которые реализуют эту концепцию благодаря поддержке видео стандарта 4K UHD с углом обзора 360° и потокового видео высокого разрешения.

### Системы хранения видеоконтента

В настоящее время становятся коммерчески доступными системы хранения (видеооплееры) UHD 4K видеоконтента с соответствующими видеокодеками класса HEVC/MPEG-5/H.265. Объём хранения для них составляет 66 или 100 Гб, записываемых соответственно на двух или трёх слоях. При дальнейшем увеличении разрешения телевидения до 8K, очевидно, требуемый объём хранения возрастёт многократно, вплоть до 1 Тб на видеодиск. При сохранении существующих физических принципов формирования видеозаписи на оптическом слое видеодиска единственной мыслимой возможностью дальнейшего повышения его ёмкости является увеличение пространственного разрешения пишущих лазерных головок путём использования светодиодов на основе широкозонных гетерозипитаксиаль-

ных светоизлучающих структур нитридов галлия-алюминия (AlGaN), излучающих в диапазоне жёсткого ультрафиолета и формирующих таким образом пятно минимального дифракционного предела.

### Скромное обаяние контента

Так что же определяет его потребительскую стоимость, форма (качество) или содержание? Поскольку телевидение — это род искусства, потребительная стоимость теле- или видеопродукта определяется не только и не столько качеством телекартинки, но и её художественным содержанием. Между прочим, многие истинно великие произведения кинематографии и телевидения до сих пор известны аудитории в чёрно-белом варианте с весьма скромным качеством, что не умаляет их художественных достоинств. Поэтому по мере повышения технического качества "телекартинки" на первый план всё острее выходят "нетехнические" компоненты потребительской стоимости: художественное содержание, глубина замысла, оригинальность сюжета, персоналии, качество игры актёров и т. п. А это невозможно оценить ни по каким не то что количественным ("цифровым") меркам, но даже и по качественным ("хорошо/плохо") критериям. Уменьшение визуальной разницы между реальностью и телевизионным изображением, вплоть до её практически полного исчезновения, делает ситуацию с видеоконтентом всё более беспощадной к его авторам и создателям, наглядно показывая порой, что "король-то голый", и обнажая попытки режиссёра спрятать за техническим совершенством камер, света, цвета и звука убожество и фальшь сюжета и плохую игру исполнителей. Скорее всего, дальнейшее техническое развитие телевидения, как технологической экосистемы, будет предъявлять всё более высокие требования к художественному содержанию и качеству транслируемого видеоконтента. Но это, конечно, благие пожелания, которые двигали ещё Владимиром Зворыкиным. И они несколько не исключают наличия огромной армии телезрителей несколько другой направленности, общую характеристику которых дали братья Стругацкие в одном известном произведении: "Протоплазма, — подумал Румата. Жрущая и размножающаяся протоплазма".

### "Пиплметрия"

В современной телеиндустрии в настоящее время идут бурные и бесплодные дебаты — а что смотрят телезрители, каковы паттерны (от англ. pattern и лат. patternus — модель, образец для подражания, шаблон, стиль) телепросмотра и насколько объективны методики их измерений. Особую остроту и актуальность этим дебатам придают практические аспекты результатов подобных измерений, а именно монетизация телеканалов. В то же время существует идея, что пока потребитель "глочет", то что и зачем измерять? Всё равно ничего другого он получить и посмотреть не может. Такая точка зрения, являющаяся отголоском "славного" советского телепрошлого с его четырьмя телевизионными каналами на всю страну (по планам до 2000 г.), уже изживает себя за счёт активного развития IPTV в форматах VoD и OTT. Тем не менее стоит

заметить, что все разговоры о методиках и охвате замеров "пиплметрии" (от англ. peoplemeter — измеритель аудитории) обречены на несурную, но смерть. Дело в том, что IPTV, в силу его технологических особенностей, является способом телевидения со встроенным "пиплметром". Система криптозащиты видеоконтента в IPTV надёжно ограждает телевещателя от возможных "утечек" контента на сторону, а система предоставления видеослужб (middleware) гарантирует полный контроль вещателя над тем, кто из абонентов и что смотрит в каждый данный момент времени. Таким образом, массовое распространение IPTV, как основного формата телевидения, делает ненужными специализированные системы "пиплметрии", позволяя абсолютно точно оценивать число телезрителей в любом географическом или контентном разрезе при максимальной представительности выборки статистического анализа, распространяемой на всю аудиторию.

### Будущее тонет в ослепительном тумане...

Как следует из всего вышеизложенного, современная телеиндустрия стоит перед новыми исключительно серьёзными вызовами. Это и переход на более высокий уровень качества изображения при одновременном резком увеличении нагрузки на транспортные телекоммуникационные сети, и повышение доли интерактивности в телевидении за счёт новых форматов видеоконтента и видеоигр, и появление систем виртуальной и дополненной реальности, дающих новое потребительское измерение контенту, и, наконец, необходимость постоянного повышения художественного уровня и привлекательности контента для сохранения и повышения его потребительской стоимости. В связи с этим возникает логичный вопрос — хватит ли у нас, телезрителей, денег, чтобы оплатить весь этот банкет продюсеров, режиссёров, актёров и телевещателей? И не забудьте ИКТ-инфраструктуру...

Впрочем, почти всю эту публику вскоре может заменить компьютер, что уже продемонстрировал Джеймс Кэмерон своим "Аватаром" (кстати, планируется его продолжение в виде эпопеи). Осталось лишь немного подождать, когда недорогие (во всяком случае, гораздо меньше голливудских гонораров) цифровые модели и копии кого угодно и чего угодно станут доступны из "облака" даже "сам себе режиссёрам". Правда, зная человеческую природу, не стоит ожидать массового появления телешедеров. Скорее, наоборот. Ведь у нас уже есть опыт социальных сетей, откуда так и не павалили валом великие писатели. Однако, как показывает практика, самые большие доходы дают отнюдь не они.

Если вы считаете точно так же, то вы не одиноки. К примеру, на склоне лет Владимир Козьмич Зворыкин разочаровался в телевидении и говорил: "Я создал монстра, способного промочь мозги всему человечеству. Это чудовище приведёт нашу планету к унифицированному мышлению...". Уж не управляемость ли "цифры" имел он в виду? "Впрочем, — добавлял Владимир Козьмич, — лучшая деталь в телевизоре — это выключатель".