частный некоммерческий

МИР 3D WORLD

научно-популярный журнал

№ 2 (4)

2012

этот двухцветный

Объемный Мир

МИР 3D WORLD

частный
некоммерческий
научно-популярный журнал

№ 2 (4)
2012

Журнал для энтузиастов стереофото и стереовидео */март-апрель/*

Периодичность: 1 раз в 2 месяца.

Редакция

Главный редактор:
SCREW Black Light

Координаты редакции

e-mail: mir-3d-world@yandex.ru

web: http://mir-3d-world.narod.ru

подписка:
Subscribe.Ru → hitech.video.mir3dworld

Содержание

3D-новости **3**

3D-знания: «Этот двухцветный объемный мир» (анаглифическая технология) **4**

3D – сделай сам: Как самостоятельно изготовить анаглифические очки **22**

3D-эксперимент: «Магический глаз» – на экране компьютера **25**

3D-взгляд **34**

Наша обложка
В коллаже использовано фото 3D-видеокамеры Sony HDR-TD10E

Условия распространения

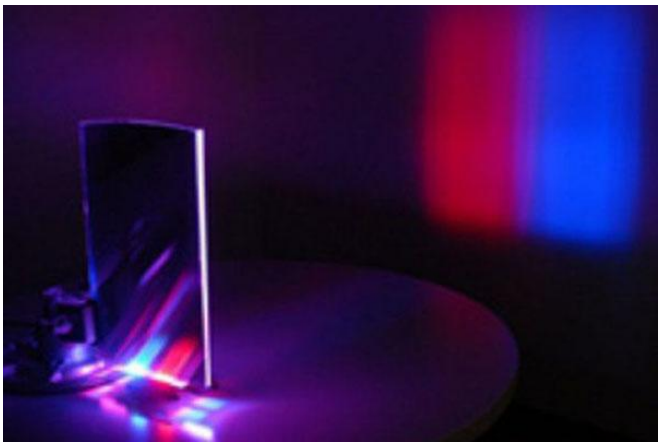
- **Журнал является бесплатным для читателей и распространяется редакцией свободно.**
- **Неимущественные авторские права** на опубликованные материалы принадлежат их авторам, авторские права на журнал в целом принадлежат его редакции (© SCREW Black Light).
- **Условия публикации в журнале авторских статей:** авторы передают редакции неисключительные права на публикацию и распространение своих статей в составе журнала или его фрагментов, не претендуя на какое-либо вознаграждение. Авторы могут публиковать эти же статьи в любых других изданиях. Согласование с редакциями этих изданий факта публикации статей в данном журнале возлагается на авторов.
- **Условия публикации в журнале новостной и др. информации, взятой из сети Интернет:** материалы, взятые из открытых публикаций в web, публикуются в редакторской обработке либо «как есть», с указанием ссылки на первоисточник.
- **Третьи лица могут распространять журнал свободно и бесплатно.** Вы можете включать выпуски журнала в любые комплекты своих материалов, в том числе распространяемые на коммерческой основе, при условии, что за собственно выпуски журнала никакая оплата не взимается. Выпуски журнала разрешается распространять «как есть»: целиком, без каких-либо изменений. **При перепечатке фрагментов материалов журнала** обязательны: сохранение ФИО автора (авторов), указание названия журнала («Мир 3D / 3D World»), номера и года его выпуска, а также адресов e-mail и web редакции.

М. – СПб.: СамСебяИздат, 2012

Лазером в глаз: стереотехнология от Microsoft

В предыдущем выпуске журнала мы уже рассказывали об экспериментах Франсуа Фогеля по просмотру черескадрового стерео без очков – просто моргая глазами за счет сокращения мышц под действием электрических разрядов. А вот отделение прикладных научных разработок компании Microsoft разработало прототип еще одной новой технологии безочкового воспроизведения 3D-изображений.

В отличие от 3D-технологии на основе параллаксного барьера, когда зрителю нужно искать подходящую точку наблюдения стереоэффекта, стереодисплей от Microsoft автоматически определяет положение глаз зрителя с помощью специальной следящей видеокамеры и буквально выстреливает в оба глаза индивидуальным лазерным изображением, создавая эффект объема. Точечное направление изображения в глаза зрителя осуществляется с помощью клинообразной линзы толщиной от 6 до 11 мм. Контроль передаваемого точечного изображения производится за счет включения-выключения светодиодов вдоль нижнего края линзы.



Разработанный Microsoft прототип пока может воспроизводить 3D-изображение для двух человек либо обычное двухмерное – для четверых, но зато каждый из этих четырех зрителей может видеть свое личное уникальное изображение. Само это изображение, правда, еще далеко от совершенства, но прототип уже способен с помощью следящей камеры и соответствующего программного обеспечения на ходу менять направление луча в глаза зрителей при их перемещении по комнате.

Конечно, Microsoft – не первопроходцы в технологии динамического отслеживания положения зрачков зрителей, но ранее эти технологии слишком медлительными и дорогостоящими. Сегодня же, с ростом мощности оборудования, стало возможным отслеживание с мгновенной реакцией и при относительно невысокой стоимости оборудования. Компания Microsoft уже обратилась к производителям видеотехники за помощью в дальнейшем совершенствовании этой технологии.

Источник: *сайт «3D FullHD»*
http://www.3d-fullhd.ru/3d-novosti/microsoft-radi-3d-effekta-budet-strelyat-svetovym-luchom-pryamo-v-glaza/

«Этот двухцветный объемный мир» (анаглифическая технология)

Усенков Д. Ю.,
ст. науч. сотр. Института информатизации образования Российской академии образования, Москва

Итак, мы уже знаем, что для получения объемного изображения нам нужно, во-первых, отснять два фотокадра (либо два видеофрагмента) – отдельно для левого и правого глаза (*стереопару*), а во-вторых, при показе этих кадров строго разделить их просмотр: левый глаз должен видеть только левый кадр стереопары, а правый глаз – только правый кадр.

В предыдущей статье мы также познакомились с приемами просмотра стереопар («прямых» и «перекрестных») невооруженным глазом (скашивая глаза), а также с вспомогательными приспособлениями, облегчающими просмотр таких стереопар, – *стереоскопами* различных конструкций. Однако «чистая» стереопара – это не единственный способ представления стереоизображений. Существуют и другие технологии разделения левого и правого кадров (либо видеопотоков) при их показе и, соответственно, технологии их просмотра, обладающие своими преимуществами и недостатками. Об одной из таких технологий мы и поговорим в этой статье.

Что такое «анаглиф»

Само название «анаглиф» переводится с греческого (*anáglyphos*) как «рельефный». Это полностью характеризует «сферу применения» этого термина (стереоскопия), но, увы, ничего не говорит о его «технологическом смысле». Поэтому нам потребуются более подробные объяснения.

Анаглифическим называется метод разделения просмотра левого и правого кадра стереопары, соответственно, левым и правым глазом при помощи *цветового кодирования*. Это означает, что левый кадр стереопары окрашивается в один какой-либо цвет, а правый – в другой цвет, противоположный (контрастирующий) первому. Затем два полученных окрашенных кадра накладываются друг на друга (получается характерная «двоящаяся» картинка – как иногда бывает в цветных журналах и газетах при типографском браке – смещении печатных матриц разных цветов друг относительно друга, – рис. 1). Просматривать же такое «совмещенное» изображение нужно через специальные очки, в которых в качестве стекол установлены светофильтры (стеклянные, пластиковые или пленочные) соответствующих цветов.

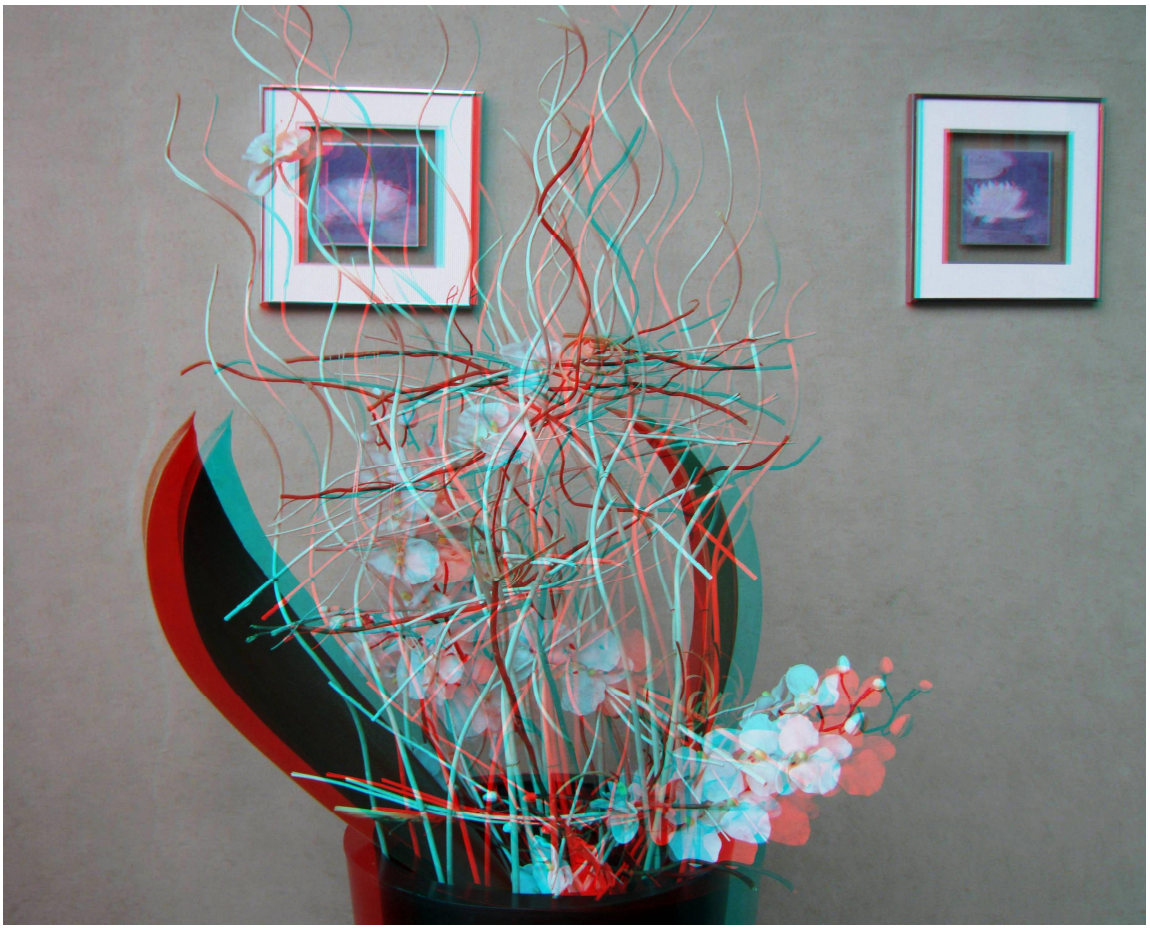


Рис. 1. Пример анаглифического изображения (фото автора статьи)

Какие цвета можно в этом случае считать противоположными (контрастирующими)? Это краски, которые при их смешивании на бумаге дают черный цвет. При создании анаглифических стереоизображений обычно используются красный (Red) и голубой (Cyan) цвета либо красный и синий. Реже применяются такие цветовые пары, как красный – зеленый и синий – желтый. Учитывая, что традиционным является сочетание «анаглифических» цветов «красный–голубой» (причем красный светофильтр предназначается для левого глаза, хотя при необходимости картонные анаглифные очки нетрудно и «вывернуть наизнанку», отогнув их «дужки» в обратную сторону), мы далее и будем придерживаться именно такого варианта.

