

М.С.Каувер

ОСНОВЫ

 Ц ВЕТНОГО
ТЕЛЕВИДЕНИЯ



М. С. К а й в е р
ОСНОВЫ ЦВЕТНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Редактор Ю. А. МОГИЛЕВСКИЙ
Художник М. Д. Кисляковская
Технический редактор М. П. Грибова

Сдано в производство 13/IX 1957 г.
Подписано к печати 1/XII 1957 г.
Бумага 60×92¹/₁₆=11,3 бум. л.
22,5 печ. л. в т/ч. 4 вкл.
Уч.-изд. л. 21,6. Изд. № 20/3252
Цена 17 р. 25 к. Зак. 1389

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ИНОСТРАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Москва, Ново-Алексеевская, 52.

16-я типография Московского городского Совнархоза.
Москва, Трехпрудный пер., д. 9

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие редактора русского издания	5
Предисловие	9
<i>Глава 1.</i> Основы цветоведения для обслуживающего персонала, работающего в области телевидения	11
<i>Глава 2.</i> Система цветного телевидения MTSC	30
<i>Глава 3.</i> Блок-схема приемника цветного телевидения с трехлучевым кинескопом	49
<i>Глава 4.</i> Схемы отдельных узлов приемника с трехлучевым кинескопом (до выхода 2-го видеодетектора)	64
<i>Глава 5.</i> Схемы отдельных узлов приемника с трехлучевым кинескопом (после выхода 2-го видеодетектора)	105
<i>Глава 6.</i> Узкополосные приемники цветного телевидения	131
<i>Глава 7.</i> Трехлучевые цветные приемные трубки	157
<i>Глава 8.</i> Схема развертки и сведения лучей в приемниках цветного телевидения с трехлучевыми трубками	184
<i>Глава 9.</i> Типовые приемники цветного телевидения. Описание и настройка	208
<i>Глава 10.</i> Обслуживание приемников цветного телевидения	257
Приложения	
1. Дополнительные сведения о цветном телевидении	291
2. Технические характеристики сигнала системы цветного телевидения NTSC	315
Словарь основных терминов	325
Предметный указатель	328

И * Л

*Издательство
иностранной
литературы*

COLOR TELEVISION FUNDAMENTALS

MILTON S. KIVER

McGRAW-HILL BOOK COMPANY, INC.

New York Toronto London
1955

М. С. КАЙВЕР

ОСНОВЫ ЦВЕТНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Перевод с английского

Под редакцией

проф. И. С. ДЖИГИТА

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ИНОСТРАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Москва, 1957

АННОТАЦИЯ

В книге, написанной известным популяризатором телевизионной техники, излагаются физические основы цветного телевидения и особенности восприятия цвета человеческим глазом.

Подробно рассмотрена схема стандартной системы цветного телевидения, принятой в США. Дано описание устройства цветных телевизоров с указаниями по их эксплуатации, наладке и ремонту.

Материал излагается наглядно и просто, без сложных математических выводов. Каждая глава снабжена вопросником, облегчающим самостоятельную работу над темой. Имеется словарь основных терминов. Книга богато иллюстрирована (около 180 рисунков и 2 цветные вклейки).

Книга предназначена для очень широкого круга читателей, включая радиолюбителей, инженерно-технический персонал, занимающийся производством, настройкой и ремонтом телевизоров, а также для студентов вузов и техникумов связи.

Редакция литературы по вопросам техники

Заведующий редакцией проф. А. Е. ШЕЙНДЛИН

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА РУССКОГО ИЗДАНИЯ

Быстрое развитие радиоэлектроники привело за последние годы к ряду новых достижений в различных ее областях. Одно из таких крупных достижений—это возможность осуществления телевизионного вещания в натуральных цветах.

Телевидение относится к одному из наиболее сложных видов связи, поэтому телевизионная техника также весьма сложна. Еще сложнее аппаратура и схемы для осуществления цветной телевизионной передачи и приема. В связи с этим внедрение цветного телевидения не могло быть осуществлено одновременно с одноцветным, черно-белым телевидением.

