

Определение влияния помех на изображения разных цветов посредством ПО

Д.Л. Мясников, Л.Д. Ложкин, Ю.В. Соколова 

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики
443010, Россия, г. Самара,
ул. Л. Толстого, 23

Аннотация – В данной работе производится исследование влияния помехи на изображения различных цветов и определение разницы в уровне этих влияний. Получены значения, характеризующие отношение сигнала к шуму в децибелах. Произведено сравнение значений, полученных в результате моделирования, со значениями математических расчетов. В результатах работы представлены подученные опытным путем данные. Благодаря использованию ПО, уникальной структуры, которой удалось добиться в результате собственного его написания, был проведен ряд моделирований и получено несколько групп значений. Компьютерную колориметрию по праву можно назвать цифровой колориметрией. Эта статья рассчитана для студентов старших курсов вузов, аспирантов и специалистов, работающих в области цветовоспроизведения, обработки изображений, цветовых измерений и других областях, связанных с цветовосприятием.

Ключевые слова – влияние помех на изображения; основные цвета экрана; колориметрическая система МКО; телевизионное изображение; колориметрическое воспроизведение; компьютерная колориметрия; цветовой locus; цветовые искажения.

Введение

В ходе практической исследовательской работы, опираясь на статьи схожей тематики, представленные в журнале «Физика волновых процессов и радиотехнические системы», было определено влияние помех на изображения разных цветов по модели RGB [1]. Получены числовые значения сигнал/шум (дБ) при изменении уровня этой помехи по формуле:

$$S = 20 \text{Lg}(U_c / U_{\text{ш}}). \quad (1)$$

Пример расчета по формуле: если взять красный цвет со значением основных компонент (R, G, B), равным 246, 0, 0, то по формуле выше получаем $S = 20 \text{Lg}(246/1)$, при значении помехи, равном единице. Отсюда $S = 47,82$ дБ для чисто красного цвета.

Для анализа было выбрано несколько основных и несколько второстепенных цветов. На каждом этапе работы увеличивался уровень помехи, вплоть до максимального, равного 246, и производился анализ отношения сигнал/шум, а также фактическое сравнение изображения, подверженного помехе, с оригиналом.

1. Функционал программы

Программа позволяет добавить до 10 линий цветов (рис. 1) для дальнейшего изучения влияния

помех на них. Происходит это путем указания координат основных цветов в системе RGB.

Функционал данного ПО позволяет путем изменения уровня влияния помех на изображения добиться наглядного представления о нем (рис. 2), а также получить числовые значения отношения сигнал/шум (дБ).

2. Влияния помех на изображения разных цветов

Для получения точных данных о степени влияния помехи на изображение в программе предусмотрено поле с данными отношения сигнал/шум в дБ. Благодаря этим значениям можно получить представление об уровне искажения оригинала изображения каждого конкретного цвета, что, в свою очередь, дает более полную картину о степени влияния помехи.

В качестве основных цветов для анализа были выбраны следующие: красный, зеленый, синий, белый, черный и желтый, а также несколько вспомогательных [2].

Из рис. 3 видно, что при минимальном уровне помехи изображения разных цветов практически не подвержены искажениям, кроме двух последних. Значение сигнал/шум у основных компонент (R, G, B) для каждой цветовой линии имеет около 50 % от первоначального (при наличии самой минимальной помехи).

