

# Системы цифрового телевидения для тех, кто хочет понять: кодирование, исправляющее ошибки

Часть 2.

Константин Гласман

## Коды с исправлением ошибок: базовые принципы

### Исправление ошибок

Передаваемые сообщения в виде последовательности букв из алфавита, содержащего конечное множество букв, с помощью кодера источника преобразуются в двоичные кодовые слова, состоящие из двоичных символов и называемые информационными. Если, например, таких букв две, то их можно закодировать в форме одноразрядных двоичных кодовых слов. Для кодирования отсчетов видеосигнала на выходе аналого-цифрового преобразователя с 256 уровнями квантования информационные слова должны иметь длину в 8 двоичных символов. Информационные слова  $u$  поступают на вход канального кодера (рис. 2, ч. 1, №6/2020). Задача канального кодера заключается в формировании по определенным правилам кодового слова  $x$  большей длины, то есть слова с дополнительными данными, называемыми проверочными. Кодовое слово передается по каналу, в котором оно может искажаться и подвергаться действию шумов и помех. Слово, поступающее на вход канального декодера, может содержать ошибки и отличаться от кодового слова, поступающего на вход канала связи. Введенная избыточность в виде проверочных данных должна быть достаточной для того, чтобы декодер мог исправить ошибки в принятом слове и затем принять решение о том, какое слово канала было передано.

В качестве некоей аналогии, позволяющей понять базовые принципы принятия решения декодером, можно привести распознавание текста книги, в которой есть опечатки. Тексты, записанные на любом языке, обладают определенной избыточностью, которая позволяет понимать написанное несмотря на некоторое количество опечаток. Это связано с тем, что число слов, которые можно было бы составить из букв алфавита (конечно, большая часть составленных слов была бы просто бессмысленным набором букв), значительно больше числа слов словарного запаса людей, говорящих на этом языке. Опечатка обычно не приводит к тому, что одно слово из словаря превращается в другое слово из словаря. Слово с опе-

чаткой не содержится в словаре, но оно похоже на исходное, в которое вкралась опечатка, что и позволяет нам определить, какое слово было искажено опечаткой, и понять текст. Может оказаться, что слово с опечаткой похоже на несколько слов из словаря. В этом случае задача усложняется. При чтении и распознавании текста надо оценить, к какому слову в словаре «ближе» слово с опечаткой и на какое оно больше похоже. Избыточность позволяет нам понимать иностранцев, говорящих с акцентом или с ошибками.

Возвращаясь к словам канального кода, можно отметить, что задача кодера – сделать кодовые слова максимально «непохожими» друг на друга. Чем более «непохожи» кодовые слова, чем больше «расстояние» между ними, тем больше ошибок может исправить декодер, чтобы восстановить переданное слово.

### Блочные и древовидные коды

Есть два разных правила канального кодирования. Блочное кодирование предполагает разбиение последовательности информационных символов на фрагменты – блоки, содержащие по  $k$  символов каждый. Из каждого информационного блока формируется набор из  $n$  символов ( $n > k$ ), который называется кодовым словом канала. В декодере канала кодовые слова канала обрабатываются независимо друг от друга.

Блочный код над алфавитом из  $q$  символов определяется как множество из  $M$   $q$ -ичных последовательностей длины  $n$ , представляющих собой кодовые слова канала. Если  $q=2$ , то символы называются битами (двоичными разрядами), а код – двоичным. Число  $M=q^k$  называют мощностью кода, который обозначается как  $(n, k)$ -код. Отношение длины информационного слова к длине кодового слова называется скоростью блочного кода:

$$R = k/n \quad (2)$$

Древовидное кодирование предполагает обработку информационной последовательности без предварительного разделения ее на независимые блоки. Кодер обрабатывает информацию непрерывно. Каждой информационной последователь-

ности большой длины ставится в соответствие кодовая последовательность, состоящая из большего количества символов.