В настоящее время только в США цветное телевидение вышло из стен лабораторий и достигло стадии регулярной эксплуатации, т. е. цветного телевизионного вещания.

Необходимо, однако, отметить, что развитию телевизионного вещания предшествовала очень большая научно-исследовательская работа многих лабораторий различных фирм по созданию систем цветного телевидения. Весьма трудной была также разработка практически приемлемой системы и основных параметров цветного телевизионного вещания. Вследствие серьезных разногласий между различными радиофирмами, предлагавшими свою систему цветного телевидения, для решения вопроса о выборе единой системы (которая могла бы быть стандартизована для телевизионного вещания) был создан так называемый Национальный комитет телевизионных систем NTSC. Этот комитет после длительной работы и испытаний различной аппаратуры в реальных условиях выработал все параметры единой системы цветного телевидения, которая и была утверждена Федеральной комиссией связи в качестве стандартной системы для цветного телевизионного вещания в США.

Основным отличительным свойством этой системы является «совместимость», т. е. свойство, позволяющее осуществлять прием передач цветного телевидения в черно-белом виде на приемники обычного одноцветного телевидения. Это обеспечивает возможность длительного применения очень большого парка телевизионных приемников черно-белого телевидения, имеющихся у населения, даже в случае перевода всех работающих в США телевизионных передающих станций на цветное телевизионное вещание.

С этим свойством связана другая важная отличительная черта системы, а именно то, что полоса частот, занимаемая цветным телевизионным каналом, осталась той же, что и для черно-белого телевидения, т. е. 6 Мгц. Это обстоятельство позволило американцам сохранить и для цветного телевизионного вещания большое число каналов, выделенных для телевидения. Как известно, в США для телевизионного вещания выделено всего 82 канала, из них в метровом диапазоне волн 12 каналов и в дециметровом диапазоне 70 каналов.

Наконец, третьей важной характеристикой системы является принятие принципа одновременной передачи изображения в трех, принятых за основные цветах (красном, зеленом и синем) при осуществлении передачи через один общий радиоканал.

Для решения этой проблемы разработаны и применяются весьма сложные, особенно с технологической точки зрения, приемные трехлучевые трубки с мозаичным экраном. Экран состоит из огромного количества элементов, расположенных определенным образом и состоящих из трех отдельных точек люминофоров с красным, зеленым и синим свечением.

Таковы важнейшие свойства принятой в США системы NTSC, имеющей наряду с этим и ряд других особенностей.

В Советском Союзе в связи с быстрым развитием за последние годы сети передающих центров черно-белого телевидения также возник очень большой интерес к цветному телевидению. Несмотря на то, что первые идеи и патенты по созданию системы цветного телевидения принадлежат русскому инж. И. А. Адамиану, который еще в 1908 г. предложил первую систему цветного телевидения, серьезные работы в этой области начаты сравнительно недавно.

Разработки практической системы у нас еще не завершены. Правда, в Москве в течение 1955 г. проводились экспериментальные передачи цветного телевидения по последовательной системе, однако эта система, требуя более широкой полосы частот и в связи со специфической последовательной передачей цветов, практически вряд ли может быть совместимой и поэтому не является перспективной. В настоящее время разрабатывается совместимая система с одновременной передачей трех цветов.

В соответствии с директивами XX съезда КПСС разработки системы цветного телевидения должны быть завершены в период выполнения VI пятилетнего плана. Начало опытного цветного телевизионного вещания намечается с конца 1958 г.

Учитывая большой интерес в СССР к вопросам цветного телевидения и весьма малое количество литературы, опубликованной в нашей печати по этому вопросу, можно считать, что выпуск книги М. Кайвера, в которой подробно описана система NTSC, частично восполняет имеющийся в этой области пробел.

Книга М. Кайвера «Основы цветного телевидения», вышедшая в 1955 г., предназначена в первую очередь для специалистов в области радио и телевидения—инженеров и техников, желающих более подробно ознакомиться с быстро развивающейся в США техникой цветного телевидения. Книга пригодна и в качестве учебного пособия для вузов и техникумов, а также как пособие при самостоятельном изучении.

