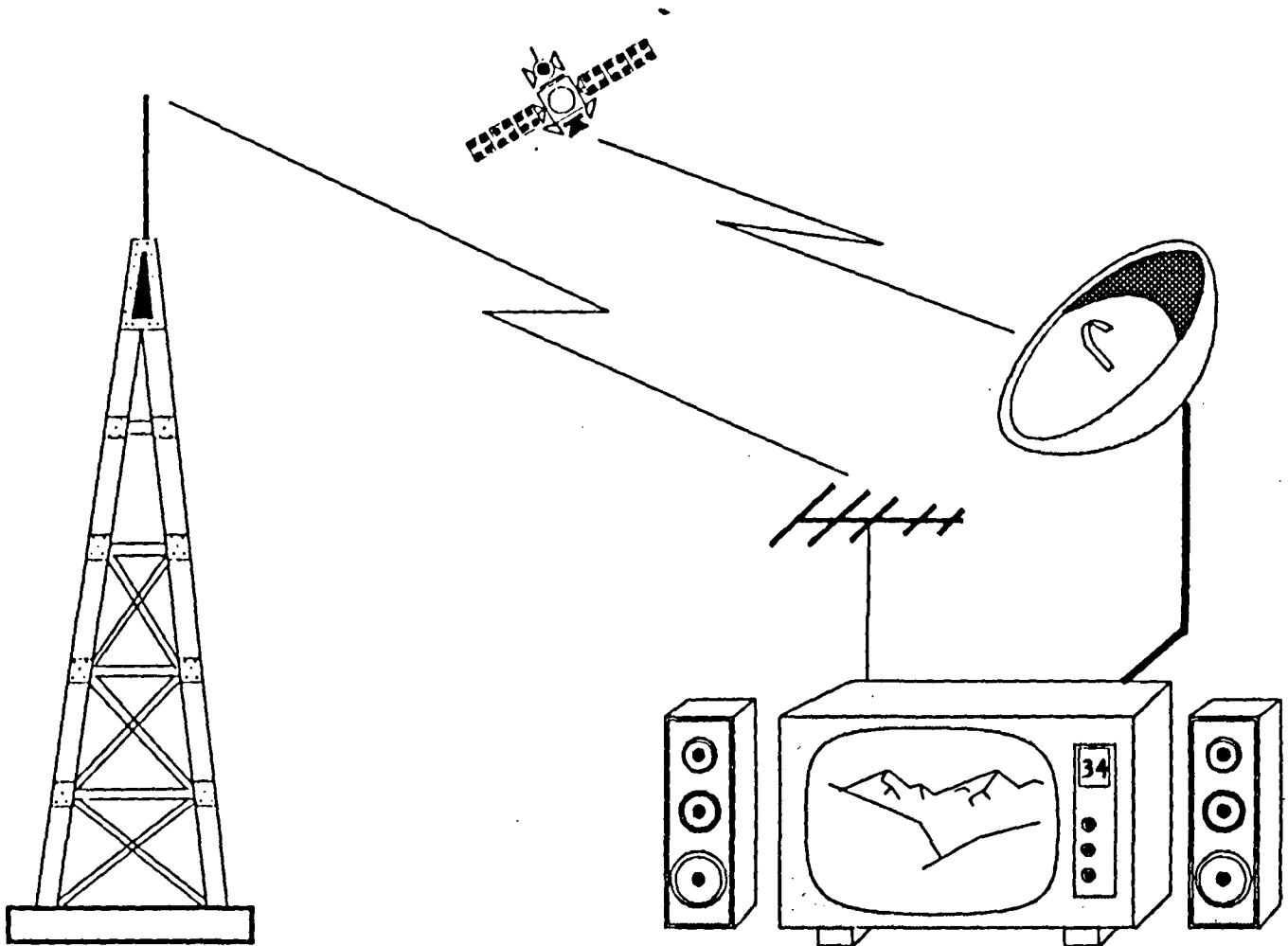




МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

# РЕКОМЕНДАЦИИ МККР, 1992 г.

(Новые и пересмотренные на 15 сентября 1992 г.)



Серия RBT

## ВЕЩАТЕЛЬНАЯ СЛУЖБА (ТЕЛЕВИДЕНИЕ)



МККР МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНСУЛЬТАТИВНЫЙ КОМИТЕТ ПО РАДИО

ISBN 92-61-04589-8

Женева, 1992 г.



© МСЭ 1992

Все права сохранены. Никакая часть данной публикации не может быть воспроизведена или использована в какой бы то ни было форме или с помощью каких-либо средств, электронных либо механических, включая изготовление фотокопий и микрофильмов, без письменного разрешения МСЭ.



## Recommendation 710-1 (1992)

### Subjective assessment methods for image quality in high-definition television [Russian version]

Extract from the publication:  
*CCIR Recommendations: RBT series: Broadcasting Service (Television)*  
(Geneva: ITU, 1992), pp. 191-205

This electronic version (PDF) was scanned by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an original paper document in the ITU Library & Archives collections.

La présente version électronique (PDF) a été numérisée par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'un document papier original des collections de ce service.

Esta versión electrónica (PDF) ha sido escaneada por el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un documento impreso original de las colecciones del Servicio de Biblioteca y Archivos de la UIT.

(ITU) للاتصالات الدولي الاتحاد في والمحفوظات المكتبة قسم أجراه الضوئي بالمسح تصوير نتاج (PDF) الإلكترونية النسخة هذه والمحفوظات المكتبة قسم في المتوفرة الوثائق ضمن أصلية ورقية وثيقة من نقلاً

此电子版（PDF版本）由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案室利用存于该处的纸质文件扫描提供。

Настоящий электронный вариант (PDF) был подготовлен в библиотечно-архивной службе Международного союза электросвязи путем сканирования исходного документа в бумажной форме из библиотечно-архивной службы МСЭ.

