

Материал подготовлен
редакцией журнала




ПОЧЕМУ ЖЕ КРАЯ Ц В Е Т Н Ы Е ?


В прошлом номере читателям была предложена задача:

Некоторые компьютеры могут вести себя необычно: если на них увеличить чёрно-белый текст (например, со снимка веб-страницы) в редакторе изображений, то края букв будут цветными, а не чёрно-белыми – вопреки ожиданиям. Объясните причины такого странного явления.



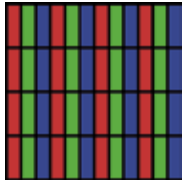
Рис. 1. Края увеличенной буквы цветные

Чтобы разобраться, напомним, как устроен экран большинства жидкокристаллических мониторов. Экран сложен из маленьких квадратиков – пикселей. Их обычно около миллиона. Каждый пиксель состоит из трёх вертикальных полосок – красной, зелёной и синей: . Цвета выбраны так потому, что в нашем глазу есть как раз три типа колбочек: одни лучше реагируют на синий цвет, другие – на зелёный, третьи – на красный.

Пиксель очень маленький, и наш глаз не видит полоски по отдельности. При восприятии они смешиваются, и получившийся цвет зависит от яркости каждой полоски.¹ Например, если все три полоски пикселя горят максимально ярко, мы увидим пиксель белым: .

На рисунке 2 показано, как устроена одна и та же область размером 4×4 пикселя, когда мы видим её белой, чёрной, синей и жёлтой соответственно.

¹ Смешивая именно красный, зелёный и синий цвета, можно добиться наиболее широкого спектра цветов, которые мы можем воспринять. Подробнее об этом читайте в статье А. Бердникова «Цветные тени» в «Квантике» № 7 за 2015 год.



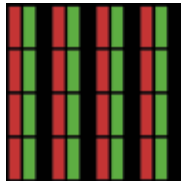
Все полосы горят максимально ярко (видим белый квадрат)



Все полосы погашены (видим чёрный квадрат)



Синие полосы максимально яркие, остальные погашены (видим синий квадрат)



Синие полосы погашены, остальные максимально яркие (видим жёлтый квадрат)

Рис. 2.

Как изображается чёрная буква А на экране? Если нарисовать её чёрными пикселями, контуры буквы получатся слишком угловатыми (рис. 3).

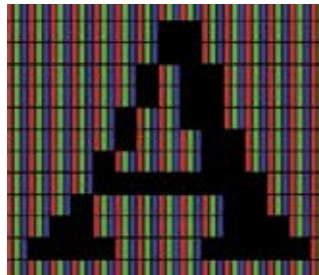


Рис. 3. Буква А из целых чёрных пикселей: в редакторе и на экране

Можно использовать оттенки серого, делая некоторые пиксели не совсем чёрными, а чуть светлее. Контуры получатся более гладкими, но буква станет размытой (рис. 4).

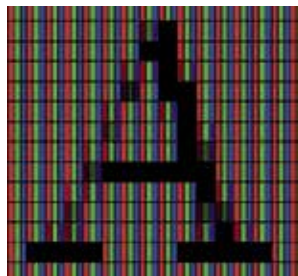
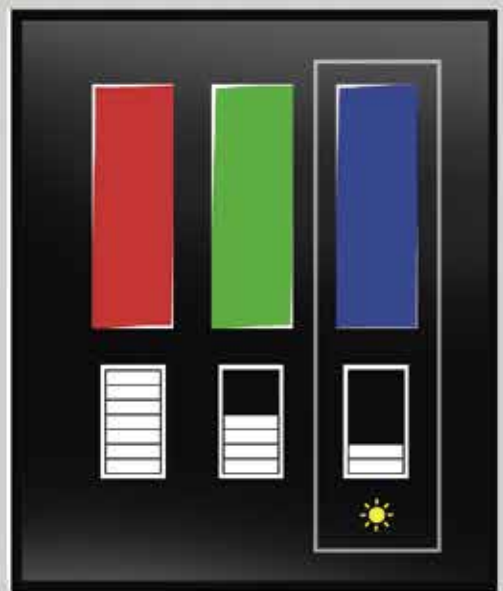


Рис. 4. Буква А с оттенками серого: в редакторе и на экране

Но ведь можно пойти по другому пути – вспомнить, что каждый пиксель состоит из трёх полосок, и





менять яркость каждой полоски по отдельности. Результат вы видите на рисунке 5 (контуры буквы выглядят более ровными, чем на рисунке 3).

Хотя некоторые пиксели погашены лишь частично, в любом месте экрана мы видим либо чёрный цвет, либо все три цвета рядом, поэтому буква А получается чёрной, а фон – белым.

Если же при этом ещё и плавно менять яркость полосок (как в случае с оттенками серого), можно сделать букву ещё глаже – как на рисунке 6. (Кстати, примерно так и совершенствовались буквы при создании шрифтов.)

Но что произойдёт, если мы увеличим букву А, устроенную как на рисунке 6? После увеличения каждый пиксель превратится в квадрат того же цвета, но большего размера, и его цвет станет различим глазом. Например, если в каком-то пикселе горела только синяя полоска, после увеличения он превратится в синий квадрат, как в примере на рисунке 2. Такие «неполные» пиксели расположены как раз по краям буквы. В итоге мы получим букву А рисунка 1 с цветными краями. Вот и весь секрет.

В дополнение заметим ещё, что в разных электронных системах пиксели могут по-разному делиться на полоски: например, цвета могут идти в другом порядке. А если повернуть экран на 90°, как мы часто делаем с планшетом или телефоном, пиксель уже будет разделён на горизонтальные полоски. Бывает и более сложное деление пикселя, как на рисунке 7. Всё это нужно учитывать при сглаживании шрифтов.

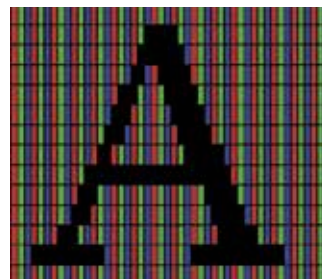


Рис. 5. Буква А на экране, у некоторых пикселей погашены не все полоски

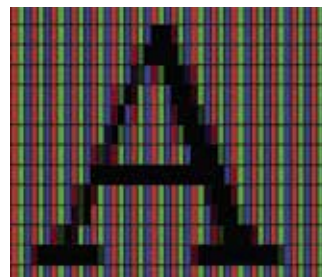


Рис. 6. Добавляем плавное изменение яркости у полосок

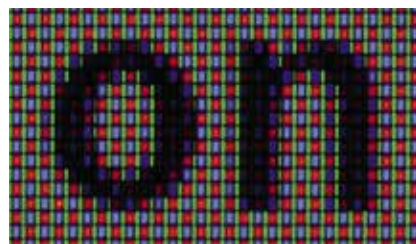


Рис. 7.

Художник Мария Усеинова