Впервые анаглифический способ создания стереоизображений предложил в 1853 г. Вильгельм Роллман (Лейпциг, Германия), – правда, тогда речь шла о «лабораторном прототипе» этой технологии: Роллман изобразил синие и красные линии на темном фоне и проиллюстрировал саму возможность цветового разделения изображений для левого и правого глаза. Первое же «настоящее» анаглифическое стерео публике продемонстрировал в 1858 г. французский художник Жозеф Д'Альмейда: он использовал «волшебный фонарь» (в современном понимании – диапроектор ☺) и красно-зеленые очки для зрителей. В 1891 г. анаглифические фотографии были впервые напечатаны на бумаге, а в 1893 г. появился первый стереокинофильм Уильяма Фриз-Грина (Великобритания). Наконец, современный вариант цветового сочетания для анаглифических очков (красно-голубой) предложил (и запатентовал!) в составе своей стереосистемы Deep Vision Стивен Гибсон уже в 1970-е гг. Интересно, что для того, чтобы «обойти» этот патент, некоторые фирмы попросту… поменяли в своей продукции местами красное и голубое «стёклышко»: эффект тот же, но уже патенту Гибсона не соответствует. ☺

Как это работает

Посмотрим на рис. 2. Вспомним, как «работает» цветное изображение, напечатанное на бумаге, и как работают цветные светофильтры.

Итак, на распечатке фотографии друг на друга наложены левый кадр, выполненный в оттенках красного, и правый – в оттенках голубого. Когда на эту распечатку падает внешний белый («дневной») свет, точки изображения, имеющие соответствующие цвета, окрашивают отраженные световые лучи в соответствующие цвета. Аналогично, если анаглифическая фотография выведена на экран дисплея, то точки экрана (пиксели) излучают свет соответствующих цветов.

При просмотре такого изображения:

- красные участки (левого кадра) видны через красный светофильтр левому глазу (так как красный светофильтр пропускает красный свет), но не видны через голубой светофильтр правому глазу (голубой светофильтр задерживает красный свет);
- голубые участки (правого кадра) не видны через красный светофильтр левому глазу (так как красный светофильтр задерживает голубой свет), но видны через голубой светофильтр правому глазу (голубой светофильтр пропускает голубой свет);
- черные участки анаглифа (черные и на левом, и на правом кадре), очевидно, будут черными для обоих глаз независимо от светофильтров перед ними;
- белые участки анаглифа (белые и на левом, и на правом кадре) будут видны для обоих глаз, так как белый свет пропускается и красным, и голубым светофильтром.

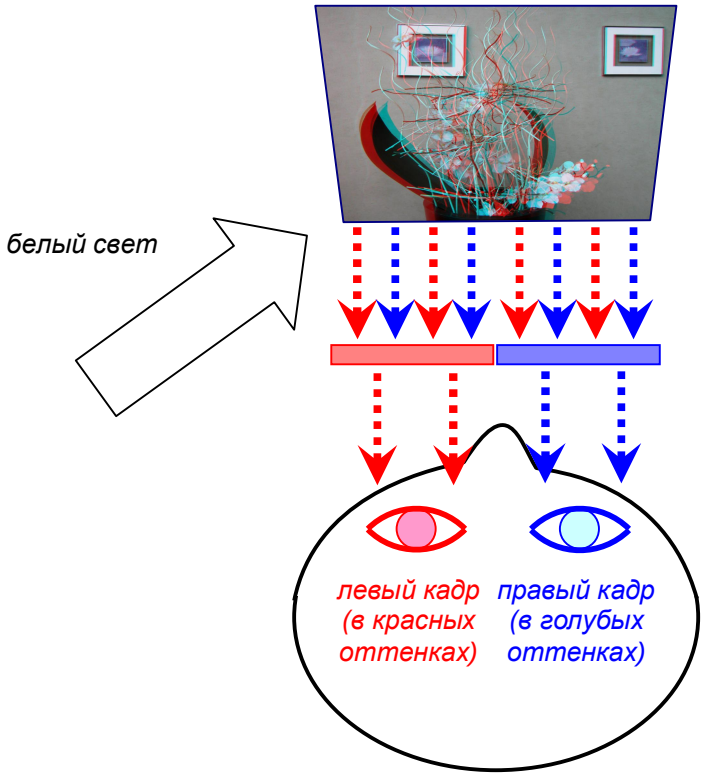


Рис. 2. Анаглифический способ воспроизведения стереоизображений

В результате, как нетрудно заметить, левый глаз действительно будет видеть (благодаря красному светофильтру выделять из «смесевой» анаглифической картинки) левый кадр и видеть «черноту» вместо правого кадра, а правый глаз будет видеть (выделять благодаря голубому светофильтру) правый кадр и видеть «черноту» вместо левого кадра. Такое разделение и обеспечивает, как мы уже знаем, воспроизведение стереоэффекта.

Особо надо сказать про цветные анаглифы. В них левый и правый кадр тоже окрашиваются, соответственно, в красные и голубые оттенки. Но здесь, в отличие от монохромных анаглифических изображений, такое окрашивание – не полное, цветовая гамма этих кадров лишь немного искажается. Но далее при просмотре такого анаглифа принцип действия светофильтров в очках остается тем же самым. Искажение же цветопередачи в левом и правом кадрах частично компенсируется за счет гибкости самого зрительного «механизма».

Для интересующихся

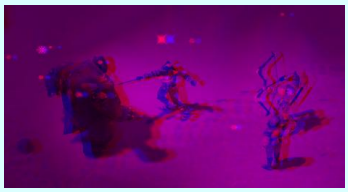
На одном из сайтов (Stereo Softvare, http://www.sview.ru/help/devices/anaglyph) имеется интересная информация о том, как именно производится преобразование цветных изображений при их преобразовании в кадры анаглифа. Причем в статье на этом сайте приводятся не только словесные объяснения, но и формулы матрично-векторного умножения и сложения, которые могут быть использованы при реализации программ для обработки анаглифических стереоизображений.

Используются обозначения: ***L*** – пиксель левого кадра, ***R*** – пиксель правого кадра, цветовые составляющие пикселя (***x***): *x.**r*** – красная (R), *x.**g*** – зелёная (G), *x.**b*** –синяя (B).

1) обычный красно-голубой анаглиф («color (red-cyan) anaglyph»):

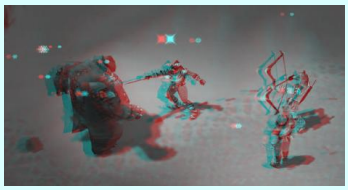
$$\begin{bmatrix} r \\ g \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} L.r \\ L.g \\ L.b \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R.r \\ R.g \\ R.b \end{bmatrix}$$

2) «темный» анаглиф («true (dark) anaglyph»):



$$\begin{bmatrix} r \\ g \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} L.r \\ L.g \\ L.b \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0.299 & 0.587 & 0.114 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R.r \\ R.g \\ R.b \end{bmatrix}$$

3) монохромный анаглиф («gray anaglyph»):



$$\begin{bmatrix} r \\ g \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} L.r \\ L.g \\ L.b \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.299 & 0.587 & 0.114 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R.r \\ R.g \\ R.b \end{bmatrix}$$

4) «оптимизированный» анаглиф («optimized anaglyph»):

$$\begin{bmatrix} r \\ g \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4154 & 0.4710 & 0.1669 \\ -0.0458 & -0.0484 & -0.0257 \\ -0.0547 & -0.0615 & 0.0128 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} L.r \\ L.g \\ L.b \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -0.0109 & -0.0364 & -0.0060 \\ 0.3756 & 0.7333 & 0.0111 \\ -0.0651 & -0.1287 & 1.2971 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R.r \\ R.g \\ R.b \end{bmatrix}$$

Источник – http://research.csc.ncsu.edu/stereographics/LS.pdf

5) желто-синий анаглиф («yellow-blue anaglyph», «ColorCode»):

$$\begin{bmatrix} r \\ g \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} L.r \\ L.g \\ L.b \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R.r \\ R.g \\ R.b \end{bmatrix}$$

Преимущества и недостатки анаглифа

Главное (и, наверное), единственное бесспорное *преимущество* анаглифического метода – его поистине сказочная дешевизна. Почти бесплатность! Для того, чтобы создать анаглифическое изображение, требуется достаточно простая (причем, как правило, автоматически работающая) компьютерная программа, которую можно бесплатно скачать из Интернета (причем таких программ существует довольно много: выбирай – не хочу ☺). Есть и специальные (тоже бесплатные) драйверы видеокарты, которые «в реальном времени» создают анаглифическое стереоизображение для, например, трехмерных игр. А для просмотра такого «стерео» достаточно иметь двухцветные очки, которые можно купить за 20-30 рублей (максимум) или даже сделать самому.

Что же касается электронного оборудования, то для воспроизведения анаглифического фото и видео годится ***принципиально любой*** компьютерный дисплей (в том числе экран КПК или сотового телефона), телевизор, видеоплеер и т. д. Не требуется менять что-либо в приемо-передающей аппаратуре – например, создавать раздельные каналы для передачи левого и правого видеопотоков, так как левый и правый кадры передаются в виде единой «смеси». Не нужно ни специальных экранов, ни дополнительных специальных плёнок на эти экраны, ни громоздких зеркальных/призматических/линзовых стереоскопов.

При желании нынешнее телевидение уже может начинать стереовещание в анаглифе, используя всю существующую аппаратуру видеомонтажа и передачи в эфир (разве что потребуется съемка «спаркой» теле- или видеокамер и дополнительный электронный блочок для формирования анаглифического изображения на выходе такой «спарки»), а телезрители смогут смотреть подобные стереопередачи на имеющихся у них телевизорах (даже самых «древних» на базе электронно-лучевой трубки, – лишь бы только цветных), обзаведясь только двухцветными очками.

Кстати, в нашей стране (тогда еще в СССР) первые экспериментальные трансляции цветного анаглифического стереотелевидения проводил ленинградский телецентр совместно с кафедрой телевидения ЛЭИС (Ленинградский электротехнический институт связи, ныне – Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича) еще 1975–1978 гг.

С *недостатками* анаглифической технологии всё несколько сложнее…

Во-первых, при использовании анаглифического способа ***резко*** снижается качество цветопередачи. Наилучшие результаты вообще получаются для монохромных («черно-белых») анаглифических стереоизображений, – однако вместе с тем средства их воспроизведения (экран или типографская печать) должны быть цветными! И хотя современные программы позволяют создавать «цветные» анаглифы, цветовые оттенки в них нарушаются очень сильно (например, красный цвет превращается в черный). А кроме того, просмотр через анаглифические очки приводит к снижению яркости изображения, так как часть светового потока поглощают цветные светофильтры.

Во-вторых, нарушается цветовосприятие глаз самого зрителя. Хотя адаптироваться к просмотру анаглифического стерео удается достаточно быстро (и не требуется специальных упражнений, чтобы освоить навык их просмотра, как, например, для обычных стереопар), при просмотре через анаглифические очки заметно мешает характерное «цветовое мерцание» (неполная адаптация) а глаза начинают уставать. И более того, – 15 минут просмотра анаглифического стерео может оказаться достаточно, чтобы после этого в течение как минимум получаса зритель, сняв двухцветные очки, пытался адаптировать своё зрение обратно: цветовая чувствительность и восприятие оттенков оказываются нарушенными довольно значительно.

Наконец, в-третьих, анаглифический способ очень чувствителен к различным преобразованиям изображений, особенно – к часто используемым на компьютере и в современной цифровой видеотехнике методам сжатия фото и видео. Даже при изменении размеров анаглифической фотографии или при настройке ее яркости/ контраста, а тем более – при конвертации видео в формат типа MPEG в изображении начинают проявляться неприятные «двоения» контуров, и точно так же может «испортить» анаглифическое стерео просмотр на экране телевизора.

Учитывая всё вышесказанное, можно сделать вывод: пока анаглифическая технология – это «промежуточный» этап развития стереотехнологий, или, если можно так выразиться, некий вариант «стерео для бедных». В будущем же, когда станут достаточно дешевыми и доступными для широких слоев населения 3D-устройства (например, 3D-телевизоры), основанные на других принципах воспроизведения стерео, – например, на поляризационном способе, анаглифические технологии, видимо, станут достоянием музеев.

Двухцветные очки

Итак, всё что требуется для просмотра анаглифического стерео, – это двухцветные очки (красно-голубые). Где их взять?

Прежде всего, такие очки можно купить. Автор этих строк впервые приобрел такие очки 4 года назад в Научно-исследовательском кинофотоинституте (НИКФИ) в Москве за 30 рублей (см. http://www.stereokino.ru/shop.htm), а позже точно такие же анаглифические очки продавались за 20 руб. в качестве «входного билета» на выставку стереофотографий старой Москвы в Коломенском. Нередко двухцветные анаглифические очки прилагаются и в комплекте с детскими книгами, содержащими стереокартинки. Ну и, наконец, в Интернете можно отыскать немало предложений приобрести такие очки самых разных конструкций – от картонных до пластмассовых по самым разным ценам.