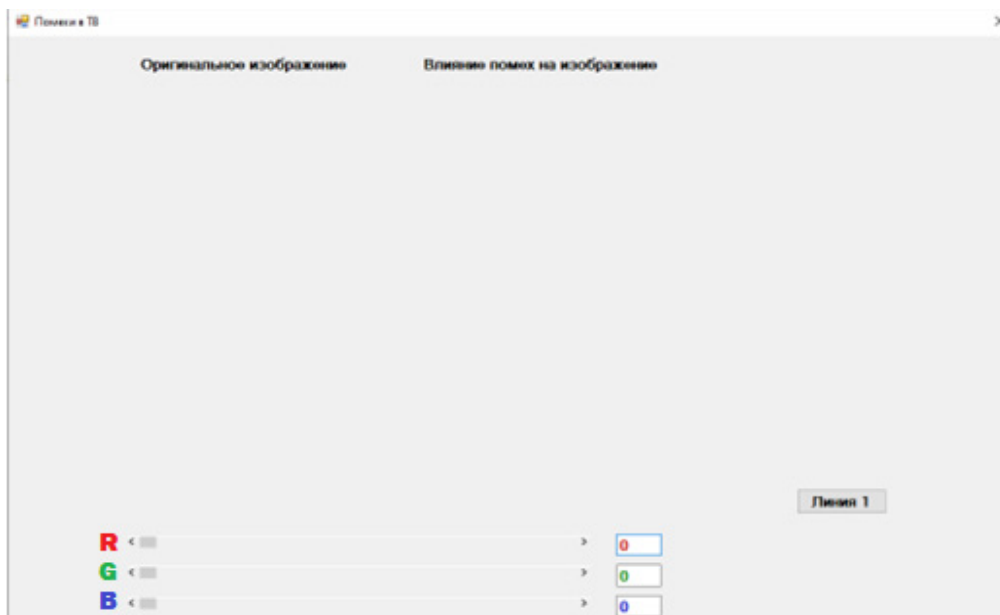


Рис. 1. Добавление линии цвета путем выставления его координат по модели RGB
 Fig. 1. Adding a color line by setting its coordinates according to the RGB model

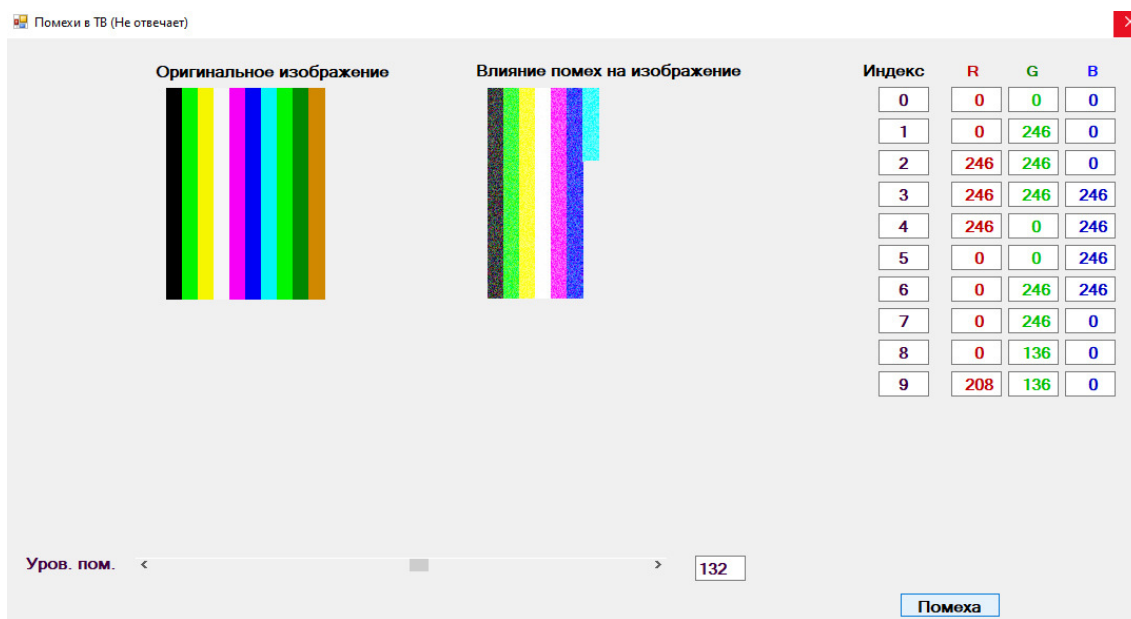


Рис. 2. Процесс отрисовки изображения, подверженного среднему уровню помехи, для наглядного сравнения с оригиналом
 Fig. 2. The process of rendering an image subject to an average level of interference, for visual comparison with the original