К настоящему времени лучше исследованы блочные коды. Это связано с тем, что блочные коды строятся на базе хорошо изученных математических структур. Канальные коды, применяемые в настоящее время в телевизионных системах семейства DVB-2 и ATSC 3.0, являются блочными.

### Код с повторением

Сообщение представляет собой последовательность из двух букв:  $a$  и  $b$ . Их можно представить в форме одноразрядных двоичных кодовых слов  $u$  по правилу:  $u=0$  при передаче буквы  $a$  и  $u=1$  при передаче буквы  $b$ . Слово  $u$  поступает на вход канального кодера. Слово на выходе  $x$  представляет собой, например, трехкратное повторение каждого информационного слова. Итак, длина кодового слова равна  $n=3$ , мощность равна  $M=2^k=2^1=2$ . Это блочный код с параметрами  $(n, k)=(3, 1)$ . Процесс кодирования может быть описан с помощью таблицы кодирования (табл. 1).

Таблица 1. Кодирование для (3, 1)-кода с повторением

Информационные слова $u$	0	1
Кодовые слова $x$	000	111

### Расстояние по Хэммингу и минимальное расстояние

В описании кода с повторением были уже введены три параметра, важные для оценки кода: мощность кода  $M$ , длина блока  $n$  и длина информационного блока  $k$ . Введем еще один параметр – минимальное расстояние  $d$ , которое является мерой различия двух наиболее похожих кодовых слов. В общем виде в теории кодирования в качестве меры различия вводится расстояние по Хэммингу. Расстояние между двумя словами определяется как число позиций, в которых они различны. Для кодовых слов 000 и 111 кода с повторением расстояние  $d(000, 111)=3$ . Поскольку слов всего два, то это расстояние является и минимальным.



## Серверы и процессоры линейки SL NEO

<b>Интерфейсы</b>	SDI, IP, DVB ASI, HDMI
<b>Протоколы</b>	NDI, HLS, RTMP, RTP, RTSP, MMS, HTTP, UDP, SMPTE ST2022, SMPTE ST2110 over IP
<b>Цвет</b>	BT709, BT2020 (PQ, HLG)
<b>Контейнеры</b>	MXF, GXF AVI, MOV, MP4 DV, FLV, MPG, TS
<b>Кодеки</b>	DVCPRO, XDCAM, PRORES, XAVC, AVCI, DNxHD/HR, MPEG2, X.264, H.264/265
<b>Данные</b>	AFD, CEA-608/708, SCTE104/35, OP-42/47, DVB Subtitles, LTC/MITC

### МЕДИА-СЕРВЕРЫ SL NEO



Медиа-серверы SL NEO предназначены для использования в ТВ вещании и производстве программ, предоставляют пользователям высоконадежные сервисы потоковой, файловой обработки медиа- и метаданных, адаптируемые к актуальной для телекомпании технологической цепи. Линейка SL NEO содержит 9 серий и более 500 конфигураций серверов.

### ДО 16-ТИ КАНАЛОВ HD



Надежное многоканальное решение в одном системном блоке: запись, автоматический файловый импорт и воспроизведение, live-трансляция, графика, DVE, оформление каналов, импорт/верстка play-листов, прием и генерация меток SCTE/DTMF, up/down/cross конвертация, 100% резервирование, "врезка" рекламы, телетекст, субтитры. Форматы: SDI/HDMI/IP/ASI, Ultra HD HDR PQ/HLG/HD/SD.

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ



Серверное ПО отвечает за работу серверных платформ: выполнение операций с файлами, воспроизведение, запись, кодирование, наложение графики. Клиентское ПО SL NEO транслирует запросы серверам от рабочих станций, благодаря чему команда пользователей может дистанционно и одновременно управлять портами серверов, просматривать и редактировать контент.

Представительство SkyLark Technology Inc.  
в Восточной Европе, России и СНГ:  
ООО "Системные решения для телевидения"  
198097, Санкт-Петербург, ул. Маршала  
Говорова, 29 А, БЦ "Командарм" офисы 106, 107.