Анаглифические очки можно также изготовить самостоятельно. Для этого используются подходящие по цвету фломастеры (хорошее видеоруководство, правда, на английском языке, выложено на YouTube по адресу http://www.youtube.com/watch?v=sIEn9z0oBE8&feature=related) или тонер от струйного принтера (требуемая голубая краска там уже имеется изначально, а для получения красной надо смешать желтую и пурпурную), а также специальную прозрачную пленку для печати на струйном принтере (с желатиновым слоем) и тонкий картон для «оправы» очков, к которой приклеиваются изготовленные цветные светофильтры.

Программный инструментарий

Если «собрать» стереопару (прямую или перекрестную) можно, в принципе, и вручную в любом графическом редакторе или даже в текстовом редакторе Word, разместив левый и правый кадр в таблице с выключенной разлиновкой, то для изготовления анаглифической стереофотографии (а тем более – анаглифического стереовидеофильма) потребуется воспользоваться специальной программой.

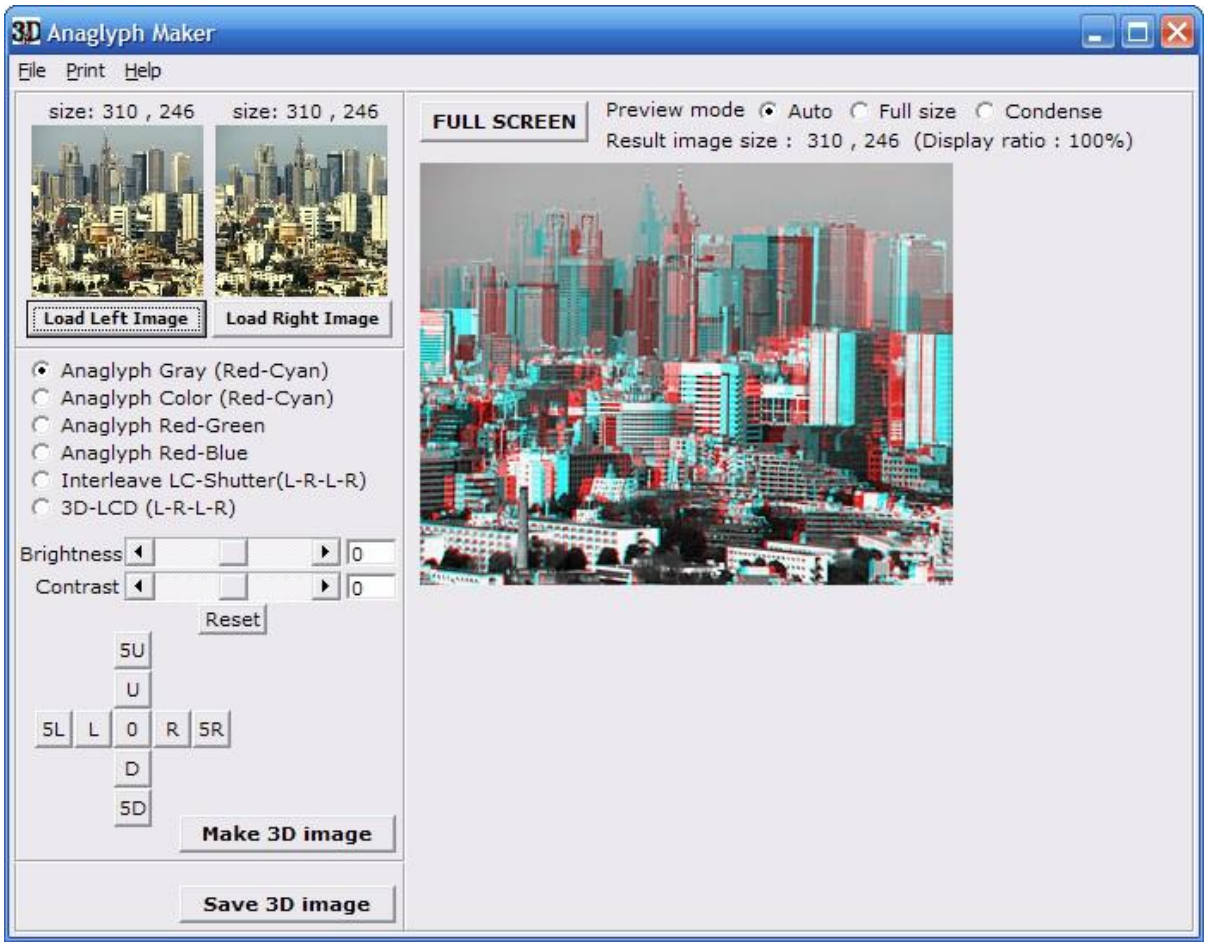
Сразу заметим: таких программ сегодня имеется достаточно много, и постоянно появляются всё новые. «Ключевым» во всех них является, конечно же, алгоритм формирования анаглифа из загруженных в программу левого и правого кадров стереопары (их окрашивание в требуемые оттенки и наложение друг на друга). Однако такие программы могут существенно различаться набором вспомогательных (пользовательских) функций, которые делают создание анаглифов более удобным. Например, это может быть автоматическое (на основе анализа деталей изображения) выравнивание левого и правого кадров по высоте, устранение их перекосов и наклонов друг относительно друга (что часто бывает, когда эти кадры фотографируются обычным фотоаппаратом по методу «шаг влево – шаг вправо») и т.д. Кроме того, некоторые из таких программ умеют формировать не только анаглифы раз-

личных типов, но и собственно стереопары (параллельные или перекрестные), а также создавать чересстрочные или «полосчатые» стереофотографии в расчете на использование специальных стереодисплеев и стереотелевизоров. Ниже мы рассмотрим несколько наиболее популярных таких программ, доступных для бесплатного использования.

Anaglyph Maker

Автор программы – Takashi Sekitani

Сайт: http://www.stereoeye.jp/software/index_e.html

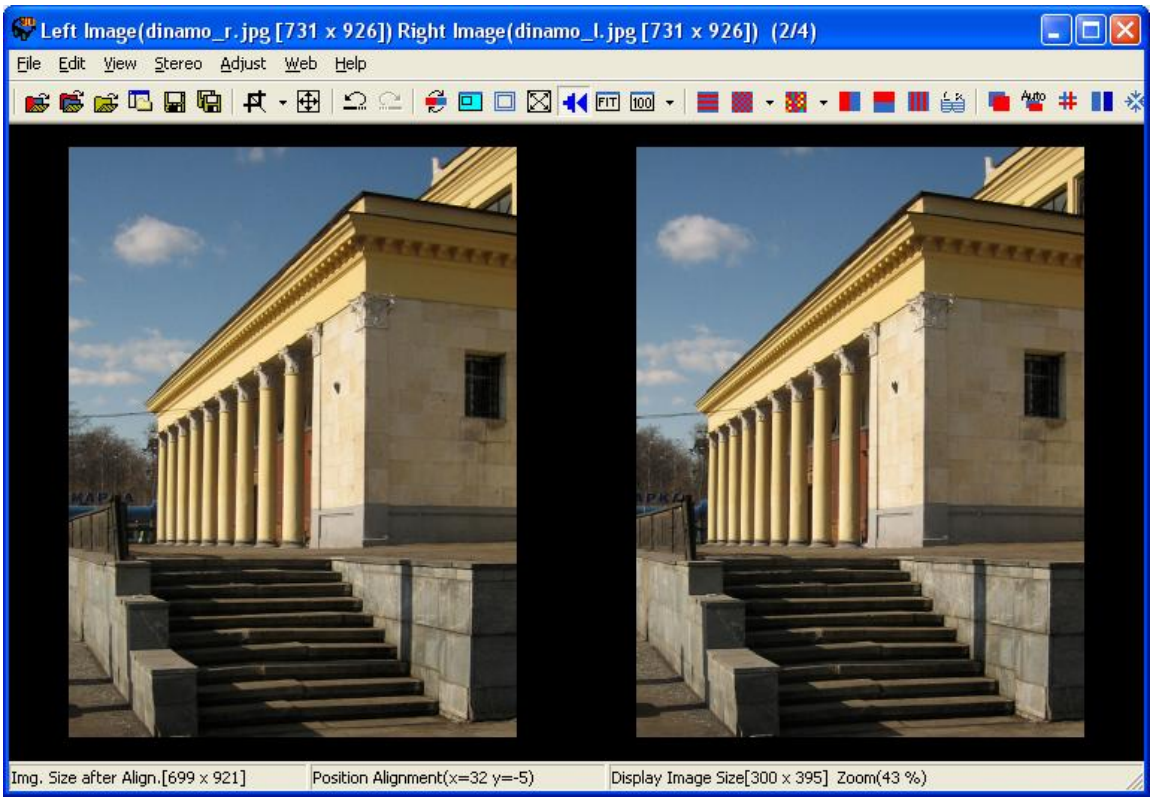


Программа Anaglyph Maker позволяет загрузить левый и правый фотокадры, выбрать тип формируемого стереоизображения (цветной или монохромный красно-голубой, красно-синий или красно-зеленый анаглиф), создать анаглиф, при необходимости вручную выровнять левый и правый кадры друг относительно друга и сохранить в файл полученное стереоизображение.

StereoPhotoMaker

Автор программы – Masuji SUTO (по крайней мере, он – автор описания программы на посвященной ей странице сайта «Muttyan's home page»).

Сайт: http://stereo.jpn.org/eng/stphmkr/index.html



Это, пожалуй, наиболее удобная из бесплатных программ, которую можно рекомендовать держать в своем инструментарии каждому стереофотолюбителю. Главное преимущество StereoPhotoMaker – возможность полностью автоматической обработки стереокадров, которой бывает вполне достаточно в большинстве случаев при съемке кадров одним фотоаппаратом, а тем более – при съемке стереоспаркой. Достаточно загрузить в программу левый и правый кадры и нажать кнопку , – всё остальное программа сделает сама: вам останется только выбрать один из режимов генерации стереоизображения и сохранить результат в файле. Впрочем, в программе есть и режимы ручной обработки стереокадров на случай, если алгоритм анализа изобрадений «спасует», – от простейшего инструмента взаимного выравнивания по горизонтали/вертикали до сложного механизма (в отдельном диалоговом окне) управления компенсацией почти любых искажений. Кроме того, данная программа обеспечивает возможность создания стереоизображений практически для всех существующих сегодня технологий воспроизведения стереофотографий:

- кнопка – чересстрочное изображение;
- кнопка – монохромный анаглиф (можно раскрыть меню для выбора желаемого типа анаглифа: красно-голубой, красно-зеленый, красно-синий, желто-синий);
- кнопка – цветной анаглиф (также можно выбрать в меню этой кнопки желаемый тип анаглифа, в том числе с цветовой оптимизацией);
- кнопка – «классическая» стереопара; при этом отдельная кнопка позволяет менять местами левый и правый кадры, преобразуя параллельную стереопару в перекрестную и наоборот;

- кнопка – стереопара с расположением кадров друг над другом;
- кнопка – «полосчатое» изображение для стереодисплеев с лентикулярным экраном;
- кнопка – стереоизображение в расчете на применение затворных стереоочков – с попеременно затемняемыми стеклами.