В книге М. Кайвера собраны и изложены без применения сложных математических выкладок и расчетов все необходимые сведения и основные данные по цветному телевидению.

Изложение материала достаточно ясное, доступное для широкого круга читателей. Для лучшего усвоения материала в конце каждой главы сформулированы вопросы по изложенному в главе материалу, что должно помочь при самостоятельном изучении этой книги.

В книге, содержащей десять глав и два приложения, дается общее рассмотрение вопроса о цветах, особенностях цветового восприятия человеческого глаза и основных законов сложения цветов, приведены сведения о цветовом графике и получении белого цвета. Таким образом, в сжатой форме изложены самые необходимые сведения о физических основах цветотеления, которые нужны лицам, занимающимся цветным телевидением.

Подробно рассмотрены параметры принятой в США стандартной системы цветного телевидения NTSC. Далее описывается действие приемника цветного телевидения с приемной трубкой, имеющей три электронных прожектора. Вначале производится функциональное рассмотрение в виде разбора блок-схемы такого приемника, затем описывается внутреннее содержание отдельных блоков приведенной блок-схемы в виде принципиальных схем и объясняются действия отдельных схем и узлов.

В книге, помимо приемников I класса, рассмотрены также приемники цветного телевидения с «узкой полосой», т. е. такие приемники, у которых для воссоздания цветного изображения применяется только часть сигнала цветности. В связи с этим устанавливаются необходимые пропорции сигналов цветности в зависимости от спектральной чувствительности человеческого глаза.

Подробно рассмотрены также особенности трубок с тремя электронными прожекторами, принцип их действия, отдельные элементы, способы устранения искажений на краях и методы регулировки.

Книга включает материал по отклоняющим схемам и схемам направления электронного луча данного цвета в определенное место экрана трубки с тремя электронными прожекторами; разбираются также устройства низковольтного питания таких схем.

В последней главе приведен детальный разбор методов установки, обслуживания, эксплуатации и ремонта приемников цветного телевидения в определенной последовательности, здесь рассмотрены также типовые дефекты таких приемников и способы их устранения.

Для желающих более глубоко ознакомиться с некоторыми из рассмотренных в книге вопросов в приложении 1 производится более строгое рассмотрение ряда вопросов, связанных с построением сигнала цветности.

В приложении 2 приведена характеристика телевизионного сигнала по системе NTSC. В заключение дается небольшой словарь определений специальных терминов цветного телевидения.

Можно сожалеть, что в книге отсутствуют материалы по передающей части цветного телевидения, хотя это сделано умышленно, так как книга предназначена для лиц, интересующихся только приемной техникой цветного телевидения.

В связи с развитием у нас техники цветного телевидения и разработкой отечественных систем можно надеяться, что книга М. Кайвера благодаря популярному изложению основ цветного телевидения представит интерес для многих советских читателей, в особенности потому что книг с подробным разбором системы цветного телевидения, принятой в США, и схем выпускаемых там приемников у нас еще не издавалось.

Предисловие, главы 1, 2, 7 и приложение 1 переведены инж. Муляровым М. Я., главы 3—6, приложение 2 и словарь специальных терминов переведены инж. Крысановым В. И. и главы 8—10—инж. Куракиным Л. А.

И. Джигит.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Переход от черно-белого телевидения к цветному является еще одной ступенью на пути технического развития этого относительно нового, но прочно установившегося вида связи. Цветное телевидение находится в настоящее время примерно на той же стадии развития, на какой находилось черно-белое телевидение в 1945—1946 гг. Однако вследствие большого эксплуатационного опыта, накопленного промышленностью, и значительного интереса зрителей к цветному телевидению следует ожидать в недалеком будущем существенного улучшения самих телевизионных передач и увеличения парка цветных телевизоров.