Тел. : +7-812-944-04-76,  
+7-812-930-04-76.  
Тел./факс: +7-812-347-84-63.  
web: <http://www.skylark.ru>,  
e-mail: [info@skylark.ru](mailto:info@skylark.ru)

QR КОД





Минимальное расстояние  $d^*$  является важнейшим параметром блочного кода. Если в канал передано слово  $x$  и в канале произошла одна ошибка, то принятое декодером канала слово  $y$  отличается в одной позиции, то есть расстояние по Хэммингу между ними равно  $d=(x, y)=1$ . Если минимальное расстояние кода не меньше чем 3, то расстояние от  $y$  до любого другого кодового слова не меньше чем 2. Это означает, что декодер сможет исправить ошибку, полагая, что было передано ближайшее к  $y$  кодовое слово, находящееся от принятого на расстоянии 1, и принять правильное решение.

Минимальное расстояние для рассматриваемого кода с повторением равно 3, поэтому декодер (3, 1)-кода сможет исправить любую одиночную ошибку.

В общем виде связь между минимальным расстоянием по Хэммингу и числом исправляемых ошибок может быть выражена следующим образом. Если в канале произошло  $t$  ошибок, и расстояние до любого слова, не равного переданному, больше  $t$ , то декодер сможет исправить  $t$  ошибок, выбирая в качестве переданного слова ближайшее к принятому. Это означает, что минимальное расстояние между кодовыми словами должно соответствовать условию:

$$d^* \geq 2t + 1 \quad (3)$$

### Ошибки при передаче

Возможные «опечатки» в переданных кодовых словах под действием ошибок для (3, 1)-кода с повторением приведены в табл. 2. В строках таблицы показаны кодовые слова (первая строка) и слова, принятые на выходе канала, при различных ошибках. Ошибки представлены в виде трехразрядных слов ошибки. Единичное значение в некотором разряде слова ошибки указывает на ошибку, которая происходит в канале связи в соответствующем разряде кодового слова. Фактически это означает, что для описания влияния ошибок принята аддитивная модель, в рамках которой переданное кодовое слово складывается со словом ошибки, причем сложение происходит по модулю числа 2: ( $0+0=0$ ,  $0+1=1$ ,  $1+0=1$ ,  $1+1=0$ ). При ошибке 000 принятое слово совпадает с переданным (вторая строка). Если ошибка описывается словом 001, то ошибка происходит в последнем разряде переданного кодового слова и вместо слова 000 на вход декодера приходит 001, а вместо 111 – 110 (третья строка). Следующие две строки описывают влияние одиночных ошибок во

втором и первом разрядах кодового слова (слова ошибок 010, 100).

**Таблица 2. Варианты трансформаций переданных кодовых слов под действием ошибок для (3, 1)-кода с повторением**

(3, 1)-код	Принятые слова		
	Кодовые слова $x$	000	111
Ошибка	000	000	111
	001	001	110
	010	010	101
	100	100	011
	011	011	100
	101	101	011
	110	110	001
	111	111	000

Если на вход декодера канала поступает слово, равное кодовому (например, 000), то естественно предположить, что именно это кодовое слово и было передано. Если принято, например, слово 110, то можно предположить, что было передано слово 111, искаженное одной ошибкой 001. Объяснением может быть то обстоятельство, что слово 111 находится на расстоянии 1 по Хэммингу от принятого, а кодовое слово 000 находится на расстоянии 2 от принятого. Но этим решениям, как может показаться, противоречат последние четыре строки табл. 2, в которых описывается воздействие на переданное кодовое слово двух и трех ошибок, которые могут произойти в канале. Слово 000 может быть принято в ситуации, когда передается слово 111, но в канале происходят три ошибки (последняя строка). Слово 110 может быть принято, если передается кодовое слово 000, а в канале происходят две ошибки (предпоследняя строка). Какое же решение должен принимать декодер?