## РЕКОМЕНДАЦИЯ 710-1

МЕТОДЫ СУБЪЕКТИВНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ  
В ТЕЛЕВИДЕНИИ ВЫСОКОЙ ЧЕТКОСТИ

(Вопрос 52/11)

(1990—1992)

МККР,

*учитывая,*

- a) что в настоящее время ряд администраций и организаций во всем мире проводят работу по оценке систем телевидения высокой четкости и что во многих районах мира передачи ТВЧ станут, вероятно, в следующем столетии основным средством передачи телевизионных программ;
- b) что субъективные оценки качества изображения являются необходимым элементом при проектировании и выборе систем ТВЧ;
- c) что в Рекомендации 500 рассматривается ряд предпочтительных методов субъективной оценки для обычных телевизионных систем (625/50 и 525/60), многие из методологических особенностей которых подходят также и для ТВЧ;
- d) что, тем не менее, вероятно, будет полезно внести ясность в методы оценки и в условия наблюдения, пригодные для ТВЧ, в рамках изучаемых в настоящее время ключевых вопросов с помощью отдельной Рекомендации,

*рекомендует,*

1. чтобы субъективные оценки качества изображения систем телевидения высокой четкости производились, исходя из условий наблюдения, указанных в приложении 1;
2. чтобы субъективные оценки общего качества изображения ТВЧ, полученного посредством системы излучения, производились с использованием метода двойных стимулов с непрерывной шкалой оценки качества (Рекомендация 500) и с применением в качестве эталона стандарта студийного качества ТВЧ;
3. чтобы оценки характеристик недопустимой потери качества изображения в системе излучения ТВЧ производились с использованием метода двойных стимулов со шкалой ухудшений (Рекомендация 500) и с применением в качестве эталона или изображения студийного качества ТВЧ, или изображения при неискаженном излучении;
4. чтобы при отсутствии высококачественного эталона для оценки общего качества изображения (до или после обработки), полученного от студийной системы ТВЧ, были рассмотрены метод *графического* масштабирования или метод оценки с помощью отношения масштабного коэффициента к соответствующей величине;
5. чтобы при наличии эталона высокого качества для оценки общего качества изображения (до или после обработки), полученного от студийной системы ТВЧ, был рассмотрен метод двойных стимулов с непрерывной шкалой оценки качества (Рекомендация 500);
6. чтобы в случаях, когда предметом обсуждения являются характеристики по диапазону содержания программ и условия передачи, которые, вероятно, могут встретиться на практике, было рассмотрено описание комбинированных характеристик недопустимой потери качества изображений, приведенных в дополнении 2 к приложению 1 Рекомендации 500;
7. чтобы при интерпретации результатов конкретных исследований уделялось должное внимание любым реальным ограничениям, которые современная технология может накладывать на результаты изучения (например, граничные эффекты датчиков или воспроизводящих устройств);
8. чтобы обращалось внимание на разницу во влиянии, оказываемом форматом воспроизводящего устройства по сравнению с форматом основной системы (например, любое преобразование с увеличением формата). Для учета различных форматов могут производиться соответствующие оценки, если это применимо и целесообразно.

*Примечание 1.* — Информация о методах субъективной оценки для определения качества изображения в режиме ТВЧ приведена в приложении 2.

*Примечание 2.* — Информация о факторах оценки для получения мировой оценки ТВЧ приведена в приложении 3.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ТАБЛИЦА 1

Условия наблюдения для субъективной оценки качества изображения ТВЧ

Условие	Параметр	Значения (1)
a	Отношение расстояния наблюдения к высоте изображения	8
b	Пиковая яркость на экране (кд/м <sup>2</sup> ) (2)	150--250
c	Отношение яркости погашенного экрана (трубка залорта) к пиковой яркости (3)	≤ 0,02
d	Отношение яркости экрана при воспроизведении только уровня черного в совершенно темной комнате к яркости экрана, соответствующей пиковому уровню белого (4)	примерно 0,01
e	Отношение яркости фона за монитором к пиковой яркости изображения	примерно 0,15
f	Постороннее освещение (5)	слабое
g	Цветность фона	D <sub>44</sub>
h	Угол, охватывающий ту часть фона, которая удовлетворяет вышеуказанным техническим условиям (6). Этот угол должен сохраняться для всех наблюдателей	53° выс. × 83° шир.
i	Расположение наблюдателей	в пределах ± 30° по горизонтали от центра воспроизводящего устройства. Предельные углы по вертикали изучаются
j	Размер воспроизводящего устройства (7)	1,4 м (55 дюйм.)

(1) Если в настоящее время не представляется возможным полностью удовлетворить этим условиям проведения испытаний, то тогда указываются другие значения в качестве временных. Следует, однако, признать, что результаты испытаний, проведенных при промежуточных условиях, могут быть в принципе несовместимы с результатами, полученными в ситуациях, в которых применяются представленные ниже показатели.

(2) Пиковая яркость на экране, соответствующая видеосигналу с амплитудой 100%. Значения ≥ 70 кд/м<sup>2</sup> следует использовать до тех пор, пока не станут технически возможными указанные уровни.

(3) На этот показатель могут оказывать влияние освещение комнаты, а также диапазон контрастности воспроизводящего устройства.

(4) Уровень черного соответствует видеосигналу с амплитудой 0%.

(5) Освещение комнаты должно быть установлено таким образом, чтобы можно было удовлетворить условия с и e.

(6) Рекомендуемые минимальные значения составляют 28° по высоте × 48° по ширине.

(7) Должны использоваться размеры ≥ 76,2 см (30 дюйм.), если воспроизводящие устройства с указанными размерами недоступны.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Методы субъективной оценки качества изображения в режиме ТВЧ

## 1. Введение

Методы, используемые в субъективных испытаниях обычных телевизионных систем, описываются в Рекомендации 500. Основные принципы методологии оценки применимы в равной мере ко всем видам телевидения, но способ применения подробных технических характеристик методов, относящихся к обычному телевидению, для ТВЧ требует тщательного изучения.

МККР изучает вопросы, связанные с разработками системы ТВЧ, и должен определить, какие требуются изменения (если таковые имеются) методов субъективных испытаний для целей соответствия этим разработкам ТВЧ. Исследования в этом направлении еще не закончены.

Прежде чем перейти к рассмотрению конкретных проблем, важно подчеркнуть следующие моменты:

- качество изображения не является единственным фактором, который необходимо учитывать при выборе стандартов. В число факторов, составляющих полную совокупность показателей, должны входить и другие факторы, такие как сложность системы, ее доступность, будущие возможности и т.д.;
- результаты экспериментов, связанных с субъективной оценкой, сами по себе не являются физическим законом. Они служат лишь руководством для заданной совокупности условий испытаний, а не источником абсолютных данных о системе;
- концептуальные различия между единицами шкалы качества и шкалы ухудшений, применяемыми в настоящее время, не равномерны, но, как правило, при обработке результатов приблизительно считается, что эти различия равномерны. Хотя сейчас проводятся исследования других методов оценки с меньшими недостатками, при анализе результатов, полученных при использовании существующих методов, следует учитывать указанные выше недостатки;
- ключевым элементом при проведении субъективных оценок часто является выбор испытательного материала. Руководства предусматривают использование критического материала, но не чрезмерно критического. Решение о том, какой материал можно считать критическим, требует полного понимания принципов работы систем ТВЧ.