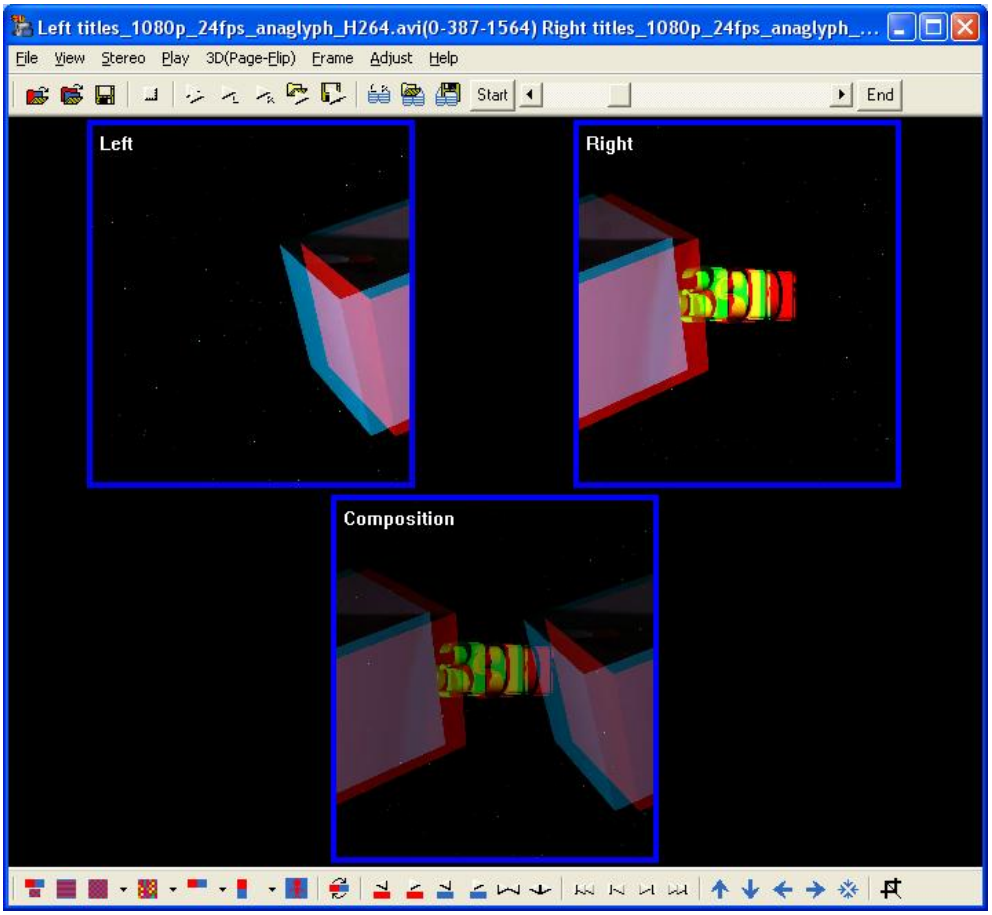
Кстати, некоторые стереофотомастера рекомендуют пользоваться не самой современной, а более старой версией программы – 3.03, поскольку в более поздних версиях ее разработчики были вынуждены из-за проблем с авторскими правами на алгоритм распознавания изображений ухудшить этот алгоритм. (Версию 3.03 можно скачать по адресу http://www.deep-life.ru/soft/spm/spm3_03.exe.)

Аналогичным образом можно создавать и анаглифическое (или с расчетом на другую технологию стереовоспроизведения) видео. Для этого тоже существует целый ряд программ – и коммерческих, и бесплатных. Рассмотрим два характерных примера.

Stereo MovieMaker

Автор программы – Masuji SUTO (тот же, что и программы StereoPhotoMaker, чем объясняется сходство их интерфейса)

Сайт: http://stereo.jpn.org/eng/stvmkr



Эта программа позволяет выполнить наиболее простой монтаж стереовидео из двух видеопотоков (левого и правого) с ручным выравниванием кадров по горизонтали/вертикали и возможностью «подгонки» видеопотоков по времени друг относительно друга (при некоторой рассинхронизации при съемке левой и правой камерой спарки). При монтаже на экран выводятся (в уменьшенном виде) сверху – исходные видеопотоки, а внизу – результирующее стереовидео, однако можно использовать эту программу и как простой стереоплеер, отображая только результирующее видео. Само это стереовидеоизображение можно (как и стереофото в программе StereoPhotoMaker) отображать и сохранять в виде чересстрочного, анаглифического (монохромного или цветного) стерео, классической или вертикальной стереопары (в том числе с зеркальным отображением – для просмотра при помощи одного зеркала), а также для затворных стереоочков.

Основной недостаток данной программы – это ее «слабость» по отношению к большинству видеоформатов и кодеков (встроенных видеокодеков в программе практически нет, хотя на сайте http://stereo.jpn.org/eng/stvmkr есть ссылки на загрузку внешних кодеков), а также какой-то свой, «внутренний» формат сохранения полученного стереофильма в файл. По крайней мере, автору этих строк так и не удалось открыть созданный при помощи Stereo MovieMaker стереофильм где-либо еще, кроме самой программы Stereo MovieMaker, которую, судя по всему, и придется использовать в качестве плеера.

MAGIX Video Pro

Разработчик – компания MAGIX.

Сайт: http://www.magix.com/ru.

Мощный видеоредактор с функцией создания 3D-видео (коммерческий продукт, доступна тестовая версия на 30 дней). Позволяет загрузить левый и правый видеопотоки и совместить их в стереоизображение (что оформлено как один из доступных к использованию видеоэффектов). При этом доступны функции автоматического выравнивания кадров видеопотоков, компенсации взаимного наклона кадров и синхронизации по времени. Позволяет полноценно редактировать созданный стереофильм и сохранить его в одном из общепринятых видеоформатов.

«Псевдостерео»

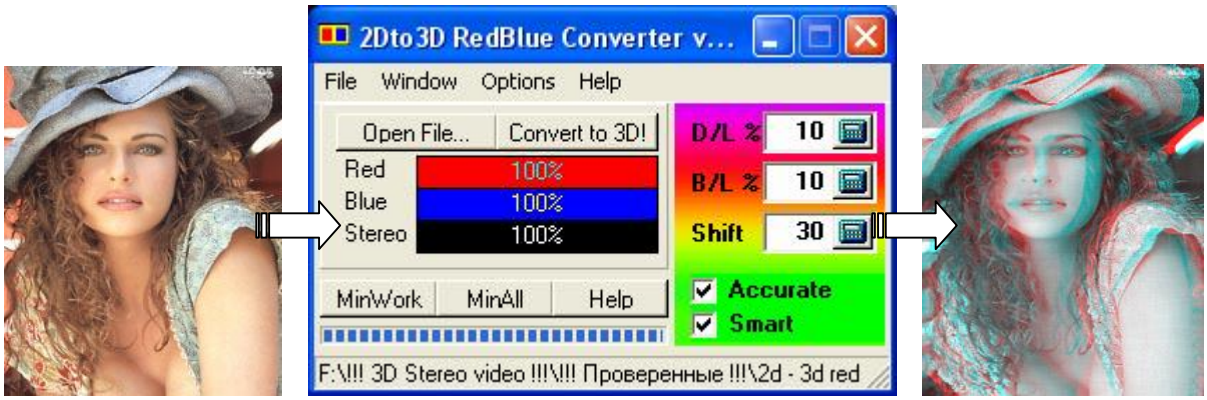
Завершая разговор об анаглифах и инструментарии для их создания, нельзя не упомянуть и о «псевдостерео». Существуют программы, – как бесплатные, так и (в большинстве своем) коммерческие, – которые позволяют создавать стереофото или стереовидео из… обычной фотографии или видеофильма. Заложенные в них алгоритмы позволяют на основе анализа «плоского» изображения восстанавливать (а точнее – моделировать) отсутствующую информацию о третьем измерении, а затем создавать и обрабатывать (уже по обычным технологиям) «стереопару». Причем для видеозаписей такое преобразование обычно осуществляется «на лету» (прямо во время воспроизведения), что дает возможность смотреть в «стереоварианте» практически любое старое кино (причем, как правило, наилучший результат в виде анаглифа получается для самых старых, черно-белых фильмов). Правда, конечно, качество получаемого таким способом «искусственного» 3D меньше, чем для настоящего стереоизображения, отснятого спаркой камер, – хотя, по всей видимости, многое при этом зависит и от характера самого обрабатываемого изображения.

Начнем с программ обработки фотографий.

2Dto3D RedBlue Converter

Автор программы – Alex Kheifets.

Сайт: http://sglx.web.ur.ru/converter/index.htm.



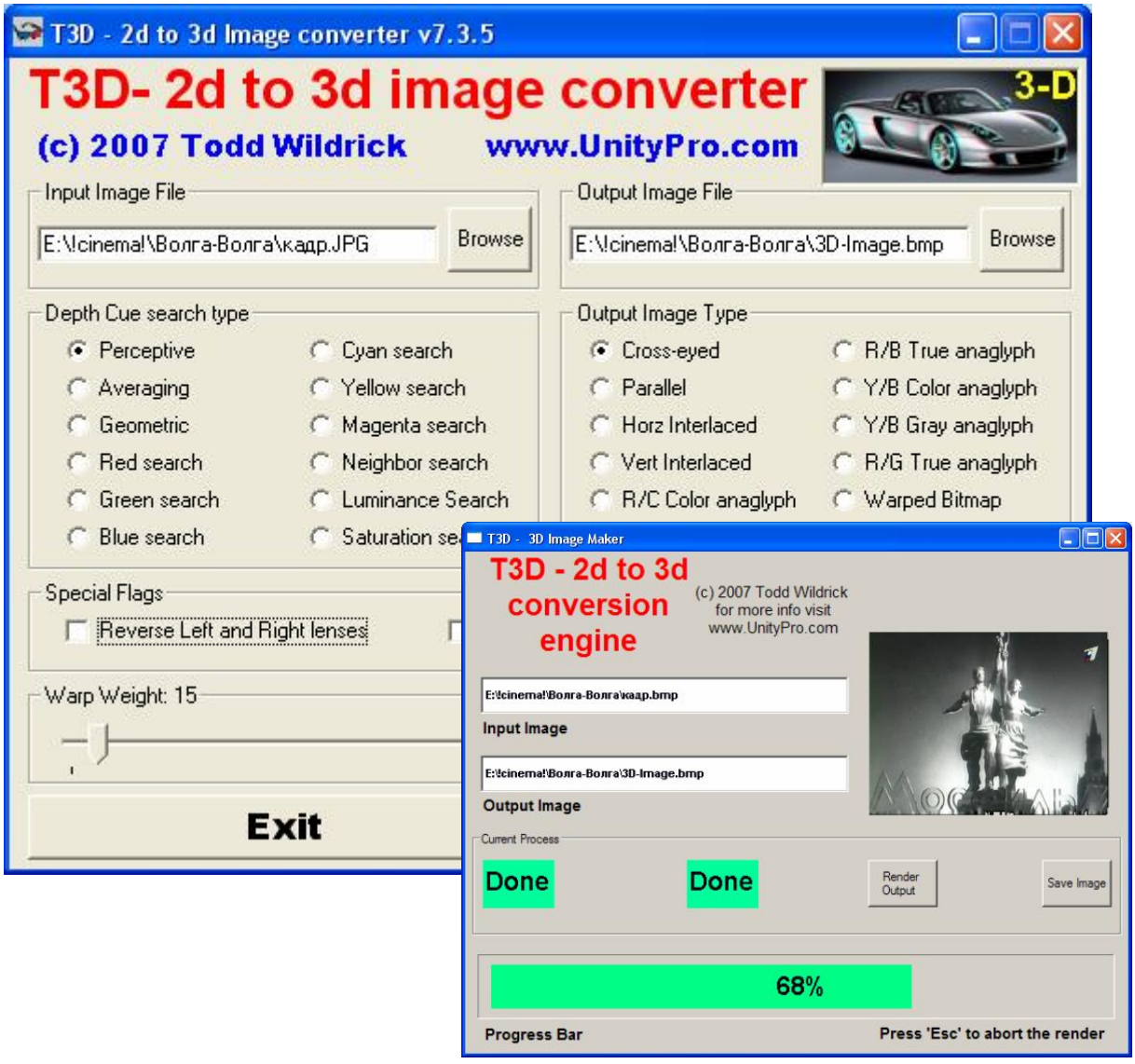
Простая в использовании коммерческая программа. Бесплатно доступна демо-версия, выполняющая все необходимые преобразования, но не позволяющая сохранять полученное анаглифическое фото в файл (впрочем, вполне

можно обрабатывать с ее помощью небольшие фотографии, предварительно уменьшенные до размеров экрана, а результат сохранять в файл при помощи клавиши PrintScreen и любого графического редактора, вставляя в него скопированную в буфер картинку). Достаточно загрузить фотографию (кнопка **Open File**), запустить преобразование (кнопка **Convert to 3D!**) и – всё готово.

T3D – 2D to 3D Image Converter

Автор программы – Todd Wildrick.