Рис. 3. Влияние помехи на изображение с уровнем, равным 15
 Fig. 3. Effect of interference on the image with a level, equal to 15



а



б

Рис. 4. Увеличение уровня помехи до 35 и влияние на изображения (а); детальное сравнение изображений с оригиналом (б)
 Fig. 4. Increasing the noise level up to 35 and the effect on the images (a); detailed comparison of images with the original (b)



Рис. 5. Влияние помехи с уровнем, равным 65
 Fig. 5. Influence of interference with level, equal to 65

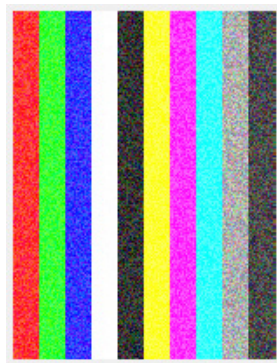


Рис. 6. Подверженное влиянию помехи изображение на уровне 105
 Fig. 6. Interference-affected image at level 105

На рис. 4, б можно видеть различное влияние помехи на изображения сразу двух основных цветов – синего и черного. Воздействие помехи нельзя назвать критическим, но оно вполне различимо для обычного наблюдателя. Значение сигнал/шум у основных компонент (R, G, B) для каждой цветовой линии имеет около 35 % от первоначального (при наличии самой минимальной помехи).

На рис. 5 можно видеть закономерное ухудшение качества изображений, описанных ранее, вследствие увеличения воздействия помехи. Здесь также можно отметить начало пагубных влияний

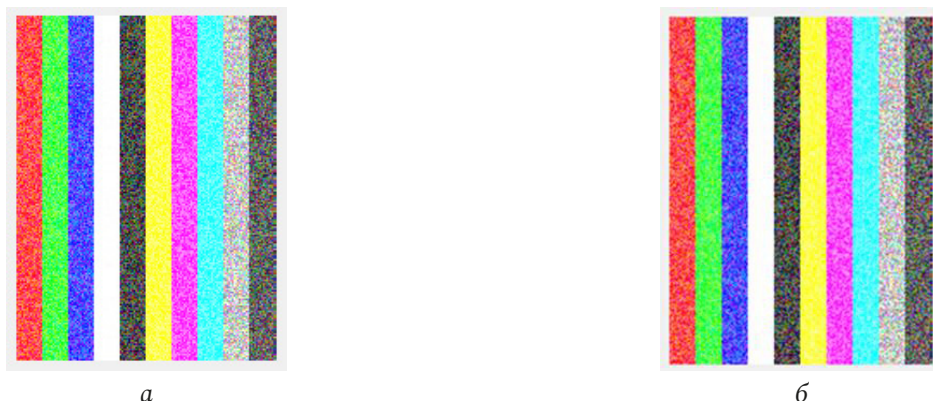


Рис. 7. Подверженное влиянию помехи изображение: а – на уровне 155; б – на уровне 195
 Fig. 7. Image affected by noise: a – at level 155; b – at level 195

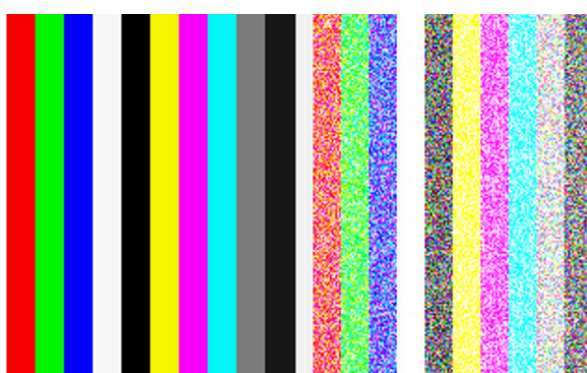


Рис. 8. Подверженное влиянию помехи изображение на максимальном уровне, равном 246, в сравнении с исходным
 Fig. 8. Interference-affected image at maximum level of 246 compared to original

на изображение красного цвета. Значение сигнал/шум у основных компонент (R, G, B) для каждой цветовой линии имеет около 25 % от первоначального (при наличии самой минимальной помехи).