## **2. Оценки качества изображения в режиме ТВЧ**

### **2.1 Параметры, для которых требуется оценка качества изображения**

#### **2.1.1 Оценки студийных форматов ТВЧ**

Необходимо оценивать:

- основное качество изображения;
- качество изображения после вторичной обработки, такой как цветные вставки, замедленное воспроизведение и манипуляция изображением, а также возможное преобразование в другие форматы, включая показ фильмов.

#### **2.1.2 Оценки обычных студийных форматов (и фильмов), полученных от студийных источников ТВЧ**

Существует потребность оценивать соответствие, с точки зрения качества изображения, обычных студийных форматов и фильмов, полученных из студийных источников ТВЧ.

#### **2.1.3 Оценки форматов излучения ТВЧ**

Требуется оценивать:

- основное качество изображения;
- характеристики недопустимой потери качества изображения;
- характеристики экосигналов; и
- чувствительность к помехам.

#### **2.1.4 Оценки обычных телевизионных изображений, включенных в излучения ТВЧ**

Некоторые из рассматриваемых в настоящее время форматов излучения ТВЧ содержат включенный в них обычный телевизионный формат («нисходящая совместимость»). Поэтому требуется оценивать, с точки зрения качества изображения, соответствие обычных телевизионных изображений, включенных в излучения ТВЧ.

## **2.2 Проблемы, связанные с оценками качества изображения**

### **2.2.1 Методы оценки**

#### **2.2.1.1 Оценки качества изображения**

Единицы пятибалльной шкалы качества, используемые в настоящее время для субъективных оценок, неравномерно разнесены друг от друга с концептуальной точки зрения, поэтому отмечались трудности при

сравнении результатов, полученных в разных лабораториях, особенно при необходимости перевода терминов на тот или иной язык. Кроме того, из-за чувствительности оценок качества при применении концептуальных терминов качества к диапазону условий проведения испытаний, неразумно давать абсолютное толкование терминов или же сравнивать результаты испытаний, проведенных с использованием различных диапазонов качества (например, ТВЧ и обычное телевидение).

Семибалльная шкала оценки качества успешно применена для определения качества ТВЧ, и такие методы оценки могут быть полезными в будущем. Кроме того, в § 4 Рекомендации 500 рассмотрены альтернативные методы пятибалльной шкалы оценки качества. Тем не менее в конечном счете предлагается, чтобы для оценки качества в режиме ТВЧ в основном использовался метод двойных стимулов с непрерывной шкалой оценки качества, описанный в § 2 Рекомендации 500.

#### **2.2.1.2 Оценки ухудшения качества**

В определенной мере отмечены одни и те же проблемы при использовании как пятибалльной шкалы ухудшения качества изображения, так и пятибалльной шкалы качества. В конечном счете, тем не менее, рекомендуется, чтобы при оценке ухудшения качества изображения в основном использовался метод двойных стимулов со шкалой ухудшений, описанный в § 3 Рекомендации 500.

#### **2.2.2 Условия наблюдения для субъективных оценок в режиме ТВЧ**

##### **2.2.2.1 Оценки студийных форматов ТВЧ**

Параметры, характеризующие качество изображения для студийных форматов ТВЧ, рассматриваются в Отчете 801.

##### **2.2.2.2 Оценки обычных студийных форматов, полученных из студийных источников ТВЧ**

Поскольку такие оценки касаются ТВ систем, уже рассмотренных в текстах МККР, при оценке обычных студийных форматов должны использоваться условия наблюдения, согласованные ранее и представленные в Рекомендации 500.

##### **2.2.2.3 Оценки форматов излучения ТВЧ**

В настоящее время неясно, в какой мере параметры, характеризующие качество студийных изображений ТВЧ, подходят к условиям домашнего просмотра. Однако субъективные оценки форматов излучения ТВЧ должны учитывать определенным образом более высокие показатели студийного качества ТВЧ.

Вероятно, из-за ограничений на излучение форматы излучения ТВЧ не позволят в полной мере воспроизвести уровень качества изображения, который возможно получить в студии ТВЧ. Однако с учетом того, что характеристики форматов излучения должны как можно точнее воспроизводить исходное студийное изображение, и для того чтобы сохранить согласованность субъективных испытаний по всему студийно-излучающему тракту ТВЧ, предлагается, чтобы условия наблюдения, приведенные в приложении 1, использовались в равной мере для испытаний форматов излучения ТВЧ и для испытаний студийных форматов ТВЧ.

##### **2.2.2.4 Оценки обычных телевизионных изображений, включенных в излучения ТВЧ**

Поскольку эти излучения содержат обычные телевизионные изображения, применяются условия наблюдения, приведенные в Рекомендации 500.

### **3. Оценка качества изображения студийных форматов ТВЧ**

#### **3.1 Оценка основного качества изображения**

В данном разделе рассматривается качество изображения студийного формата ТВЧ до вторичной обработки. Факторы, которые, вероятно, влияют на основное качество изображения, включают, но не ограничиваются, пространственную разрешающую способность, временную разрешающую способность, цветовой охват и характеристики линейности. В приложении 3 к настоящей Рекомендации дается краткое изложение работы по факторам оценки для получения оценки качества изображения ТВЧ.

Существует общее согласие в отношении того, что увеличение цветового охвата и включение кодирования постоянной яркости являются желательными целями для студийной системы ТВЧ. Однако в связи с такими характеристиками возникает необходимость в более сложной обработке сигнала в телекамере и в устройстве воспроизведения и, возможно, придется решать проблему выбора между преимуществами достижения вышеуказанных целей и возможными недостатками из-за сложной обработки сигнала.

Оценка значения увеличенного цветового охвата и влияния дополнительной обработки требует наличия воспроизводящего устройства, которое имеет значительно больший цветовой охват по сравнению с существующими дисплеями на ЭЛТ, а также сигнала от источника, обработанного надлежащим образом для этого воспроизводящего устройства с большим цветовым охватом. Кроме того, требуется современное воспроизводящее устройство на ЭЛТ с нелинейной обработкой для преобразования сигнала от источника с большим цветовым охватом в сигнал, соответствующий этому воспроизводящему устройству с меньшим цветовым охватом. Неподвижные изображения, содержащие обычную цветовую гамму плюс несколько цветов, не входящих в меньший цветовой охват, должны оцениваться посредством сравнения двух воспроизводящих устройств. Одним из источников цветов высокой чистоты являются мячи из ниток, имеющих насыщенные цвета. Материалы такого сорта могут обеспечить очень насыщенные цвета, которые выходят за пределы цветового охвата существующих воспроизводящих устройств на ЭЛТ и пригодны для построения приемлемых сценических композиций. Субъективная оценка таких сцен на обычных воспроизводящих устройствах на ЭЛТ и на воспроизводящих устройствах с высокой чистотой цвета должна определить выигрыш в качестве.