### Декодирование как статистическое решение и метод максимального правдоподобия

Решение относительно переданного кодового слова, которое принимает декодер, всегда является статистическим. Оно представляет собой наилучшую гипотезу, принятую на основе имеющейся информации, и поэтому может не быть верным. Декодер не способен исправить абсолютно все ошибки. Задача разработчиков заключается в поиске кода, при использовании которого вероятность неверного решения значительно меньше вероятности правильного.

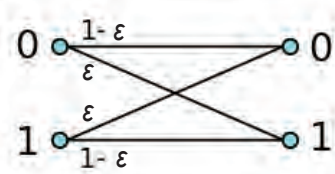


Рис. 3. Модель двоичного симметричного канала

Для того чтобы полностью оценить возможности кода выработать процедуру принятия решений, надо получить вероятностные характеристики канала связи. На рис. 3 изображена схематически модель двоичного симметричного канала. Для канала задаются переходные вероятности  $P(y/x)$  приема символа  $x$  при условии, что был передан символ  $y$ : вероятность того, что принятый символ совпадает с переданным ( $1-\varepsilon$ ), и вероятность получения противоположного символа  $\varepsilon$ . Предполагается, что  $(1-\varepsilon) > \varepsilon$  и что переходные вероятности для каждого символа не зависят от предшествующих символов последовательности (такие каналы называются каналами без памяти). Надо иметь в виду, что канал рис. 3 содержит модулятор, собственно канал связи и демодулятор (рис. 2, ч. 1, №6/2020). Канал симметричен, поэтому  $P(0/0)=P(1/1)=(1-\varepsilon)$  и  $P(0/1)=P(1/0)=\varepsilon$ . Модель двоичного симметричного канала используется в исследованиях чаще всего, хотя она не слишком точно описывает многие реальные каналы.

Если двоичные символы передаются в канале без канального кодирования, то вероятность ошибки составляет величину, равную  $\varepsilon$ . В качестве некоторой оценки можно принять значение  $\varepsilon=0,1$ . Это означает, что в 10% случаев передача сопровождается ошибками и только в 90% передача происходит без ошибок. Оценим, каков будет результат канального кодирования с помощью кода  $(n, k)=(3, 1)$  с минимальным расстоянием  $d^*=3$  (код с повторением, введенный выше).

Если кодовое слово имеет длину  $n$ , то переходные вероятности для слов могут быть рассчитаны как произведение переходных вероятностей для отдельных символов слова:

$$P_n(y|x) = \prod_{i=1}^n P_i(y_i|x_i) \quad (4)$$

Блок символов 000 может быть принят в двух ситуациях: если через канал прошло без ошибок кодовое слово 000, и если кодовое слово 111 было искажено ошибками в трех разрядах. Вероятность того, что слово 000 будет принято на выходе канала, если на вход канала поступает кодовое слово 000, равна  $P(000/000) = (1-\varepsilon)^3$ . Вероятность того, что слово 000 будет принято на выходе канала, если на вход канала поступает кодовое сло-

# МАЛ, ДА УДАЛ



Software-defined platform  
with up to 4 app spaces per SFP

-  IP Gateway
-  4x1 / 9x1 / 16x1  
Multiviewer
-  JPEG-2000 / JPEG-XS  
En- / Decoder
-  Up / Down /  
Cross Converter
-  Audio Router



во 111, равна  $P(000/111)=\varepsilon^3$ . Поскольку  $(1-\varepsilon)>\varepsilon$ , получение на выходе канала слова без ошибок более вероятно, чем получение слова с тремя ошибками. Если  $\varepsilon=0,1$ , то  $P(000/000)=(1-\varepsilon)^3=0,729$ , а  $P(000/111)=\varepsilon^3=0,001$ .