Как видно на рис. 6, изображение красного цвета изменилось в значительной мере, а также влияние помехи теперь можно наблюдать и на зеленом цвете. Белый и желтый цвета в большей степени не искажаются, а все остальные цвета – наоборот, изменяются все больше и больше. Значение сигнал/шум у основных компонент (R, G, B) для каждой цветовой линии имеет 15 % от первоначального (при наличии самой минимальной помехи).

Исходя из рис. 7, б, можно сделать вывод о начале заметного влияния помехи на изображение желтого цвета, ну и, конечно, серьезному ухудшению качества всех остальных цветов. Основные составляющие (R, G, B) для каждой цветовой линии имеют менее 5 % от первоначального (при наличии самой минимальной помехи) значения сигнал/шум.

На рис. 8 отчетливо видна разница между исходным изображением и оригиналом, все цвета подверглись значительной деформации и не могут в

Таблица 1. Соотношения уровня помехи и значения сигнал/шум (%)
 Table 1. Interference level and signal-to-noise ratios (%)

Величина помехи	Уровень сигнал/шум (%)
1	99
2	85
3	80
4	73
5	69
7	62
10	56
15	50
35	35
65	25
105	15
155	9
195	4
245	0,1

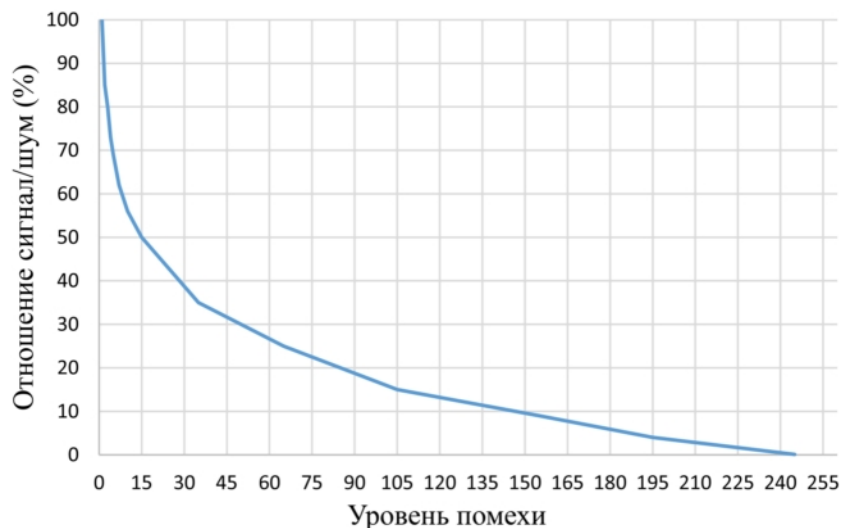


Рис. 9. График зависимости отношения сигнал/шум (дБ) трех основных цветов от уровня помех
Fig. 9. Graph of the signal-to-noise ratio (dB) of the three primary colors on the level of interference

Таблица 2. Соотношения уровня помехи визуального отличия цветов на экране (%)
Table 2. Ratios of the interference level of the visual difference of colors on the screen (%)

Величина помехи	Red	Green	Blue	White	Black
1	100	100	100	100	100
2	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100
4	100	100	100	100	100
5	100	100	100	100	100
7	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	95
15	100	100	95	100	90
35	95	100	90	100	85
65	80	95	75	100	70
105	70	90	60	100	58
155	60	80	50	100	45
195	40	50	30	100	25
245	10	15	5	100	5