Оценка методов кодирования постоянной яркости по сравнению с методами кодирования непостоянной яркости должна производиться путем сравнения воспроизводящего устройства с полной шириной полосы RGB с воспроизводящим устройством, на котором могут воспроизводиться сигналы либо с постоянной яркостью, либо с непостоянной яркостью. Оформление сцены должно содержать наряду с обычными элементами сцены также и отдельные предметы с насыщенными цветами. Тени, образованные на мячах из ниток насыщенного красного, зеленого и синего цветов, являются одним из способов формирования на сцене элементов с насыщенными цветами.

Методы, обычно используемые для оценки качества изображения (а именно, методы с двойными стимулами), как правило, требуют наличия эталонного условия, которое предусматривает более высокое качество по сравнению с испытываемой системой. Высокое качество студийной системы ТВЧ, однако, затрудняет нахождение соответствующих эталонных условий. По этой причине может оказаться целесообразным использование непосредственно наблюдаемых сцен (неподвижных и движущихся) для обеспечения эталонного условия, с тем чтобы произвести оценки студийных систем ТВЧ.

### 3.1.1 Методология

Может использоваться метод двойных стимулов с непрерывной шкалой оценки качества. Эталоном для оценок качества изображения может служить непосредственно наблюдаемая сцена (при соответствующем кадрировании). Испытательным материалом может быть та же сцена, наблюдаемая при прохождении через испытываемую систему.

### 3.1.2 Условия наблюдения

См. приложение 1.

### 3.1.3 Материал, подлежащий оценке

Испытательный материал может содержать ряд неподвижных изображений и последовательностей движущихся изображений. Источниками неподвижных изображений могут быть или диапозитивы (освещаемые экраном) или фотографические изображения (с прямым освещением). Источниками последовательностей движущихся изображений могут быть движущиеся диаграмные изображения. Эталонное условие будет обеспечиваться, когда источник изображения наблюдается непосредственно, в то время как условия испытания будут обеспечиваться, когда тот же самый источник наблюдается посредством телекамеры и монитора. Одинаковое кадрирование для двух условий может поддерживаться путем отображения обоих испытательных материалов на одном и том же зеркале 16:9 для проецирования изображений. Коммутация этих условий может производиться с помощью заслонок на пути прохождения света. Переключение должно осуществляться под контролем экспериментатора.

Испытания включают проведение предполагаемых сравнений испытательного материала от видеокамеры с тем же материалом, наблюдаемым непосредственно. Для сведения к минимуму возможного искажения результатов за счет предполагаемых отличий телевизионных изображений от «реального мира» необходимо контролировать ряд факторов. К их числу относятся:

- различия в параллаксе: во время просмотра зритель не должен заметно передвигаться, так как это приведет к значительному параллаксу движения в непосредственно наблюдаемой сцене, а не в сцене, показываемой на мониторе;
- визуальная глубина: на зеркале для проецирования изображений будут воспроизводиться поочередно телевизионное изображение и сцена с источником изображения. Композиция и освещение сцены с источником должны быть установлены таким образом, чтобы была обеспечена минимальная разница по глубине изображения между телевизионным изображением и непосредственно наблюдаемой сценой;
- освещение сцены: на зеркале для проецирования изображений будут поочередно воспроизводиться телевизионное изображение и сцена с источником. Освещение в сцене с источником изображения должно регулироваться при изменениях в канале воспроизведения, для того чтобы поддерживать постоянными яркость и цветовую температуру ( $D_{95}$ ) в обоих изображениях. Цветовая температура может устанавливаться в зависимости от конкретной сцены.



Был предложен ряд критериев для композиции сцен с источником изображений. В их число входят:

- статическая пространственная четкость;
- динамическая пространственная четкость;
- воспроизведение яркости;
- воспроизведение цвета;
- воспроизведение движения.

Кроме того, может оказаться полезным дополнить эти критерии другими сценами, имеющими специальное назначение. При помощи таких сцен можно оценивать:

- кажущиеся эффекты глубины (например, в панорамных сценах);
- воспроизведение близких цветовых тонов (например, телесных тонов);
- эффект присутствия (например, при быстром панорамировании);
- характеристики мерцаний (например, при больших белых субполях).

Важно определить стандартный набор испытательных материалов, который следует использовать для различных субъективных оценок качества изображений ТВЧ, как это было сделано для испытательных материалов 4:2:2.

### 3.1.4 Интерпретация результатов

Испытываемая система должна быть как можно ближе к уровню качества, обеспечиваемому непосредственно наблюдаемым эталоном. При рассмотрении результатов следует иметь в виду два обстоятельства:

- студийная система ТВЧ должна, вероятно, находить компромиссы между различными характеристиками, относящимися к качеству изображения. В дополнение к рассматриваемому качеству, усредненному для разных фрагментов испытательного материала, было бы целесообразно изучить реакции на отдельные сцены с источником изображений, для того чтобы определить характеристики, которые можно было бы улучшить;
- в результатах интерпретирования необходимо определить и, по возможности, отрегулировать возможные искажения результатов с помощью технически совершенных средств (состояние реализации).

## 3.2 Оценка качества изображений ТВЧ после вторичной обработки

Рассматриваются две области проблем: обработка после производства программ и преобразование стандартов.

### 3.2.1 Обработка после производства программ

Основными задачами обработки после производства программ являются введение цветных вставок, замедленное воспроизведение и манипуляция изображениями. Оценки, сделанные во время разработки стандартов 4:2:2 Рекомендации 601, предполагали, что введение цветных вставок является наиболее необходимой операцией после производства программ. При заданной частоте полей и систем развертки она, вероятно, должна быть применена и к ТВЧ.

#### 3.2.1.1 Оценки цветных вставок

##### а) Методология

Метод двойных стимулов с использованием шкалы ухудшений должен использоваться при условии, что в наличии имеется полный диапазон качества изображения. Эталонном для оценок цветных вставок может быть изображение с цветной вставкой, содержащее сигнал RGB с полной шириной полосы в качестве переднего плана. Испытательным материалом может быть изображение с цветной вставкой, использующее цветоразностный сигнал с уменьшенной шириной полосы в качестве переднего плана. Испытательные и эталонные изображения с цветными вставками должны быть оптимизированы для конкретной съемки, как это происходит в практических ситуациях. Методология, соответствующая случаю, когда не может быть обеспечен полный диапазон качества изображения, все еще находится в стадии рассмотрения.