Для специалистов, работающих в области телевидения, и для тех, кто только что начинает этим заниматься, крайне важное значение приобретает освоение обширного эксплуатационного опыта в цветоведении и цветном телевидении с тем, чтобы они могли реализовать все имеющиеся возможности. Цель «Основ цветного телевидения» заключается в том, чтобы описать этот опыт в одной книге.

Книга написана так, что любой читатель, знакомый с радиотехникой и черно-белым телевидением, не встретит затруднений при ее чтении. При объяснении работы всех схем применяется весьма эффективный метод последовательных приближений, при котором изложение начинается с простейших фактов, постепенно переходя к более сложным. В тексте не применяются какие-либо сложные математические выкладки.

Гл. 1 начинается с общего рассмотрения света и цвета и связывает эти понятия с определенными свойствами цветового зрения человека. В гл. 2 рассматриваются принципы современной системы цветного телевидения NTSC, одобренной Федеральной комиссией связи. В этой главе доказывается возможность передачи полного цветного видеосигнала по обычному каналу, применяемому для передачи сигналов черно-белого телевидения, здесь показано, что система цветного телевидения NTSC построена таким образом, чтобы полностью использовать цветовые характеристики человеческого глаза.

В гл. 3 обсуждается в целом блок-схема всего цветного приемника. Далее глава за главой тщательно анализируется назначение

и работа каждой отдельной схемы. Рассмотрение следует за ходом сигнала, от антенны до громкоговорителя и приемной трубки.

В гл. 9 подробно анализируются два типа промышленных цветных телевизоров, включая способы их настройки. Наконец в гл. 10 детально описан весь процесс обслуживания цветных телевизионных приемников.

Дополнительная информация (включая математический анализ) содержащаяся в приложениях, может оказаться полезной для многих читателей.

В книгу включены все современные достижения в области цветного телевидения, которые были известны к моменту ее написания. Таким образом, книга доведет уровень знаний читателя до современного состояния цветного телевидения.

Книга может быть использована в средних и высших технических училищах, а также для самостоятельного изучения. Изложение охватывает по возможности практические проблемы, интересующие тех, кто работает по изготовлению, установке или ремонту приемников цветного телевидения. В конце каждой главы приведены вопросы, помогающие преподавателю проверить успеваемость учащихся или проконтролировать усвоение при самостоятельном изучении книги.

Милтон С. Кайвер.

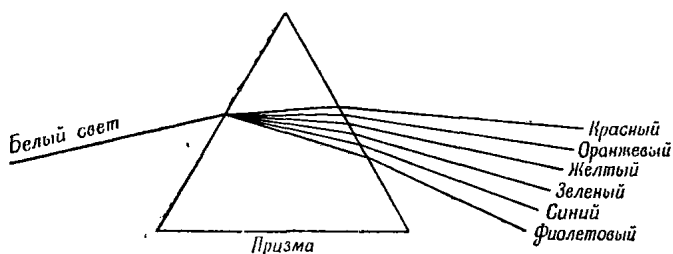
Глава I

ОСНОВЫ ЦВЕТОВЕДЕНИЯ ДЛЯ ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА, РАБОТАЮЩЕГО В ОБЛАСТИ ТЕЛЕВИДЕНИЯ

В повседневной жизни очень часто сталкиваются с различными цветами, например носят цветную одежду, пользуются цветными предметами, живут в окрашенных в разные цвета домах и едят пищу, имеющую разный цвет. Однако, несмотря на это тесное соприкосновение с цветом, большинство людей имеет только случайное представление о природе цвета и о законах смешения цветов. Для специалистов в области телевидения цвет приобретает дополнительное значение вследствие его применения в цветном телевидении. Для полного понимания работы приемников цветного телевидения важным является знание некоторых основных положений, касающихся физических основ цвета. Цель настоящей главы заключается в том, чтобы рассмотреть эти положения.

ЦВЕТ

В 1666 г. Исаак Ньютон открыл, что если пропустить пучок солнечного света сквозь стеклянную призму, то в выходящем пучке свет представляет собой непрерывный спектр цветов, изменяющихся от фиолетового до красного (фиг. 1).