Слово 110 может быть принято на выходе канала также в двух случаях: если переданное слово 111 было поражено одной ошибкой и если кодовое слово 000 было искажено двумя ошибками. Вероятность того, что слово 110 будет принято на выходе канала, если на вход канала поступает кодовое слово 111, равна  $P(110/111)=(1-\varepsilon)\varepsilon$ . Вероятность того, что слово 110 будет принято на выходе канала, если на вход канала поступает кодовое слово 000, равна  $P(110/000)=(1-\varepsilon)\varepsilon^2$ . Поскольку  $(1-\varepsilon)>\varepsilon$ , получение на выходе канала слова с одной ошибкой более вероятно, чем получение слова с двумя ошибками. Если  $\varepsilon=0,1$ , то  $P(110/111)=(1-\varepsilon)\varepsilon=0,081$ , а  $P(110/000)=(1-\varepsilon)\varepsilon^2=0,009$ .

Проведенные расчеты показывают, что получение на входе декодера любого слова без ошибок более вероятно, чем получение слова с ошибками. Получение любого слова с одной ошибкой более вероятно, чем получение слова с двумя или тремя ошибками. Поэтому наилучшим решением на приемной стороне всегда будет декодирование в то кодовое слово, которое отличается от принятого слова в наименьшем числе разрядов. Такое декодирование называется декодированием по методу максимального правдоподобия. Надо только отметить, что этот вывод справедлив при условии, что все кодовые слова передаются с одинаковыми или близкими вероятностями.

Процесс выбора решения при декодировании по методу максимального правдоподобия для (3, 1)-кода с повторением описан при помощи таблицы декодирования (табл. 3).

**Таблица 3. Декодирование для (3, 1)-кода с повторением**

Кодовые слова $u$	000	111
Другие принимаемые слова	001	110
	010	101
	100	011

Кодовые слова образуют первую строку таблицы декодирования. Если получено слово, совпадающее с одним из кодовых слов, то в соответствии с методом максимального правдоподобия принимается решение, что было передано именно это кодовое слово. Решения для других возможных слов на выходе демодулятора приемной стороны принимаются в соответствии со списками слов под каждым кодовым словом. Слова из списка декодируются в кодо-

вое слово, которое находится на вершине списка. Для блокового (3, 1)-кода с длиной кодового слова  $n=3$  существует всего восемь вариантов принимаемых слов. Каждое слово появляется в таблице декодирования только один раз.

Используя данные из табл. 3, можно найти вероятность ошибки декодирования для (3, 1)-кода с повторением и сравнить ее с вероятностью ошибки в канале без канального кодирования. Принятые слова 000, 001, 010, 100 декодируются в кодовое слово 000. Вероятность правильного декодирования может быть найдена как сумма переходных вероятностей для каждого слова из списка:

$$P_{cor} = P(000|000) + P(001|000) + P(010|000) + P(100|000) = (1-\varepsilon)^3 + 3(1-\varepsilon)^2\varepsilon \quad (5)$$

При  $\varepsilon=0,1$  вероятность правильного декодирования равна 0,972. При  $\varepsilon=0,01$  вероятность правильного декодирования равна 0,9997.

Принятые слова 111, 110, 101, 011 декодируются в кодовое слово 111. Если на самом деле было передано слово 000, то каждое такое решение будет ошибочным. Вероятность ошибки декодирования можно найти как сумму вероятностей того, что при передаче слова 000 принимаются слова 111, 110, 101, 011:

$$P_{err} = P(111|000) + P(110|000) + P(101|000) + P(011|000) = \varepsilon^3 + 3(1-\varepsilon)\varepsilon^2 \quad (6)$$

При  $\varepsilon=0,1$  вероятность ошибки равна  $P_e=0,028$ . При  $\varepsilon=0,01$  вероятность ошибки равна  $P_e=0,000298$ .