##### б) Условия наблюдения

См. приложение 1.

с) *Материал, подлежащий оценке*

Испытательный материал должен быть критическим для типов ухудшения, возможных при обработке цветными вставками. Материал, который, вероятно, должен быть наиболее сложным, будет содержать движущиеся мелкие детали. Известно, что никаких особых испытательных последовательностей для цветных вставок в ТВЧ не имеется, но движущиеся гребенчатые структуры, сплетенные ленты и стекло (прозрачное) могут быть подходящим материалом при проведении оценок цветных вставок. Подходящим, однако, является и одно неподвижное изображение. Характеристики цветных вставок зависят в значительной мере от освещения сцены, и необходимо принимать меры по обеспечению оптимального и надлежащего освещения.

d) *Интерпретация результатов*

Испытательный материал не должен иметь значительных ухудшений относительно эталонного материала.

### 3.2.1.2 *Оценки замедленного воспроизведения и оценки при манипуляциях изображениям*

#### **Методология, условия наблюдения, оцениваемый материал, интерпретация результатов**

При проведении оценок в этой категории возникают проблемы, заключающиеся в том, что в данном случае, вероятно, высококачественный эталонный сигнал недоступен. Именно включение эталонного сигнала позволяет использовать возможности методов двойных стимулов. В настоящее время изучается метод масштабных коэффициентов, который может быть достаточно стабильным и воспроизводимым без наличия эталона. В качестве альтернативы в некоторых случаях могут применяться способы формирования высококачественных эталонных последовательностей. Например, высококачественное замедленное воспроизведение, вероятно, можно будет осуществить посредством отдельной съемки последовательности, производимой источником, на повышенной скорости передачи изображений.

### 3.2.2 *Качество изображения после преобразования стандартов ТВЧ—ТВЧ*

a) *Методология*

Заявленная цель всех администраций — достичь единого всемирного студийного стандарта ТВЧ, а одна из причин этого — возможность осуществления международного обмена программами без преобразования стандартов. Однако, очевидно, будут возникать ситуации, при которых потребуется преобразование из других форматов ТВЧ или фильмов. Кроме того, подобные преобразования могут потребоваться до образования формата излучения с другой частотой поля в источнике. В таком случае при исследованиях формата излучения должны учитываться эти типы преобразований.

Преобразование стандартов частоты полей может привести к переходным временным искажениям и, для того чтобы обеспечить более качественную оценку полной системы, в этом случае предлагается метод оценки в два этапа.

#### **Основные оценки**

Эти оценки считаются главными и наиболее полезными. При этом должен использоваться метод двойных стимулов с непрерывной шкалой оценки качества. Эталонный сигнал должен быть в идеальном случае тем же самым изображением или последовательностью, которые используются в качестве входного сигнала на преобразователе стандартов, но при съемке, использующей параметры развертки выходного сигнала преобразователя. Если это невозможно или если такие испытания представляют интерес по другим причинам, то эталонный сигнал должен быть входным сигналом на преобразователе.

#### **Вспомогательные оценки**

Следует предложить ряду квалифицированных наблюдателей при использовании метода одиночных стимулов (см. § 4 Рекомендации 500) дать общую оценку качества несколькими типичным программам с преобразованием стандартов. Также, вероятно, можно будет произвести оценку частоты обнаружения искажений, но этот вопрос требует дополнительного изучения.

b) *Условия наблюдения*

Приведены в приложении 1.

с) *Испытательный материал*

**Основные оценки**

Должно использоваться относительно большое число неподвижных изображений и движущихся изображений. Возможным материалом для оценки преобразования ТВЧ—ТВЧ являются источники изображений, указанные в § 3.1.3.

**Вспомогательная оценка**

Можно предложить ряду квалифицированных наблюдателей оценить общее качество нескольких программ длительностью 5—20 мин, которые содержат примеры различных видов движения и сцены с мелкими деталями.

**Характеристики испытательного материала**

Критический испытательный материал для преобразования стандартов должен, вероятно, содержать участки с мелкими деталями, имеющими различные скорости и направления движения.

d) *Интерпретация результатов*

При интерпретации результатов должны быть приняты меры для того, чтобы любые присущие двум студийным стандартам ТВЧ различия в качестве не относились к процессу преобразования. Этому помогло бы использование эталонных последовательностей изображений, съемка которых происходит непосредственно в выходном стандарте.

Субъективное качество преобразованного изображения должно быть «фактически эквивалентным» входному изображению, если оно не ограничивается параметрами любого из стандартов.

**4. Оценки качества обычных студийных изображений, полученных из изображений ТВЧ в студийных условиях**

**4.1 Параметры, подлежащие оценке**

Интерфейс между ТВЧ и обычным ТВ может предусматривать преобразования числа строк, частоты кадров и формата кадра, хотя возможны также случаи без преобразования частоты кадров. Качество обычного изображения должно быть одинаковым с качеством изображения при непосредственном производстве программы в обычном стандарте.

**4.2 Ухудшения изображений при преобразовании стандартов**

**4.2.1 Ухудшения, обусловленные преобразованием числа строк**

Преобразования, связанные с изменениями числа активных строк, могут привести к заметным искажениям на краях, перемещающимся по вертикали. Эти искажения могут быть более заметными при преобразованиях, в ходе которых число строк увеличивается, чем при преобразованиях с уменьшением числа строк.

**4.2.2 Ухудшения, обусловленные преобразованиями частоты кадров**

Преобразования, связанные с изменениями частоты кадров, будут приводить к ухудшениям, таким как неустойчивая кадровая синхронизация, появляющаяся при движущихся участках в изображении. Величина этих ухудшений связана с отношением задействованных частот кадров и со сложностью алгоритма преобразования. Некоторые методы, такие как компенсация, адаптивная к движению, могут уменьшить указанные ухудшения до очень низких уровней.

**4.2.3 Ухудшения, обусловленные преобразованиями формата изображения**

Преобразование от более широкого формата изображения ТВЧ к формату изображения 4:3 обычного телевидения может привести к потере значительной части содержания изображения или четкости. Однако это не тот параметр, субъективная оценка которого, вероятно, послужила бы полезным руководством.