Сайт: http://www.UnityPro.com (на данный момент не работает – выводит только слайд-шоу с фотографиями обезьянок).

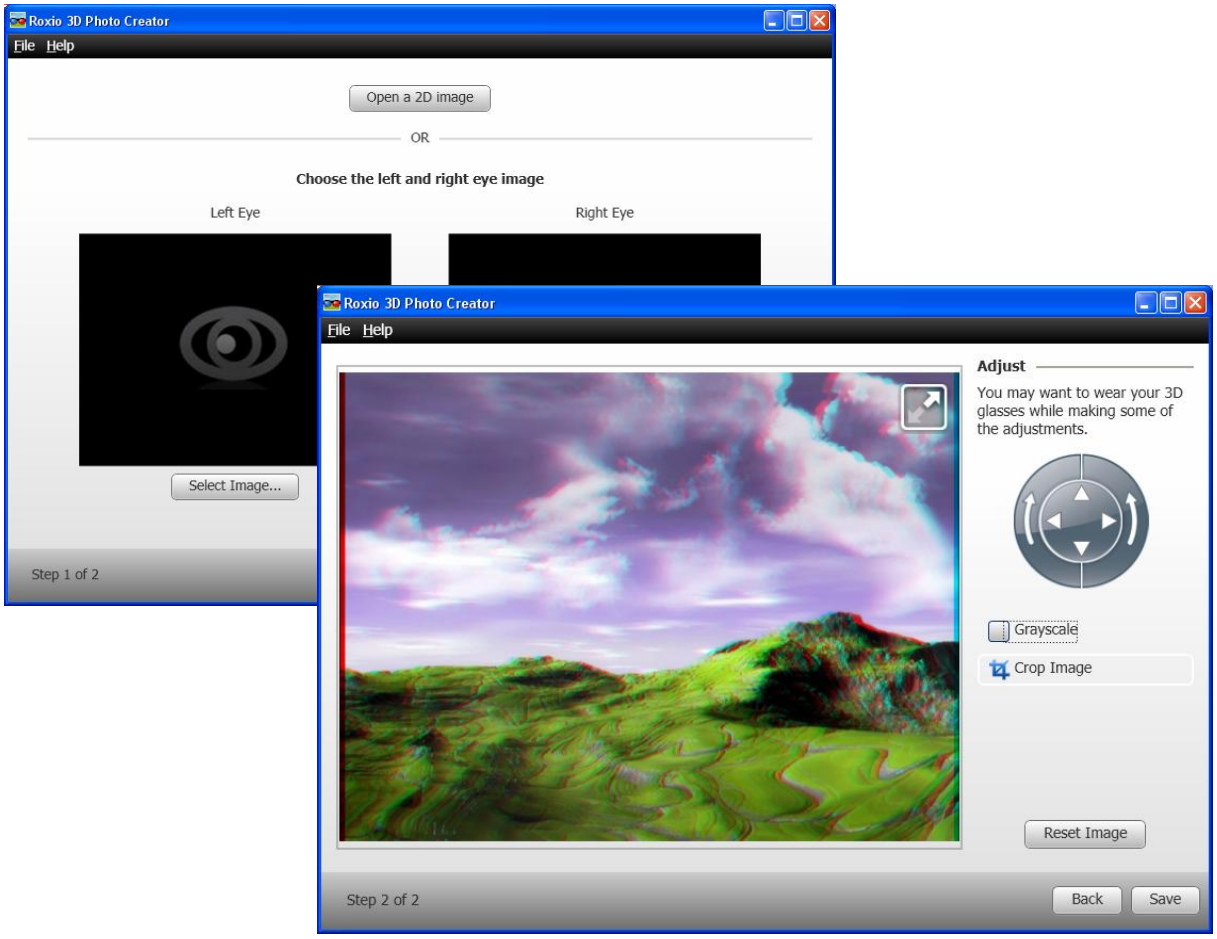


Эта программа (также коммерческая – бесплатно скачиваемая trial-версия добавляет на создаваемой стереокартинке «водяной знак» в виде строки текста «PLEASE REGISTER») уже несколько сложнее. Слева – достаточно большое число настроек алгоритма обработки исходного «моно-изображения», справа – различные варианты генерируемого стерео (не только анаглиф, но и стереопары, чересстрочные и лентикулярные стереокартинки). Обработка заданного фото при этом производится в отдельном окне и состоит из нескольких этапов.

Roxio 3D Photo Creator

Разработчик – Sonic Solutions.

Сайт: http://www.roxio.com/enu/products/3d-photo-creator.



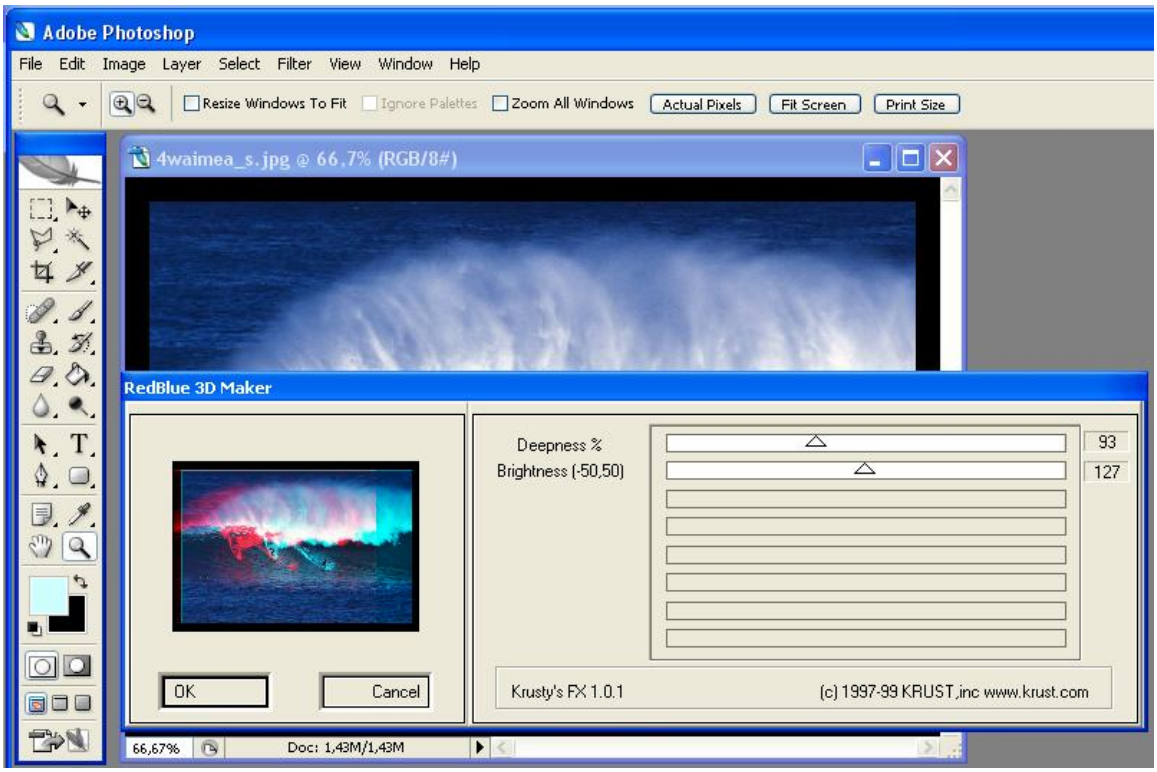
Коммерческая программа, позволяющая создавать анаглифы как из двух кадров стереопары, так и из одной «плоской» картинки (2D image). Вся операция занимает два шага: первый – открытие исходного файла (или файлов), а второй – собственно генерация фотографии с возможностью ручной коррекции взаимных поворотов и сдвига по горизонтали/вертикали, обрезкой, преобразованием цветного анаглифа в монохромный и полноэкранного просмотра.

RedBlue 3D Maker (плагин из комплекта Krusty's FX vol. II 1.0.1)

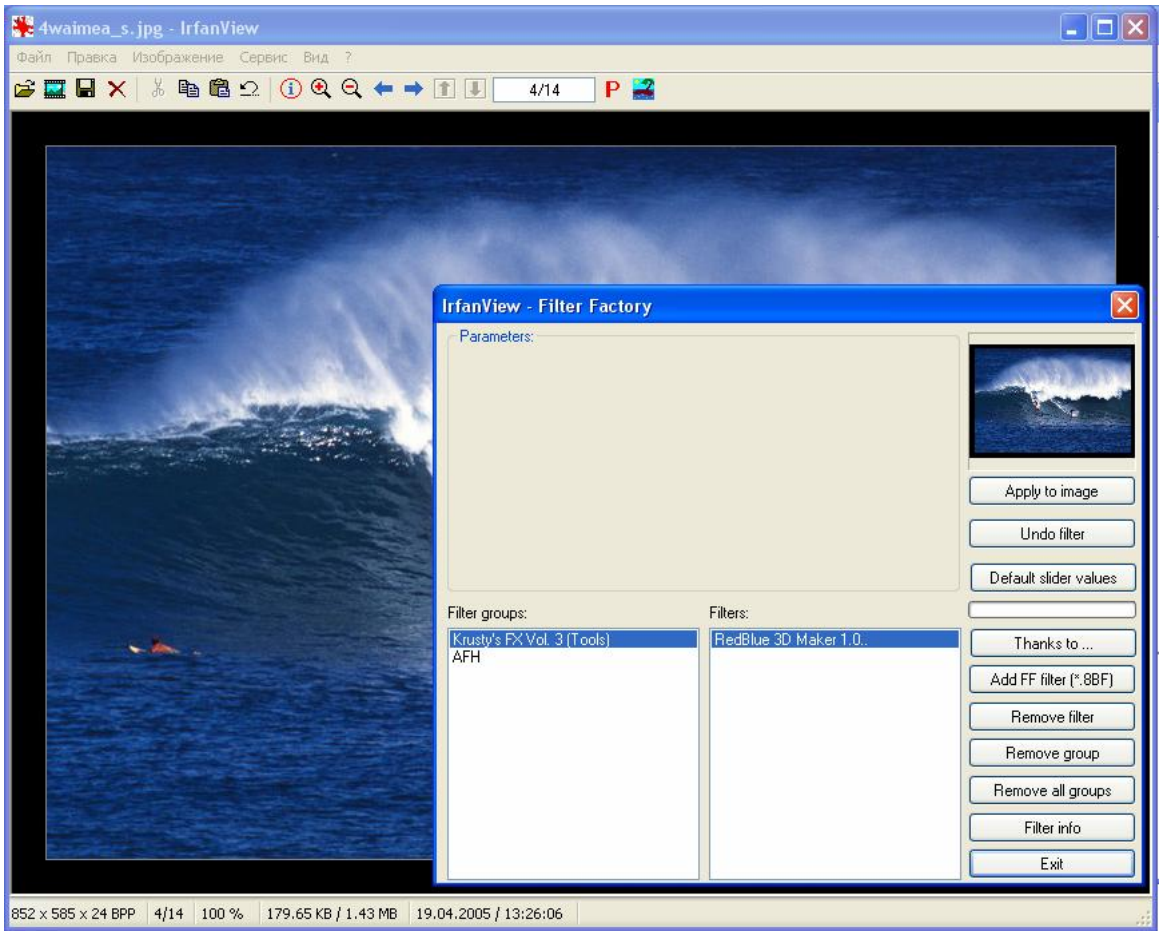
Разработчик – Thomas Robert de Massy.

Сайт: http://www.krust.com.

Это, в отличие от всех предыдущих, не отдельная самостоятельная программа, а плагин (дополнение) к популярному графическому редактору Adobe Photoshop. Этот же плагин может подключаться и к не менее популярной программе для просмотра и редактирования графики IrfanView (правда, в последнем случае он может работать неустойчиво).



Плагин RedBlue 3D Maker в Adobe Photoshop



Плагин RedBlue 3D Maker в IrfanView

Теперь перейдем к программам для обработки видео.

KMPlayer 1434

Автор программы – YoungHuee Kang.