Для кода с повторением с длиной кодового слова  $n$  минимальное расстояние равно длине  $n$ . В общем виде  $(n, k)$ -код с повторением можно записать как  $(n, 1)$ -код. Если необходимо исправлять, например, две ошибки в кодовом слове, длина кодового слова должна быть увеличена до 5. Если необходимо исправлять 3 ошибки, то длина должна составлять величину  $n=7$ . Коды с повторением обладают неплохими возможностями исправления ошибок, но скорость кода мала. При  $n=7$  скорость кода  $R=k/n$  равна всего 1/7.

#### Код с одной проверкой на четность

Пусть сообщение представляет собой последовательность из четырех букв:  $a, b, c, d$ . Их можно закодировать в кодере источника с помощью двуразрядных двоичных информационных кодовых слов ( $k=2$ )  $u$  по пра-

вилу:  $u=00$  при передаче буквы  $a$ ,  $u=01$  при передаче буквы  $b$ ,  $u=10$  при передаче буквы  $c$ ,  $u=11$  при передаче буквы  $d$ . Информационное слово  $u$  поступает на вход канального кодера. Слово на выходе кодера  $x$  формируется с помощью добавления одного проверочного символа  $p$  так, чтобы число единиц в каждом кодовом слове было четным. Символ  $p$  называется битом проверки на четность. Процесс добавления проверочного бита описан в табл. 4. В каждом кодовом слове четное число единиц (число 0 считается четным). Итак, длина кодового слова равна  $n=3$ , мощность равна  $M=2^k=2^2=4$ . Это блоковый код с параметрами  $(n, k)=(3, 2)$ , который можно в общем виде описать как  $(n, n-1)$ -код или  $(k+1, k)$ -код.

**Табл. 4. Кодирование для (3, 2)-кода с одной проверкой на четность**

Информационные слова $u$	00	01	10	11
Кодовые слова $x$	000	011	101	110

Расстояние между всеми словами одинаково:  $d(000, 011) = d(000, 101) = \dots d(101, 110) = 2$ . Минимальное расстояние кода  $d^*$  равно 2, поэтому ни одна ошибка не может быть исправлена. Код с одной проверкой на четность может быть использован только для обнаружения одной ошибки в канале связи (рис. 2, ч.1). При одной ошибке общее число единиц станет нечетным. Проверка числа единиц в принятом слове в декодере позволяет обнаружить факт ошибки, но не исправить ее. Но если в канале произойдет две ошибки, то число единиц останется четным и ошибки не будут обнаружены. Корректирующие способности кода находятся на минимальном уровне, но скорость кода максимальна при заданной длине кодового слова  $n$ . В примере она равна 2/3, в общем случае скорость кода с одной проверкой на четность равна  $R=k/(k+1)=(n-1)/n$ . Код находит применение, например, при записи чисел в память и в других случаях, когда необходима небольшая возможность обнаружения ошибок при минимальных аппаратных затратах.

#### Систематические коды

В каждом кодовом слове рассмотренного кода с одной проверкой на четность сначала идут символы информационного слова, а потом – бит проверки на четность. Это пример систематического кода. Код называется систематическим, если в каждом кодовом слове длиной  $n$  сначала идут  $k$  символов информационного слова, а потом –  $(n-k)$  проверочных символов.

*Продолжение следует*



## SmallHD выходит на эталонный уровень

Компания SmallHD объявила о входе в сектор эталонных мониторов, выпустив 4K-модель OLED 22. Этот монитор эталонного (reference) класса обладает многими расширенными функциями, которые нужны пользователям OLED-устройств.

«Операторы-постановщики, колористы и специалисты по работе с цифровым изображением с нетерпением ждали замены своим OLED-мониторам HD, – сказал вице-президент SmallHD Грег Смоклер (Greg Smokler). – Поэтому мы потратили 2 года на создание OLED 22 – первого легкого эталонного OLED-монитора 4K, получившего функционал, обеспечивающий высококачественную визуальную оценку 4K-изображения как на съемочной площадке, так и в студии цветокоррекции».