### 4.3 Оценка качества обычного телевизионного сигнала, полученного из сигнала ТВЧ

#### 4.3.1 Методология

Очевидно, что характеристики качества ТВЧ при использовании обычных телевизионных преобразователей могут быть полностью оценены только с помощью последовательностей движущихся изображений. Предполагается, что для оценки небольших ухудшений, ожидаемых в ограниченном диапазоне, наиболее полезным будет применение метода двойных стимулов с непрерывной шкалой оценки качества. Наблюдателям следует предложить просмотреть пару последовательностей, причем одну в обычном студийном формате, а другую в обычном формате, но полученном из сигнала ТВЧ.

#### 4.3.2 Условия наблюдения

Условия наблюдения должны соответствовать Рекомендации 500.

#### 4.3.3 Материал, подлежащий оценке

В качестве материала, подлежащего оценке, должен использоваться широкий диапазон сравнительно критического программного материала. Подходящим может быть также и использование неподвижных изображений.

Могут быть также включены два других вида последовательностей изображений, которые, вероятно, должны быть более критическими:

- сцены с применением перемещения видеокамеры;
- сцены, в которых движение происходит в противоположных направлениях, как, например, на рынке.

Испытания должны также проводиться с материалом, подвергшимся вторичной обработке.

#### 4.3.4 Интерпретация

В идеальном случае сигнал ТВЧ, приходящий на обычный телевизионный интерфейс, должен обеспечивать то же качество, что и обычный прямой телевизионный сигнал. Поскольку это требование, вероятно, не будет полностью удовлетворяться для движущихся изображений, должна быть изучена частота появления таких ухудшений оцениваемого изображения в телевизионных программах. Эта задача может предусматривать применение двухэтапного подхода, как в случае преобразования ТВЧ—ТВЧ.

### 5. Оценка качества систем малочувствительности ТВЧ, полученных из студийного стандарта ТВЧ

#### 5.1 Параметры, подлежащие оценке

Характеристики системы, представляющие интерес, следующие:

##### 5.1.1 Основное качество

Это качество изображения при благоприятных условиях приема, то есть когда отношения сигнал/шум ( $S/N$ ) или несущая/шум ( $C/N$ ) имеют большие значения.

##### 5.1.2 Характеристики недопустимой потери качества изображения

Эти характеристики представляют собой соотношение между качеством изображения и шумом (имеющим характеристику, соответствующую используемой системе модуляции). Диапазон, в котором должны производиться оценки, необходимо пересматривать, исходя из предварительного прогона программы, и он должен выбираться таким образом, чтобы получить 5–8 точек, охватывающих пределы шкалы. Диапазон, представляющий интерес для АМ систем, составляет обычно  $S/N$  25—55 дБ, а для ЧМ систем  $C/N$  0—30 дБ.

##### 5.1.3 Характеристики эхосигналов

Эти характеристики представляют собой соотношение между качеством изображения и величиной амплитуды и задержки эхосигналов. Как правило, это больше относится к АМ системам. Диапазон, в котором должны производиться оценки, необходимо пересматривать, исходя из предварительного прогона программы, но при надлежащем подходе, вероятно, можно получить информацию на трех кривых, на которых к сигналу без задержки добавляется задержанный сигнал с величиной задержки 150 нс, 1 мкс и 5 мкс соответственно и с амплитудами эхосигналов от —5 до —25 дБ относительно полезного сигнала.

### 5.1.4 Характеристики помех

Требуется оценить характеристики помех в совмещенном канале и по соседнему каналу.

При этом может оказаться целесообразным произвести оценки согласно § 5.1.2—5.1.4 как со скремблированием, так и без него.

## 5.2 Методология

### Основное качество

Основной проблемой при проектировании излучений ТВЧ является как можно более полное удовлетворение визуальных требований для ТВЧ в пределах выделенной ширины полосы частот. Для выполнения этого требования может применяться пространственная или временная субдискретизация, или же та и другая.

Такие методы могут вносить заметные ухудшения или потери качества, превышающие уровень потерь, которые относятся к студийному формату. Пространственная субдискретизация может привести к заметным потерям в одной (или более) из четкостей — горизонтальной, вертикальной или диагональной. Временная субдискретизация может привести к заметному снижению качества движущихся изображений. Пространственно-временная субдискретизация может привести к заметным потерям пространственной четкости для последовательностей движущихся изображений.

Очевидно, что для оценки форматов излучения ТВЧ требуются изображения и последовательности движущихся изображений с высокой четкостью. Однако, для того чтобы дать адекватную и репрезентативную общую оценку, в настоящей Рекомендации предлагается двухэтапный метод оценки основного качества изображения.

### Основные оценки

Таковыми оценками считаются главные и наиболее полезные оценки. При этом должен применяться метод двойных стимулов с непрерывной шкалой оценки качества. Эталоном должен быть сигнал от студийного источника, а испытательным сигналом должен быть сигнал излучения.

### Вспомогательные оценки

Ряду квалифицированных наблюдателей можно предложить оценить общее качество изображения, связанное с несколькими типичными программами в формате излучения. Вероятно, можно также оценить частоту появления ухудшений, но этот вопрос требует дополнительного изучения.

### Характеристики недопустимой потери качества изображений, характеристики эхосигналов и характеристики помех

Должен использоваться метод двойных стимулов со шкалой ухудшений в соответствии с § 2 Рекомендации 500.

Могут быть применены два подхода:

- кумулятивные характеристики недопустимой потери качества изображений -- для этих характеристик рассматриваются точки, в которых имеют место недопустимые потери относительно неискаженного высококачественного эталона;
- некумулятивные характеристики недопустимой потери качества изображений -- для этих характеристик рассматриваются точки, в которых имеют место недопустимые потери относительно искаженного формата излучения.

## 5.3 Условия наблюдения

См. приложение 1.

## 5.4 Испытательный материал

### Основное качество

Испытательный материал должен выбираться из ряда неподвижных изображений с высокой четкостью и последовательностей движущихся изображений, которые являются критическими, но не чрезмерно.

Материал, который можно считать критическим, обычно содержит мелкие детали с одновременным движением при различных скоростях и направлениях.

**Характеристики недопустимой потери качества изображения, характеристики эхосигналов и характеристики помех**

Надлежащие результаты должны достигаться при использовании только небольшого числа неподвижных и движущихся изображений. Как правило, можно соответствующим образом рассчитать и пользоваться общей усредненной оценкой.

## 5.5 Интерпретация результатов

### а) Основное качество

По-видимому, есть основания утверждать, что для обеспечения эффективности системы качество сигнала излучения ТВЧ должно быть ближе к студийному качеству ТВЧ, а не к качеству RGB обычного телевидения.