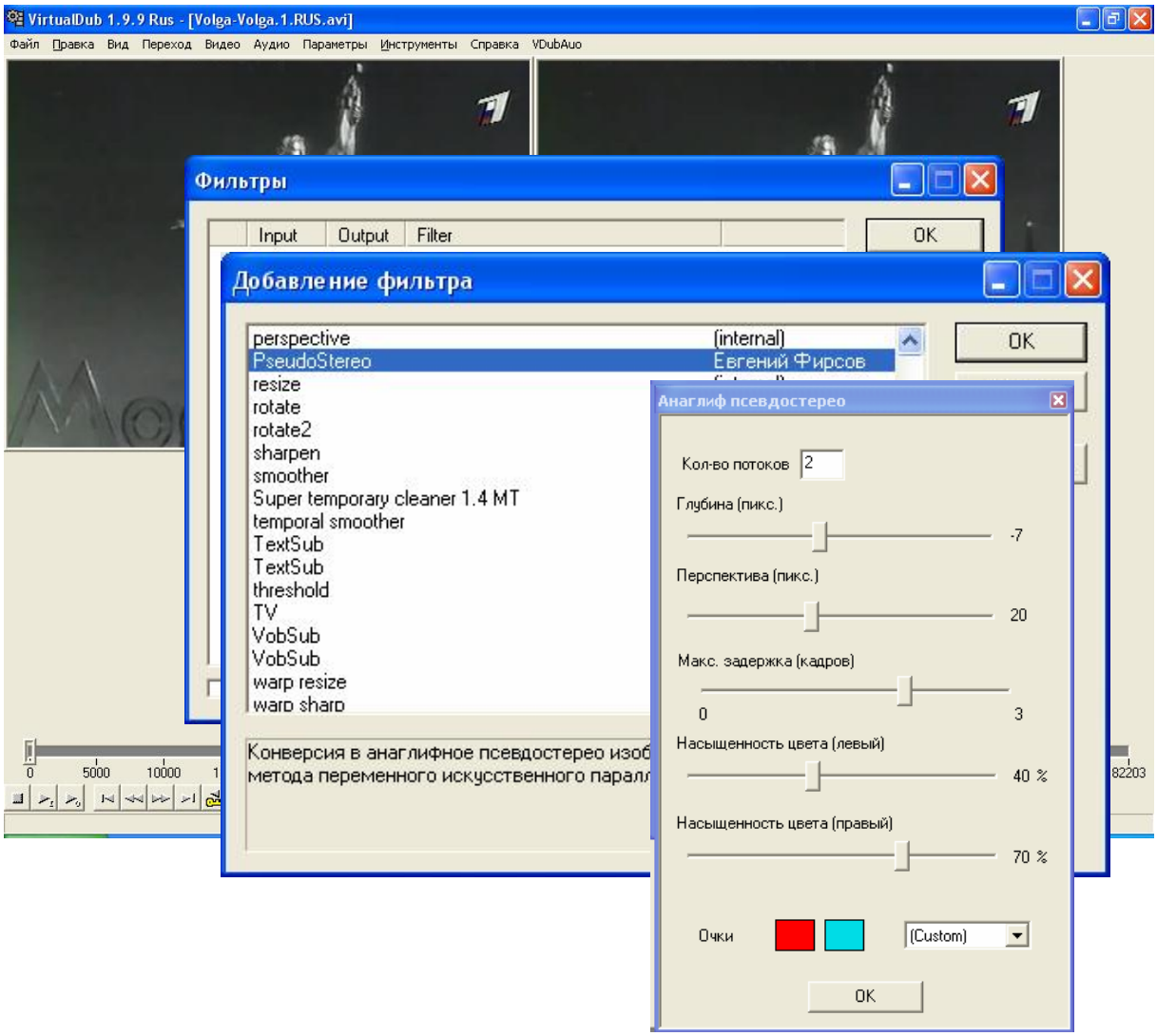
Сайт: http://www.kmplayer.com (русский сайт: http://www.thekmplayer.ru).

KMPlayer – это достаточно мощный (и притом бесплатный!) видеоплеер, способный распознавать и воспроизводить видео в большинстве существующих форматов. Сам по себе он не обладает встроенным «3D-конвертором», однако указанная версия (с номером 1434), опубликованная на сайте http://stereomir3d.ru (точный адрес: http://stereomir3d.ru/The_KMPlayer_1434%5Bstereomir3d.ru%5D.rar), укомплектована плагином Anaglyph Filter, который при соответствующей настройке (см. видеоруководство на сайте YouTybe – http://www.youtube.com/watch?v=7NaTeaB4tSw&feature=player_embedded) обеспечивает требуемое нам преобразование просматриваемых фильмов.

VirtualDub

Автор программы – Avery Lee.

Сайт: http://www.virtualdub.org/index; ссылка для скачивания фильтра преобразования в анаглиф: http://eugene-firsov.narod.ru/PseudoStereo.vdf.



Видеофильтр в программе KMPlayer позволяет только воспроизводить обычный фильм в анаглифическом стереоварианте. А как быть, если вы хотите записать результат такого преобразования в видеофайл? Тогдла к вашим услугам VirtualDub – хорошо знакомый многим (хотя и несколько сложноватый в управлении для начинающих из-за огромного количества настроек) бесплатный видеоредактор, дополненный фильтром PseudoStereo (автор – Евгений Фирсов; ссылка для скачивания фильтра: http://eugene-firsov.narod.ru/PseudoStereo.vdf).

Рекомендуется устанавливать следующие параметры настройки анаглиф-фильтра:

- Глубина -3
- Перспектива- 6
- Задержка- 1

MakeMe3d

Разработчик – Engelmam Media GmbH.

Сайт: http://www.engelmann.com/eng/makeme3d.php.

Достаточно простая в использовании коммерческая программа, позволяющая преобразовать исходный «плоский» фильм в объемный с возможностью выбора технологии воспроизведения стерео: горизонтальные или вертикальные стереопары, анаглифы различных видов, чересстрочный, лентикулярный способ и др. Способен производить обработку видеофайлов в пакетном режиме (по заданному списку).

* * *

Итак, мы подробно рассмотрели анаглифический метод воспроизведения стереофото и стереовидео. Хотя он обеспечивает не самое высокое качество, его преимуществом является максимальная доступность для всех и каждого. Сделать анаглифические очки очень просто, да и стоят они буквально копейки. Поэтому странно, что наши телестудии ещё не взяли этот способ стереовещания «на вооружение» (хотя бы для привлечения интереса зрителей к своим телеканалам или сайтам): ведь для такого вещания – конечно, не круглосуточного, а пока хотя бы в виде «пилотных проектов», – зрители могут использовать обычные, уже имеющиеся телевизоры. А когда они (зрители) начнут привыкать к преимуществам объемного ТВ, и возрастет спрос на стереотелевизоры, и можно будет начинать постоянное стереовещание. Ведь надо же нам с чего-то начинать! ☺

Как самостоятельно изготовить анаглифические очки

Усенков Д. Ю.,
ст. науч. сотр. Института информатизации образования
Российской академии образования, Москва

Анаглифические очки можно купить. А можно и изготовить их самостоятельно, причем это вовсе не так сложно, как кажется на первый взгляд. ☺ Для этого нужны:

- специальная прозрачная пленка для печати на струйном принтере (с желатиновым слоем) или целлофан;
- подходящие по цвету фломастеры либо тонер от струйного принтера (хотя бы остатки в использованном картридже);
- две стеклянные пластинки (вспомогательный инструмент для окрашивания – при использовании тонера от струйного принтера);
- тонкий картон или плотная бумага (ватман);
- ножницы.

Оправа очков

Используется тонкий плотный картон (например, от обувной коробки) либо плотная бумага (ватман).

Распечатайте выкройки на принтере, вырежьте по ним части очков (для этого можно наклеить лист с выкройками на лист картона). Ширина «лицевой» части очков (без учета «дужек»-заушин) должна равняться **140 мм**. Можно вырезать 2 шт. «лицевой» части очков для их последующей склейки с проложенными между ними пленками светофильтров.

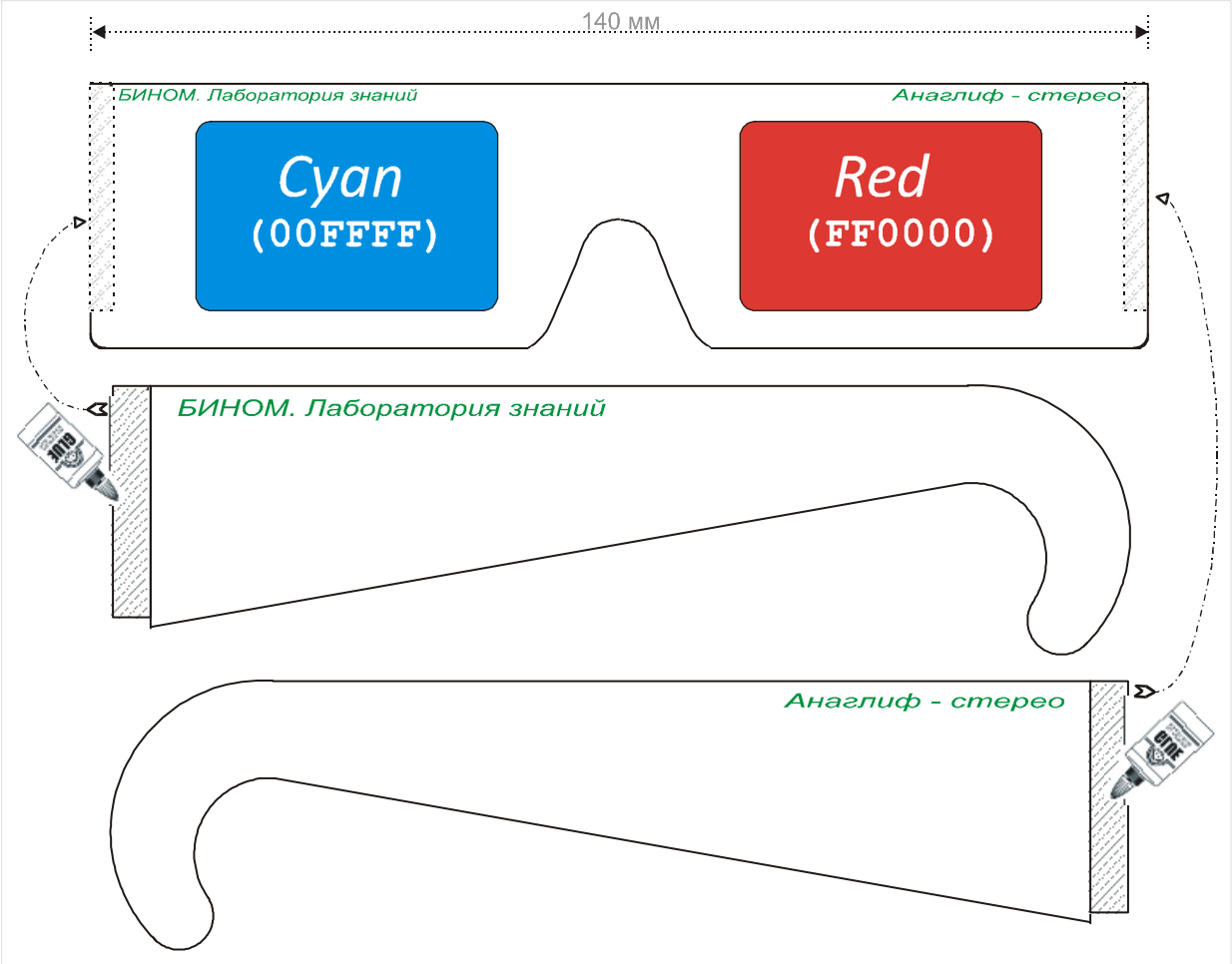
Светофильтры

Возможны следующие варианты:

1. Можно использовать любые готовые светофильтры соответствующих цветов.

2. Можно взять любую прозрачную пленку или лист целлофана и закрасить ее перманентными маркерами (фломастерами) соответствующих цветов. Соответствующее видеоруководство (правда, на английском языке) имеется на сайте **YouTube** по адресу http://www. youtube.com/watch?v=sIEn9z0oBE8&feature=related.

Выкройка оправы очков (масштаб 1:1):



Красный светофильтр – для левого глаза, голубой – для правого.

3. Можно изготовить светофильтры из специальной прозрачной пленки для печати на струйном принтере (с желатиновым слоем), закрасив ее тонером соответствующих цветов от струйного принтера (тонер можно извлечь из отработанных картриджей).