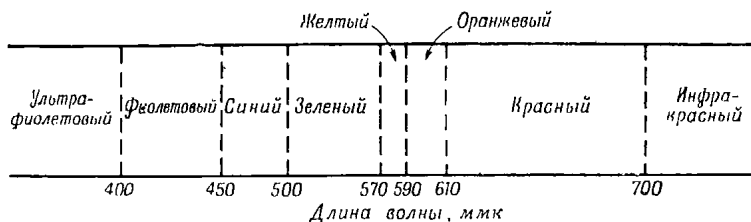
Ф и г. 1. Разложение белого света на спектральные цвета при прохождении сквозь стеклянную призму.

Спектр можно легко разделить на шесть областей: фиолетовую, синюю, зеленую, желтую, оранжевую и красную. Из шкалы, при-

веденной на фиг. 2, видно, что эти области размещены в пределах:

Фиолетовая	400—450 ммк
Синяя	450—500 »
Зеленая	500—570 »
Желтая	570—590 »
Оранжевая	590—610 »
Красная	610—700 »

При рассмотрении полного спектра цветов можно заметить, что ни один цвет не оканчивается резко на определенной границе, а каждый цвет постепенно переходит в следующий¹⁾. Приведенные выше числа обычно принимаются как границы полос различных цветов, хотя в литературе встречаются и некоторые отклонения от этих данных.



Ф и г. 2. Шкала цветов видимого спектра.

Величины, приведенные на фиг. 2, выбраны не произвольно: они соответствуют длинам волн различных цветов. Физики обнаружили, что световые лучи обладают в основном той же структурой, что и радиоволны или рентгеновские лучи. Все эти виды излучения являются электромагнитными волнами, распространяющимися в пространстве со скоростью, приблизительно равной 300 000 км/сек. Длина волны любого вида обратно пропорциональна частоте, т. е. низким частотам (например, 60 гц) соответствуют очень длинные волны, а высоким—короткие (световые).

Шкала спектра электромагнитных волн показана на фиг. 3. При частоте 10 гц длина волны имеет очень большую величину, равную 30 000 км²⁾. Для диапазона частот радиовещательных станций с амплитудной модуляцией длина волны уменьшается до 600 м. При частоте 200 Мгц, применяемой в телевизионном вещании, длина волны равна примерно 1,6 м. Наконец, при переходе к световым волнам,

¹⁾ Штриховые линии на фиг. 2 нанесены только для приблизительного обозначения границ каждого цвета. В действительности же таких резких линий разделения не существует.

²⁾ В оригинале допущена ошибка: указано, что 10 гц соответствуют 6000 миль, т. е. 9650 км.—Прим. ред.

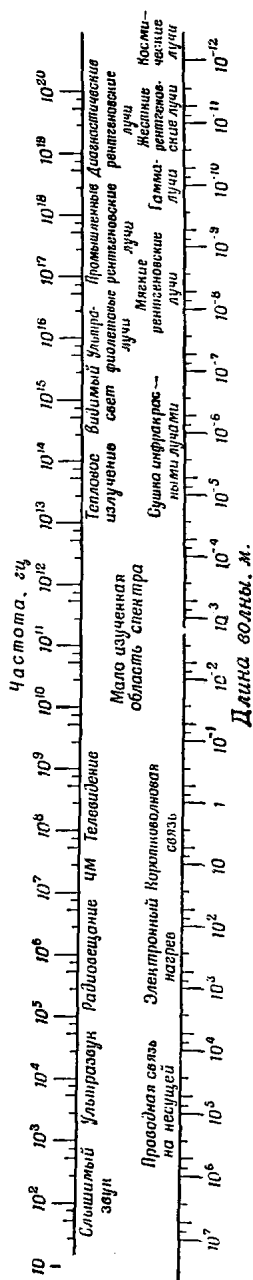
частота которых превышает 10^{14} гц, соответствующая им длина волны становится чрезвычайно малой, порядка $400 \cdot 10^{-9}$ — $700 \cdot 10^{-9}$ м. Для удобства такие длины волн обычно выражаются более мелкой единицей, называемой миллимикрон или сокращенно ммк. Микрон представляет собой одну миллионную часть метра, а миллимикрон—одну тысячную долю микрона.