Большая часть материала, как правило, должна обладать достаточным уровнем дополнительного качества по сравнению с обычным телевидением. Кроме того, для того чтобы не снижалось качество ТВЧ, любые временные искажения должны быть довольно небольшими.

### б) Характеристики недопустимой потери качества изображения, характеристики эхосигналов и характеристики помех

Вопрос требует дополнительного изучения.

## 6. Оценка качества совместимых изображений, включенных в форматы излучения ТВЧ

### 6.1 Параметры, подлежащие оценке

Некоторые системы излучения ТВЧ предназначены для обеспечения одновременного приема на приемники ТВЧ и на обычные приемники. В разделе 5 рассматривается оценка качества самого сигнала излучения ТВЧ. В настоящем разделе рассматривается качество одновременно принимаемого обычного телевизионного сигнала.

В принципе должно быть принято компромиссное проектное решение между качеством, достигаемым на воспроизводящем устройстве ТВЧ, и качеством, достигаемым на обычном воспроизводящем устройстве, что приводит к уровню совместимости, определяемому вносимыми ухудшениями качества изображения. В связи с этим вопросом может предполагаться изучение тех же факторов, которые перечислены в § 5, но в данном случае для совместимого изображения.

Предлагаемые системы излучения ТВЧ предусматривают временную обработку и другие механизмы, которые могут вызвать ухудшения в совместимых изображениях.

### 6.2 Методология

Для целей определения основного качества может применяться метод двойных стимулов с непрерывной шкалой оценки качества при использовании материала, подготовленного непосредственно в обычном формате излучения, и/или материала, преобразованного непосредственно из студийного формата ТВЧ в качестве эталона. При определении характеристик недопустимой потери качества изображения, характеристик эхосигналов и характеристик помех может применяться метод двойных стимулов со шкалой ухудшений качества при использовании материала, подготовленного непосредственно в обычном формате излучения (но при отсутствии других ухудшений), и/или материала, преобразованного непосредственно из студийного формата ТВЧ (но при отсутствии других ухудшений) в качестве эталона. Во всех случаях испытательный сигнал должен быть совместимым принимаемым изображением.

### 6.3 *Условия наблюдения*

Соответствуют указанным в Рекомендации 500 для обычного телевидения.

### 6.4 *Испытательный материал*

Должен использоваться ряд неподвижных и движущихся изображений.

Характеристики испытательного материала должны быть в основном такими же, какие приведены для получения оценок в § 5 (то есть критическими, но не чрезмерно).

### 6.5 *Интерпретация результатов*

Интерпретация, связанная с необходимостью выразить качество «совместимых» изображений в количественных терминах, представляет проблему, и не в последнюю очередь из-за отсутствия интервалов в шкалах.

Результаты, полученные для каждого испытательного изображения или последовательности изображений, должны представляться отдельно.

Качество включенного изображения должно быть в принципе «эквивалентно» качеству эталонного сигнала. На практике должна достигаться согласованная «степень совместимости».

## 7. *Оценка качества кинофильма, полученного из материала источника ТВЧ*

Требует изучения.

## 8. *Сравнение возможных форматов ТВЧ*

Иногда может оказаться необходимым произвести сравнение возможных форматов ТВЧ для целей надлежащего выбора. Считают, что такие сравнения могут с наибольшей пользой применяться для определения преимуществ различных испытываемых форматов.

### 8.1 *Сравнение студийных систем ТВЧ*

Определены три способа сравнения возможных студийных форматов:

- непосредственно, путем сравнения одной системы с другой;
- косвенно, путем предполагаемых сравнений с общим эталонным условием в одном эксперименте; и
- теоретически, путем определения относительных оценок, исходя из психофизически определенных оптимальных форматов.

### 8.2 *Прямые сравнения*

Требуют изучения.

### 8.3 *Косвенные сравнения*

Косвенное сравнение требует наличия общего эталонного условия, по которому оценивается каждая испытываемая система. В субъективных методах, обычно применяемых для косвенных сравнений (а именно методы двойных стимулов), используются эталонные условия, которые, как правило, обеспечивают более высокое качество, чем при любом из испытываемых условий.

Однако высокое качество возможных студийных систем ТВЧ затрудняет нахождение таких эталонных условий. По этой причине для обеспечения эталонного условия может оказаться целесообразным использование непосредственно наблюдаемых сцен.

При правильном проведении косвенного испытания непосредственно наблюдаемая эталонная сцена должна сохраняться в неизменном виде для всех испытываемых систем. Для неподвижных изображений, конечно, это может быть осуществлено посредством диапозитивов или фотографий. Для движущихся изображений, однако, в качестве эталона необходимо использовать полностью воспроизводимые последовательности движущихся изображений. Это можно сделать с помощью механически сменяемых сцен (например, диаграммы).

Важно также обеспечить, чтобы кроме различий, присущих самим форматам, испытательные материалы сохранялись в неизменном виде для всех испытываемых систем. Это будет выполнено, если для испытываемой системы используется видеокамера с целью съемки неподвижной эталонной сцены или эталонной последовательности изображений до тех пор, пока эталон сохраняется в неизменном виде.

Следует отметить, что все рассматриваемые системы должны испытываться в одном экспериментальном сеансе (то есть чтобы наблюдатели видели в ходе эксперимента случайную последовательность испытываемых систем). Это можно сделать путем чередования видеокамер, используемых для съемки сцен в испытываемых системах. Монитор, который не должен меняться, следует выбирать таким образом, чтобы он подходил для всех испытываемых систем. Вероятно, не всегда возможно экстраполировать основные данные, применимые к условиям, указанным в приложении 1, исходя из результатов, полученных для условий наблюдения, обеспеченных современным оборудованием. При интерпретации результатов испытаний следует обращать внимание на то, чтобы отличать значения, связанные со стандартом системы, от значений, связанных с практической реализацией.

Непосредственно наблюдаемые сцены могут являться эталоном, качество которого значительно превышает качество испытываемых систем. Это может привести к двум соображениям:

- Различия в субъективных оценках испытываемых систем могут быть искусственно сведены к минимуму. Когда наблюдатели ставят оценки, на них, вероятно, оказывают воздействие диапазон и распределение качества просматриваемых изображений. Когда оценка качества (включая и качество изображений, показываемых как эталонные) производится в широком диапазоне, то варианты, несколько схожие по качеству, как правило, имеют более близкие оценки, чем это было бы, если бы оценки производились при более ограниченном диапазоне изменений качества или же качество систем сравнивалось непосредственно.
- Предпочтительный метод испытаний может меняться. Если условия эксперимента (включая эталонные и испытательные изображения) охватывают широкий диапазон качества, для целей прямого сравнения может использоваться метод двойных стимулов со шкалой ухудшений. Однако, если условия эксперимента охватывают меньший диапазон качества, предпочтительней использовать метод двойных стимулов с непрерывной шкалой оценки качества.