4. Можно напечатать на такой пленке квадраты нужного размера и цвета на самом струйном принтере (возможно, потребуется повторить печать несколько раз на одном и том же листе пленки до получения нужной плотности закрашивания).

В любом случае левый фильтр должен иметь красный цвет, а правый – голубой (т.е. приведенные выкройки обращены передней стороной к вам).

Рекомендации по изготовлению светофильтров при помощи чернил от струйного принтера

1. Извлечь из использованного (но еще не засохшего) струйного картриджа поролоновые губки, пропитанные остатками краски (голубой, желтой и пурпурной). Каждую губку поместить в одноразовый шприц и выдавить из нее немного краски в любые емкости (например, в аптечные пузырьки).

2. Голубой краситель (**cyan**) используется сразу. Для получения красного красителя нужно смешать в равных пропорциях желтую (**yellow**) и пурпурную (**magenta**) краску.

3. Взять прозрачную пленку для печати на струйном принтере и вырезать из нее четыре «очка» нужного размера (на 3–5 мм больше, чем размеры «окон» в картонной выкройке очков).

Голубую краску разделить на две примерно равные по объему порции. Одну порцию краски вылить на стеклянную пластинку и приложить к ней желатиновым слоем кусок пленки, чтобы тонер как можно более равномерно окрасил пленку и впитался в желатиновый слой.

Повторить ту же операцию со второй порцией краски и вторым куском пленки.

Приложить два окрашенных в один цвет куска пленки желатиновым слоем друг к другу, получив своеобразный «бутерброд» (краска внутри, не окрашенные стороны пленки – снаружи).

Повторить ту же операцию для тонера красного цвета и двух других кусков пленки.

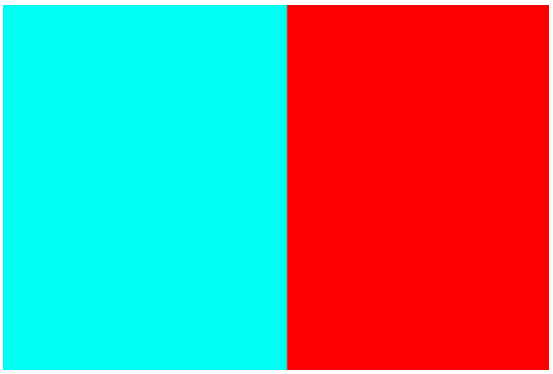
Получившиеся светофильтры нужно наклеить с задней стороны на «лицевую» часть очков напротив вырезанных в ней «окон». Можно дополнительно наклеить сзади еще одну копию «лицевой» части очков, чтобы светофильтры оказались зажаты между двумя картонными полосками.

Проверочные таблицы

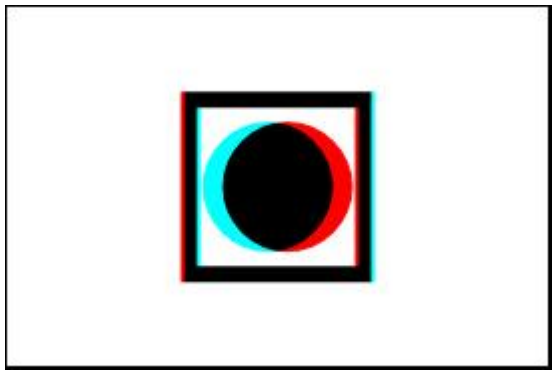
Проверить качество получившихся анаглифических очков можно на приведенных ниже рисунках.

Первая картинка содержит образцы голубого и красного оттенков (**голубой** = **C 52%, M 0%, Y 18%, K 0%**; **красный** = **R 255, G 0, B 0**): через красный светофильтр голубой прямоугольник должен быть виден как черный, а красный прямоугольник должен быть почти незаметен на белом фоне; через голубой светофильтр красный прямоугольник должен быть виден как черный, а голубой прямоугольник должен быть почти незаметен на белом фоне.

Вторая картинка представляет собой анаглифическое изображение (своего рода «контрольную таблицу»). При ее просмотре через очки должен наблюдаться эффект объема (слегка выпуклый квадрат и углубленный круг) без заметного «двоения» контуров фигур.



Образцы оттенков



Контрольный анаглиф

По материалам книги:
Богомолова О.Б., Усенков Д.Ю. Искусство презентации. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.

«Магический глаз» – на экране компьютера

Усенков Д. Ю.,
ст. науч. сотр. Института информатизации образования Российской академии образования, Москва

Давно уже стали модными различные альбомы «Магический глаз» (или аналогичные с другими названиями) с различными занимательными картинками – *стереограммами*. На первый взгляд такая картинка выглядит как прямоугольник, заполненный какой-нибудь регулярной графической структурой, – например, это может быть зеленый фон с регулярной «сеткой» из красно-синих цветочков. Но если присмотреться повнимательнее и немного скосить глаза, чтобы совместить друг с другом соседние ряды цветочков (иногда для облегчения задачи над картинкой печатаются «метки совмещения» в виде черных кружочков или крестиков, а сама операция просмотра аналогична просмотру перекрестных стереопар), и на этом пестром фоне явственно проступает какое-либо объемное изображение. Подобные трюки иногда используются и в качестве рекламы на обложках газет и журналов, на различных настенных календарях и т. п.

Читателям, знакомым с основами формирования объемных изображений с помощью стереопар, такая картинка может показаться удивительной: объемность есть, а стереопар как таковых нет! Но при более внимательном рассмотрении нетрудно понять, что здесь тоже есть стереопары, и ими являются соседние вертикальные полосы картинки, несущие в себе фрагменты «скрытого» объемного изображения.

Секрет реализации стереоэффекта «магического глаза» не очень сложен[1], хотя понять его удается не сразу. Общая идея здесь заключается в следующем.

Мысленно пронумеруем слева направо одинаковые вертикальные полосы, из которых состоит картинка (рис. 1). Крайняя левая полоса (с нулевым номером) будет «опорной» и всегда остается без изменения.

Предположим, что нам нужно расположить «объемный» квадратик в полосе под номером **1**. Тогда, рассматривая полосы **0** и **1** как половинки стереопары, мы должны в соответствующем месте полосы **1** часть фона, лежащую под нашим квадратиком, сдвинуть на несколько миллиметров вправо или влево (в зависимости от того, должен ли квадратик быть «выпуклым» или «вдавленным» в фон). Но если мы сделаем это только в полосе **1**, а полосу **2** оставим без изменений, то вместе с требуемым квадратиком на полосе **2** проявится еще один,

[1] Автор этой статьи самостоятельно, как говорится, «с нуля», разгадал секрет эффекта «магический глаз» еще в 1996 году; никаких его описаний в литературе тогда еще не было. – *Прим. авт.*

«паразитный» квадратик, смещенный «по глубине» в противоположном направлении относительно нашего. Например, если в полосе **1** мы сформировали «выпуклый» участок, то в полосе **2** он окажется «вдавленным». Причина этого ясна: различие между измененной полосой **1** и оставшейся без изменения полосой **2** тоже можно интерпретировать как такую же стереопару, что и из полос **0** и **1**, только с переставленными местами левым и правым «кадрами».

Что мы должны сделать, чтобы убрать этот «паразитный» квадратик? Ответ прост: нужно сделать полосу **2** точно такой же, как полоса **1**, т. е. точно так же сместить на ней соответствующий участок фона. Но тогда «паразитный» квадратик появится уже на оставшейся неизменной полосе **3**, поскольку приведенные выше рассуждения верны и здесь. Следовательно, чтобы правильно сформировать на полосе **1** «объемный» участок, нужно сдвинуть влево или вправо соответствующий фрагмент фона и на ней, и правее на всех последующих полосах до крайней правой включительно.

Если теперь нам нужно расположить еще один «объемный» участок в полосе **2**, то мы делаем для соответствующего ему фрагмента фона те же самые действия – смещаем вправо или влево ранее измененное изображение во всех полосах со второй до крайней справа. И так далее.

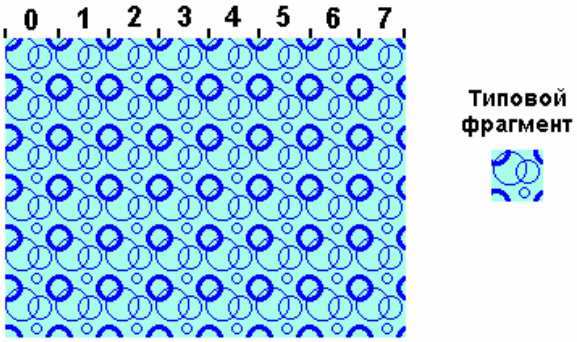


Рис. 1. Возможная заготовка фона для картинки «магический глаз»

Если же нужно создать картинку «магический глаз» для сложного объемного изображения, то ход работы будет следующим:

1) разбиваем исходную объемную картинку на «минимальные элементы» определенного размера (своего рода «пиксели»; в компьютерном представлении их наименьший размер равен одной точке, но ради ускорения процесса можно принять в качестве «пикселя» фрагмент 2×2, 3×3, 4×4 точки или более, пожертвовав четкостью объемного изображения);

2) для каждого «пикселя» определяем требуемое значение «глубины»/«выпуклости», формируя двумерный массив этих значений (для упрощения задачи можно указывать значения «глубины» с некоторым шагом, формируя набор «изолиний» – как на географической карте для гор и низменностей – и разбивая таким образом исходную объемную картинку на набор наложенных друг поверх друга плоских «срезов»; далее каждый из таких «срезов» делится на вертикальные полоски той же ширины, что и полосы фона, а смещение участков фона ведется для тех «кусочков среза», которые попали на данную полосу);

3) производим соответствующее одному текущему горизонтальному ряду «пикселей» смещение фрагментов фона в следующем порядке:

- цикл перебора сверху вниз строк высотой в один «пиксель»;
- в пределах каждой строки – цикл по возрастанию номеров вертикальных полос фона;
- для каждой полосы – цикл по возрастанию значения «выпуклости»;
- для каждого значения выпуклости – формирование горизонтальных рядов «пикселей-масок» и цикл перебора таких масок слева направо;
- для каждой маски – смещение фрагмента фона соответствующего размера вначале точно под этой маской, а затем на всех последующих полосах до правого края фона.

На первый взгляд, все сказанное кажется очень сложным. Но причина сложности здесь скорее лишь в необычности (точнее, в непривычности) рассматриваемого явления. Во всяком случае, требуемая последовательность действий, записанная на каком-либо языке программирования (а без компьютера при создании таких картинок обойтись вряд ли удастся), выглядит гораздо проще и понятнее.

Возьмем за основу язык БЕЙСИК (а конкретно – QuickBASIC) как наиболее простой язык программирования для освоения начинающими (но при желании не составит особого труда переписать программу и на любом другом языке, например, на Си, Паскале или в среде Visual Basic).

Итак, пусть у нас имеется некоторое объемное изображение, для первого раза не очень сложное. Например, выпуклые надписи «**МАГИЯ**» и «**3D**» (рис. 2).

Рис. 2. «Шаблон» создаваемого объемного изображения

Вообще, как уже было сказано ранее, исходная объемная картинка может быть любой, в том числе с плавными линиями рисунка и градациями «выпуклости». Мы же ради упрощения задачи будем кодировать надпись в виде набора квадратиков размером в одно символьное знакоместо (на экране компьютера),

а в процессе построения работать с графическими точками экрана, попадающими на тот или иной квадратик либо на область фона. Но в любом случае нужно сообщить программе значение выпуклости для каждой точки объемного изображения, и мы записываем в ячейки кодирующего нашу картинку массива следующие числа:

0 – «нулевая глубина», относительно которой будет строиться объемная надпись;

1 – «первая градация выпуклости»;

2 – «вторая градация выпуклости».