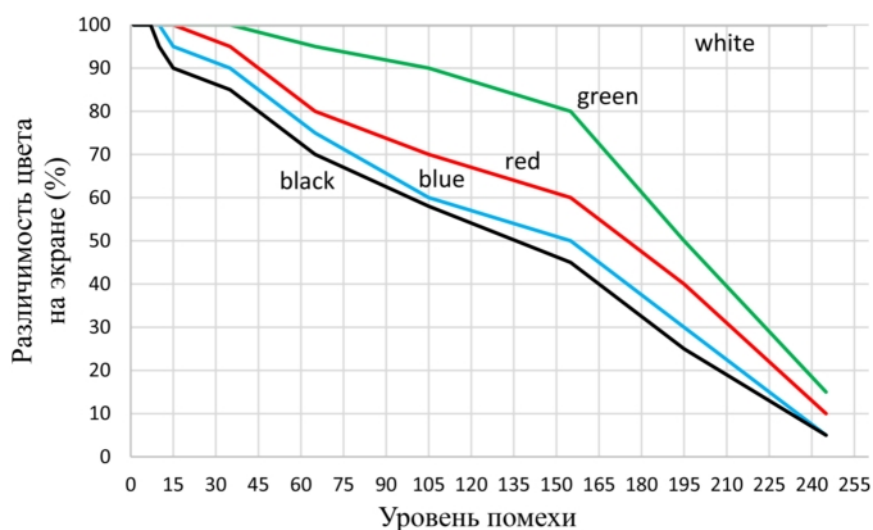


Рис. 10. График зависимости различимости цвета на экране (для стандартного наблюдателя) от уровня помех
Fig. 10. Graph of the dependence of color visibility on the screen (for a standard observer) on the level of interference

должной мере способствовать передаче информации. Для всех представленных цветов шум превышает или равен значению сигнала.

Заключение

Применяя указанную во введении, формулу ($S = 20 \text{Lg}(U_c / U_{\text{ш}})$), для каждого уровня помехи и каждой линии цвета были получены точные данные об отношении сигнал/шум (дБ). На основании этих данных построены графики зависимостей отношения сигнал/шум (дБ) трех основных цветов от уровня помех и различимости цвета на экране (для стандартного наблюдателя) от уровня помех [3].

Пользуясь данными, занесенными в таблицу 1, получен график зависимости для наглядного представления (на рис. 9).

В результате работы была определена степень влияния помех на изображения разных цветов по модели RGB. Полученные числовые значения сигнал/шум (дБ) при изменении уровня этой помехи, а также непосредственный анализ стандартного наблюдателя дают понять, что для каждого цвета существует свое критическое значение уровня помехи [4].

При использовании данных, занесенных в таблицу 2, получен график зависимости на рис. 10.

Список литературы

1. Ложкин Л.Д., Солдатов А.А., Вороной А.А. Определение цветовых различий между двумя цветами // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2017. Т. 20, № 4. С. 55–62. URL: <https://journals.ssau.ru/pwp/article/view/7075>
2. Вычисление цветовых различий между двумя цветами / Л.Д. Ложкин [и др.] // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2017. Т. 20, № 3-1. С. 100–109. URL: <https://journals.ssau.ru/pwp/article/view/7091>
3. Ложкин Л.Д. Цвет, его измерение и восприятие // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2012. Т. 15, № 3. С. 110–122.
4. Джадд Д., Выщецки Г. Цвет в науке и технике / пер. с англ. под ред. Л.Ф. Артюшина. М.: Мир, 1978. 428 с.

References


1. Lozhkin L.D., Soldatov A.A., Voronoy A.A. Determining color differences between two colors. *Physics of Wave Processes and Radio Systems*, 2017, vol. 20, no. 4, pp. 55–62. URL: <https://journals.ssau.ru/pwp/article/view/7075> (In Russ.)
2. Lozhkin L.D. et al. Computing color differences between two colors. *Physics of Wave Processes and Radio Systems*, 2017, vol. 20, no. 3-1, pp. 100–109. URL: <https://journals.ssau.ru/pwp/article/view/7091> (In Russ.)
3. Lozhkin L.D. Color, its measurement and perception. *Physics of Wave Processes and Radio Systems*, 2012, vol. 15, no. 3, pp. 110–122. (In Russ.)
4. Dzhadd D., Vyshchetski G. *Color in Science and Technology* / trans. from English. Ed. by L.F. Artyushin. Moscow: Mir, 1978, 428 p. (In Russ.)