Теперь можно оценить значения величин, указанных на фиг. 2. Они выражают длины волн различных цветов в миллимикронах. Таким образом, фиолетовый цвет занимает диапазон длин волн 400—450 ммк, синий 450—500 и т. д.

СМЕШЕНИЕ ЦВЕТОВ

При экспериментировании с проекционными лампами можно убедиться, что при смешении световых пучков разного цвета от нескольких проекторов, результирующий цвет, видимый наблюдателем, будет по цветовому тону отличаться от любого из проектируемых пучков. Так, например, желтый цвет может быть образован путем смешения красного и зеленого световых потоков; белый цвет—смешением красного, зеленого и синего. Результирующий цвет будет восприниматься глазом как новый цвет, так как глаз не в состоянии различить в сложном цвете отдельные составляющие.

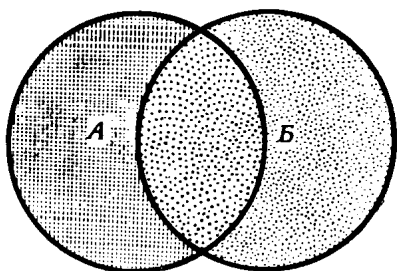
Этот метод образования цвета, называемый аддитивным, иллюстрируется на фиг. 4. На экран проектируются два световых круга разных цветов так, чтобы они несколько перекрывали друг друга. В перекрываемой области за счет смешения цветов А и Б образуется новый цвет. Там, где световые круги не перекрываются, каждый из них сохраняет свой первоначальный цвет. Если добавить третий световой круг, как показано на фиг. 5, то можно получить дополнительно ряд цветов. Итак, будем иметь:



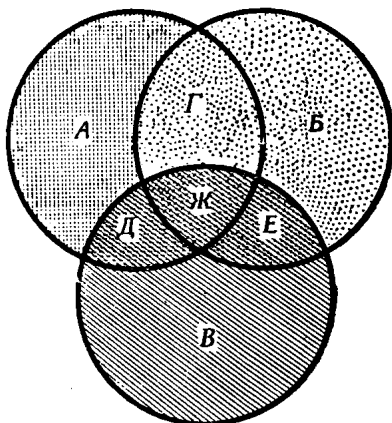
Ф и г. 3. Шкала спектра электромагнитных волн в диапазоне частот от 10 до 10^{20} гц.

- Цвет А
- » В
 - » В
 - » Г (образованный из А и Б)
 - » Д (образованный из А и В)
 - » Е (образованный из Б и В)
 - » Ж (образованный из А, Б и В)

Каждый из этих цветов отличается друг от друга. На участках, где круги перекрываются, глаз не в состоянии отличить каждый из цветов, образующих смесь, а будет видеть результирующий цвет. Кроме того, с изменением относительных интенсивностей цве-



Ф и г. 4. Образование нового цвета в результате смешения цветов А и Б.



Ф и г. 5. Смешение трех цветов, при котором получается больший диапазон различных цветов, чем при смешении двух.

тов А, Б и В цвета Г, Д, Е и Ж будут также изменяться.

Количество различных цветов, которое может быть образовано путем смешения трех цветов, зависит от выбора исходных составляющих. Опыт показал, что смешением красного, синего и зеленого цветов в различных пропорциях можно получить больший диапазон (или гамму) цветов, чем смешением трех любых других. Следует, однако, отметить, что если для смешения использовать четыре различных цвета, то можно получить большее количество цветов смесей. С увеличением количества смешиваемых цветов диапазон воспроизводимых цветов будет несколько расширяться. Очевидно, должен быть установлен определенный предел числа составляющих. Поэтому было стандартизировано применение трех цветов. Выбранные три цвета—красный, зеленый и синий—отнесены, таким образом, к «основным» цветам, хотя первоначально этот термин ошибочно применялся для обозначения того, что из различных комбинаций красного, зеленого и синего могут быть получены все цвета.