Аппаратную основу OLED 22 составляет архитектура обработки видео Small4K, обеспечивающая широкий спектр опций ввода/вывода, включая 8×12G-SDI и 2× HDMI 2.0. Все эти интерфейсы способны работать с сигналами 4K. Собранный в прочном алюминиевом корпусе с 36 резьбовыми крепежными отверстиями, расположенными сверху и по бокам, OLED 22 имеет массу всего 4,2 кг, а для удобства работы с ним предусмотрены съемные рукоятки и ножки.

OLED 22 не вносит в изображение никаких видимых искажений при любом угле просмотра, отображая его ясно и четко.

Размер экрана по диагонали – 21,6" (55 см), контрастность – не менее 1000000:1 с глубоким черным, глубина квантования цвета – 10 бит, разрешение – 3840×2160, яркость – 350 кд/м<sup>2</sup>, а цветовой охват – 100% для P3 и 135% для Rec 709, благодаря чему достигается естественная цветопередача.

Для подачи питания предусмотрены два входа с возможностью горячего подключения/отключения: XLR-3 и батарейная площадка на два аккумулятора, на которую можно установить крепления Gold Mount и V-Mount (продаются

отдельно). Площадка крепится к направляющим на тыльной панели монитора, а 2-контактные фиксируемые разъемы питания для аксессуаров позволяют подключать к монитору дополнительные устройства.

OLED 22 совместим с радиосистемой Teradek Bolt 4K, дающей возможность получать по радиоканалу 10-разрядное видео 4K/HDR с нулевой задержкой.

Одновременно с новым монитором SmallHD представила и ПО PageOS 4. Оно открывает пользователям доступ к различным инструментам, повышающим эффективность работы. Также PageOS 4 поддерживает улучшенную цветовую калибровку с помощью Color Pipe – интуитивно понятного средства, точно преобразующего логарифмические форматы в SDR и HDR. В новом ПО модернизированы пользовательские предустановки, контрольно-измерительные функции и др.



## UHD/HDR становится стандартом в Германии

Формат UHD становится в Германии стандартным для телевизоров. В первой половине 2020 года в стране было продано порядка 3,2 млн телевизионных приемников, из которых почти 70% (2,2 млн) – это уже модели UHD. Такие данные приводит отраслевая ассоциация Deutsche TV-Plattform, ссылаясь на цифры, полученные от GfK Retail & Technology.

Большинство UHD-телевизоров – 97% – поддерживают расширенный динамический диапазон (HDR), а значит, способны отображать контент с существенно более широким контрастом и максимально естественной цветопередачей тончайших оттенков.

«Именно поэтому нам нравится видеть, что производство фильмов, сериалов, шоу, документальных программ и спортивных трансляций все чаще делается в UHD/HDR, благодаря чему сокращается разрыв между количеством приемных устройств в домах зрителей и доступностью соответствующего контента», – отметила Карин Шардон (Carine Chardon), управляющий директор Deutsche TV-Plattform.

«В целом, почти 14 млн телевизоров Ultra HD с поддержкой HDR было продано в Германии за последние 5 лет. Это показывает, что фундаментальные изменения на рынке бытовой техники идут полным ходом», – добавила она.

 NAGASOFT



**NSCaster**  
ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС

Мощный комплекс для прямого вещания от компании «Nagasoft», который представляет множество функций, включая работу с профессиональными источниками видео (SDI/HDMI/Аналоговые камеры, NewTek NDI камеры, IP камеры, iPhone/iPad удаленные камеры, спортивные камеры, камеры на квадрокоптерах, и т.д.), микширование сигналов, запись всех входов в реальном времени, вещание в интернет, 3D виртуальные студии, хромакей GPU в реальном времени, титры CG, аудиомикшер, мультивьювер, управление PTZ-камерами, система автоматизации эфирного вещания «NSAutoBroadcast», трансляция высококачественного видео по сети Интернет и много других возможностей.

 TELEVIDEOdata

Москва  
Телефон: +7 495 900-10-71  
E-mail: info@televiev.ru  
Web: www.televiev.ru