Physics of Wave Processes and Radio Systems 2023, vol. 26, no. 1, pp. 116–122

DOI 10.18469/1810-3189.2023.26.1.116-122

Received 23 November 2022
Accepted 23 December 2022

Determination of the effect of noise on the image using software

Danil L. Myasnikov, Leonid D. Lozhkin, Yulia V. Sokolova 

Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics
23, L. Tolstoy Street,
Samara, 443010, Russia

Abstract – In this paper, we study the influence of noise on images of different colors and determine the difference in the level of these influences. Values characterizing the signal-to-noise ratio in decibels are obtained. The comparison of the values obtained as a result of modeling with the values of mathematical calculations is made. The results of the work present the data learned empirically. Thanks to the use of software, a unique structure that was achieved as a result of its own writing, it was possible to carry out a number of simulations and obtain several groups of values. Computer colorimetry can rightly be called digital colorimetry. This article is intended for senior students of universities, graduate students and professionals working in the field of color reproduction, image processing, color measurements and other areas related to color perception.

Keywords – noise effects on images; primary screen colors; CIE colorimetric system; television image; colorimetric reproduction; computer colorimetry; color locus; color distortions.

Информация об авторах

Мясников Данил Львович, 1997 г. р., магистрант Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия. В 2019 г. окончил Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ) по специальности «Инфокоммуникационные технологии и системы связи». В том же году поступил в магистратуру ПГУТИ на специальность «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Область научных интересов: электропитание узлов связи, колориметрия, экология.

E-mail: danil1232011@mail.ru

Ложкин Леонид Дидимович, 1946 г. р., доктор технических наук, профессор кафедры радиоэлектронных систем Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия. В 1972 г. окончил Куйбышевский институт связи по специальности «Радиосвязь и радиовещание». В 2014 г. успешно защитил диссертацию на соискание доктора технических наук по специальности 05.12.04 – «Радиотехника и в том числе и системы телевидения» в г. Санкт-Петербурге.

Область научных интересов: обработка графических изображений, программирование, колориметрия.

E-mail: leon.lozhkin@yandex.ru

Соколова Юлия Владимировна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры радиоэлектронных систем Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия.

Область научных интересов: электродинамика, устройства СВЧ, антенны, метаматериалы.

E-mail: ula.81.81@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2873-8675>

Information about the Authors

Danil L. Myasnikov, born in 1997, master student of the Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, Samara, Russia. In 2019, he graduated from the Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics (PSUTI) with a degree in Infocommunication Technologies and Communication Systems. In the same year, he entered the master's program at PSUTI with a degree in Infocommunication Technologies and Communication Systems.

Research interests: power supply of communication nodes, colorimetry, ecology.

E-mail: danil1232011@mail.ru

Leonid D. Lozhkin, born in 1946, Doctor of Technical Sciences, professor of the Department of Radio Electronic Systems, Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, Samara, Russia. In 1972, he graduated from the Kuibyshev Institute of Communications with a degree in Radio Communications and Broadcasting. In 2014, he successfully defended his dissertation for the Doctor of Technical Sciences in the specialty 05.12.04 – «Radio engineering, including television systems» in Saint Petersburg.

Research interests: graphic image processing, programming, colorimetry.

E-mail: leon.lozhkin@yandex.ru

Yulia V. Sokolova, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, associate professor of the Department of Radio Electronic Systems, Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, Samara, Russia.

Research interests: electrodynamics, microwave devices, antennas, metamaterials.

E-mail: ula.81.81@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2873-8675>