Таким образом, в зависимости от цели испытания, возникают два возможных варианта. Если испытания предназначены для оценки систем относительно «идеального» стандарта, то тогда могут использоваться высококачественный эталонный источник изображений и метод двойных стимулов со шкалой ухудшений. В этом случае, однако, могут не обнаружиться «тонкие» различия между системами. С другой стороны, если целью испытаний является установление тонких различий между системами, следует избегать применения высококачественного эталона и использовать метод двойных стимулов с непрерывной шкалой оценки качества. В последнем случае может потребоваться ограничение качества непосредственно наблюдаемой сцены при помощи композиции, освещения, оптической фильтрации и т.д.

### 8.3.1 Методология

В зависимости от диапазона качества изображений, используемых в ходе испытаний, может применяться или метод двойных стимулов с непрерывной шкалой оценки качества, или метод двойных стимулов со шкалой ухудшений.

Если используется метод двойных стимулов с непрерывной шкалой оценки качества, то может оказаться целесообразным рассмотреть один из вариантов этого метода. В этом варианте используются относительно длительные экспозиции при съемке с целью обнаружения эффектов, связанных с «тонкими» различиями, особенно в движущихся последовательностях изображений.

Если используется метод двойных стимулов с непрерывной шкалой оценки качества, то каждый сеанс при проведении эксперимента потребует многократного чередования изображений, относящихся к эталонным и испытательным условиям. Для половины сеансов (определяемых случайным образом) эталонное условие представляется в первую очередь; для остальных сеансов первым должно представляться испытательное условие. Если используется метод двойных стимулов со шкалой ухудшений, то в каждом сеансе потребуются одно чередование эталонного и испытательного режимов, причем эталонное изображение представляется первым.

В § 3.1.3 рассматриваются испытательные материалы и меры предосторожности, которые следует предпринять для сведения к минимуму возможных искажений результатов.



Каждый наблюдатель должен смотреть на зеркало для проецирования изображений через кадровое окно для наблюдения, что позволяет производить бинокулярный просмотр, но в то же время ограничивает или исключает движения головой. Просмотр может осуществляться индивидуально или небольшими группами. Однако, если одновременно участвует несколько наблюдателей, то угол обзора (сцены) должен поддерживаться постоянным для всех наблюдателей.

Поскольку известно, что различные лингвистические группы по разному применяют единицы измерения шкал качества и ухудшений, все испытания должны проводиться на одном языке с участием наблюдателей, свободно владеющих этим языком.

### 8.3.2 Условия наблюдения

См. приложение 1.

### 8.3.3 Материалы, подлежащие оценке

Исследуемые материалы.

### 8.3.4 Интерпретация результатов

Интерпретация результатов производится на основе сравнительных оценок возможных систем относительно общей эталонной непосредственно наблюдаемой сцены. При этом должны учитываться соображения, отмеченные в § 3.1.4.

## 8.4 Теоретические сравнения

Основой этого подхода является рассмотрение, причем параметр за параметром, оценок возможных систем, исходя из соответствующих психофизических идеальных ситуаций. Этот подход предлагается использовать.

## 9. Сравнения возможных форматов излучения ТВЧ

Как и для студийных систем ТВЧ, сравнения могут быть прямыми, косвенными или теоретическими. Здесь рассматриваются только косвенные сравнения.

### 9.1 Основное качество

Это качество, как правило, определяется так же, как и для студийных форматов ТВЧ (§ 8.3). В данном случае может использоваться метод двойных стимулов с непрерывной шкалой оценки качества и с применением одного высококачественного эталона.

### 9.2 Характеристики недопустимой потери качества изображения

Эти испытания в основном соответствуют данным, приведенным в § 5. Однако целью является сравнение характеристик недопустимой потери качества изображения для всех возможных систем.

## 10. Дополнительные соображения

Рассматриваются связанные с вышеуказанным вопросы: методы оценки для преобразований из ТВЧ в 35-мм кинофильм, использование дескрипторов шкалы качества МККР, интерпретация заданных качественных показателей, исходя из численных результатов оценок, характеристики субъективного качества и отношения сигнал/шум для сигналов ТВЧ, соотношения между аспектами, связанными с сигналами изображения и звука ТВЧ.

Результаты кампании субъективных испытаний, проведенных в Италии и предназначенных для оценки предпочтительного расстояния наблюдения для программ ТВЧ с учетом различных видов материала и размеров экрана, показали, что среднее предпочтительное расстояние наблюдения составляет примерно 5—6 Н.

Данные, полученные из более ранних исследований телевидения с обычной четкостью, показали, что в этом случае предпочтительное расстояние наблюдения составляет 8—9 Н.

Соотношение между средним предпочтительным расстоянием наблюдения и расстоянием наблюдения для субъективных оценок требует дополнительного изучения.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

## Факторы оценки для получения мировой оценки ТВЧ

В недавнем крупномасштабном исследовании в Соединенных Штатах Америки наблюдатели производили оценку ТВЧ (MUSE-E через спутник) как в абсолютных единицах, так и в сравнении со студийным качеством НТСЦ. Оценки учитывали как общее качество изображения, так и особые факторы оценки, включающие четкость изображения, качество воспроизведения цветов, воспроизведение движения, воспроизведение глубины, яркость изображения, размер экрана и формат экрана (формат изображения). Результаты показали, что:

- абсолютные оценки одного только ТВЧ группируются на конце шкалы качества, что может создать проблемы, если результаты отдельных испытаний с различными системами ТВЧ должны сравниваться на основе абсолютных оценок качества;
  - наблюдатели по-разному реагировали на различные факторы оценок, что указывает на то, что для будущих оценок может быть полезным подход с применением особых факторов;
  - оценки общего качества изображения были тесно связаны с большинством, но не со всеми, факторов оценки, при которых ТВЧ воспринималось как отличное от НТСЦ, что указывает на то, что общее качество изображения может оказаться не в состоянии полностью овладеть реакциями наблюдателей;
  - оценки по особым факторам были в определенной мере связаны друг с другом, что предполагает возможное наличие иерархии среди факторов, используемых при оценках, и возможное существование основных факторов качества более низкого порядка;
  - на оценки общего качества изображения в определенной мере оказывали влияние различные факторы оценки в качестве функции расстояния наблюдения, что предполагает необходимость тщательного учета расстояний наблюдения, которые следует использовать при проведении оценок.
-