Теперь выберем фон для построения картинки. Для простоты удовлетворимся точечной фактурой, сгенерированной с помощью оператора **RND** в двойном цикле по **I** и **J**. При этом дополнительно введенный параметр **ColKol%** определяет максимальное количество цветов точек фона. Значение данной переменной ограничивает диапазон генерируемых с помощью **RND** целых случайных чисел, которые затем преобразуются в коды цветов: черного (задействован всегда), белого, красного, зеленого и синего. Например, если указать **ColKol%** равным **1**, то будут использоваться только черный и белый цвет, при **ColKol%=2** – черный, белый и красный, а при максимально допустимом для данного листинга значении **4** – все перечисленные цвета одновременно. Кроме того, еще один параметр **Corr**, представляющий собой дробное число от **0** до **1**, позволяет управлять «густотой засева» фона точками (при **ColKol%=1** желательно выбрать значение **Corr** равным **0.2** или **0.3**; в противном случае допускается и нулевое значение **Corr**).

Так как желательно проследить, чтобы в получаемой фактуре не получалось слишком крупных групп из стоящих рядом точек одного и того же цвета (иначе возможна нечеткость полученного объемного рисунка), предусмотрим в программе предварительный визуальный контроль полученного образца фрагмента фона и повторную генерацию случайных элементов массива по команде пользователя. А затем сформируем на экране фон для будущей объемной картинки, выводя полученные прямоугольные фрагменты в четыре ряда по восемь фрагментов в каждом (плюс не используемый при построении картинки неполный нижний ряд). В итоге должна получиться требуемая регулярная структура, состоящая из одинаковых вертикальных полос шириной в 32 графических точки каждая. Заметим, что нам важна идентичность именно вертикальных полос, хотя при нашем способе генерации фона ряды тоже будут одинаковыми. Вообще же можно сгенерировать случайным образом сразу целую вертикальную полосу 32×200 точек и повторить ее вывод на экран восемь раз, но тогда потребуется увеличить размеры массива **F%**.

И вот теперь можно приступать к построению объемного изображения.

Внешний цикл по **Y0** (первый в порядке вложенности) производит перебор точек фона по высоте.

Крайние полосы (нулевую и последнюю) мы оставляем в исходном виде – левая полоса будет «опорной» (и в нашей объемной картинке тоже предусмотрено левое поле «нулевой выпуклости» шириной в четыре символьные позиции, что как раз равно 32 точкам), а правая нужна для предохранения от выхода за край экрана.

Начинаем перебирать вертикальные полосы слева направо начиная с первой – в программе этому действию соответствует цикл по **NP**.

Далее в листинге располагается цикл перебора по «выпуклости» точек начиная с значения **1** и до максимального (напомним, что у нас «выпуклость» задана целыми числами **1**, **2** и т. д., хотя в принципе можно предусмотреть и плавное изменение этой величины).

И наконец, производится непосредственное построение объемного изображения. Просматривая исходную картинку, мы выделяем в ней горизонтальный ряд точек текущей выпуклости, длина которого равна ширине вертикальной полосы фона, и формируем «буферный» массив **B%**. В нем для точек с текущим значением выпуклости хранятся цвета «лежащих под ними» точек фона (как если исходная картинка была бы просто наложена поверх фона), а для прочих точек – нули. Далее мы выводим этот ряд со смещением **SM%**, накладывая его поверх предыдущего фона и при необходимости выходя за правый край текущей вертикальной полосы. А «освободившиеся» точки слева от смещенных заполняем точками, имеющими случайный цвет (это позволит избежать их «двоения»).

Величина смещения здесь зависит от значения выпуклости и фактически играет роль параллакса в обычной стереопаре. Мы же ради упрощения программы используем простейшую зависимость: **SM%=GL%*2**. В любом случае для значения смещения нужно выполнить два условия: для наименьшего значения **GL%** оно должно быть не менее размеров минимального элемента фона (в нашем случае – одна графическая точка на дисплее), а для максимального **GL%** – не более ширины фоновой полосы.

Завершив обработку точек для текущего значения «выпуклости», аналогичным образом выводим ряд «более выпуклых» точек поверх полученных на предыдущем этапе. Затем повторяем тот же самый процесс (для выпуклостей от **1** до максимальной) для следующей справа по порядку полосы. А когда будут отработаны все точки с данной вертикальной координатой **Y**, увеличиваем ее и продолжаем цикл до достижения самого нижнего ряда в крайней справа полосе. И наконец, в заключение выводим в верхней строке экрана (не занятой картинкой) две «метки совмещения» в виде сетчатых квадратиков, расстояние между которыми равно ширине одной вертикальной полосы: для правильного рассматривания полученной картинки нужно будет скосить глаза так, чтобы обе «метки совмещения» слились в одну.

Напоследок отметим следующее. Точно так же, как и обычные стереопары, картинка «магический глаз» может быть параллельной (когда надо для получения эффекта объемного изображения смотреть «сквозь» нее в бесконечно удаленную точку) и перекрестной (когда надо скосить глаза к носу, фокусируясь на некоторую точку, расположенную ближе, чем картинка). И точно так же способ рассматривания «перекрестной» картинки гораздо легче, чем обычной. Поэтому в предлагаемом листинге мы строим именно «перекрестное» изображение. Если же смотреть «сквозь» картинку (как при рассматривании обычной стереопары), то «выпуклые» участки превратятся во «вдавленные» и наоборот.

```
'   Построение объемных картинок "магический глаз"
'   /Д. Ю. Усенков,       Москва,             1996/
' ------------------------------------------------------------

DIM A%(31, 19), F%(31, 39), B%(31)
RANDOMIZE TIMER ' реинициализация генератора случ. чисел

' исходные данные
DX = 32       ' ширина фрагментной полосы картинки
DY = 40       ' высота фрагмента фона
X0 = 20       ' отступ картинки от левого края экрана
Y0 = 20       ' отступ картинки от верхнего края экрана
ColKol% = 3   ' максимальное кол-во цветов в фоне (без учета черного) - до 4
Corr = .3     ' коррекция генератора случ. чисел для получения
              '  требуемой плотности расположения точек фона

' включение графического видеорежима и очистка экрана
CLS
SCREEN 7    ' EGA или VGA, 320x200 точек, 16 цветов

' генерация случайного узора фона
DO
  CLS
  COLOR 15 ' белый цвет
  PRINT " Generator of random background "
  PRINT "--------------------------------"
  PRINT
  COLOR 10 ' зеленый
  PRINT "    If background is good, press SPACE,"
  PRINT "    else press any other key."

  FOR I = 0 TO DX - 1
     FOR J = 0 TO DY - 1
        NColor% = INT(ColKol% * RND + Corr)
        SELECT CASE NColor%
          CASE 0: F%(I, J) = 0   ' черная точка
          CASE 1: F%(I, J) = 15 ' белая точка
          CASE 2: F%(I, J) = 12 ' красная точка
          CASE 3: F%(I, J) = 10 ' зеленая точка
          CASE 4: F%(I, J) = 9   ' синяя точка
        END SELECT

        PSET (I + 20, J + 70), F%(I, J) ' вывод точек на образце фона
     NEXT J
  NEXT I
  DO: Kl$ = INKEY$: LOOP WHILE Kl$ = ""  ' дождаться нажатия клавиши
LOOP WHILE Kl$ <> " "   ' если не ПРОБЕЛ, перерисовать фон заново

' считываем массив объемной картинки
FOR J = 0 TO 19
   FOR I = 0 TO 31
      READ A%(I, J)
   NEXT I
NEXT J

' массив значений глубины/выпуклости квадратиков 8*8 точек
'  (соотв. одному знакоместу)
' слева обязательно оставляем "пустыми" четыре знакоместа,
'  что соответствует первой фрагментной полосе ("опорной")
DATA 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
DATA 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
DATA 0,0,0,0,0,2,0,0,0,2,0,0,2,2,0,2,2,2,0,2,0,0,0,2,0,0,2,2,2,2,0,0
DATA 0,0,0,0,0,2,2,0,2,2,0,2,0,2,0,2,0,2,0,2,0,0,2,2,0,2,0,0,0,2,0,0
```

```
DATA 0,0,0,0,0,2,0,2,0,2,0,2,0,2,0,2,0,0,0,2,0,2,0,2,0,0,2,2,2,2,0,0
DATA 0,0,0,0,0,2,0,0,0,2,0,2,2,2,0,2,0,0,0,2,2,0,0,2,0,0,0,0,2,2,0,0
DATA 0,0,0,0,0,2,0,0,0,2,0,2,0,2,0,2,0,0,0,2,0,0,0,2,0,0,0,2,0,2,0,0
DATA 0,0,0,0,0,2,0,0,0,2,0,2,0,2,0,2,0,0,0,2,0,0,0,2,0,0,2,0,0,2,0,0
DATA 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
DATA 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
DATA 0,0,0,0,0,0,0,0,1,1,1,1,1,1,1,0,0,0,1,1,1,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0,0
DATA 0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,1,1,1,1,1,0,0,0,1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0
DATA 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0
DATA 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0
DATA 0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0
DATA 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0
DATA 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
DATA 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
DATA 0,0,0,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,1,1,0,0,0,1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0
DATA 0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,1,1,1,1,1,0,0,0,0,1,1,1,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0
DATA 0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0

' вид получаемой картинки
```

```
' вывод на экран фонового поля
CLS
FOR XI = X0 TO 256 - DX + X0 STEP DX
   FOR YJ = Y0 TO Y0 + 200 - DY STEP DY
      FOR X = 0 TO DX - 1
         FOR Y = 0 TO DY - 1
            PSET (XI + X, YJ + Y), F%(X, Y)
         NEXT Y
      NEXT X
   NEXT YJ
NEXT XI

' фоновое поле выведено - выводим объемные точки
'
' определить максимальную глубину
GM% = 0
FOR I = 0 TO 31
   FOR J = 0 TO 19
      IF A%(I, J) > GM% THEN GM% = A%(I, J)
   NEXT J
NEXT I

IF GM% <> 0 THEN
```

```
FOR YY = Y0 TO Y0 + 159
' перебор точек по высоте

   FOR NP = 0 TO 256 / DX - 2
   ' перебор полос слева направо без учета крайних двух

      FOR GL% = 1 TO GM%
      ' перебор по глубинам

         SM% = GL% * 2 ' упрощенная формула расчета
                       '  параллактического смещения

         FOR I = 0 TO DX - 1 ' инициализация буферного массива
            B%(I) = -1
         NEXT I

         FOR XX = DX - 1 TO 0 STEP -1
          ' обработка точек в пределах текущей полосы
          IF A%((NP * DX + XX) \ 8 + 4, (YY - Y0) \ 8) = GL% THEN
            B%(XX) = POINT(NP * DX + XX + X0, YY)
            ' если данной точке соответствует текущая глубина,
            '  записать в буфер ее цвет, иначе остается "-1"

            IF XX - SM% >= 0 THEN
               ' а "прежнюю" точку закрасить случ. цветом
               NColor% = INT(ColKol% * RND + Corr)
               SELECT CASE NColor%
                 CASE 0: B%(XX - SM%) = 0  ' черный
                 CASE 1: B%(XX - SM%) = 15 ' белый
                 CASE 2: B%(XX - SM%) = 12 ' красный
                 CASE 3: B%(XX - SM%) = 10 ' зеленый
                 CASE 4: B%(XX - SM%) = 9  ' синий
               END SELECT
            END IF

          END IF

         NEXT XX
         ' буфер заполнен, накладываем его на полосы со смещением

         FOR N = NP + 1 TO 256 / DX - 1
         ' перебор полос от текущей+1 вправо

           FOR XX = 0 TO DX - 1
           ' перебор точек в буфере

             IF B%(XX) <> -1 THEN
             ' обрабатываем только смещенные точки
               IF N * DX + XX + SM% < 256 THEN
                 PSET (N * DX + XX + X0 + SM%, YY), B%(XX)
                 ' если в буфере не -1 и не вышли за край, вывести точку
               END IF

             END IF

           NEXT XX ' цикл по всему буферу

         NEXT N ' цикл по всем полосам вправо от текущей
      NEXT GL% ' цикл по глубинам

   NEXT NP ' цикл по горизонтали

NEXT YY ' цикл по высоте
```

```
END IF

' все сделано, выводим метки совмещения

COLOR 15 ' белый цвет
LOCATE 1, 1
PRINT TAB(13 + X0 \ 8); "▒"; TAB(17 + X0 \ 8); "▒";

LOCATE 1, 1
DO: LOOP WHILE INKEY$ = "" ' ожидание нажатия на клавишу

SCREEN 0 ' возвращаемся в текстовый видеорежим
CLS

END
' все....
```

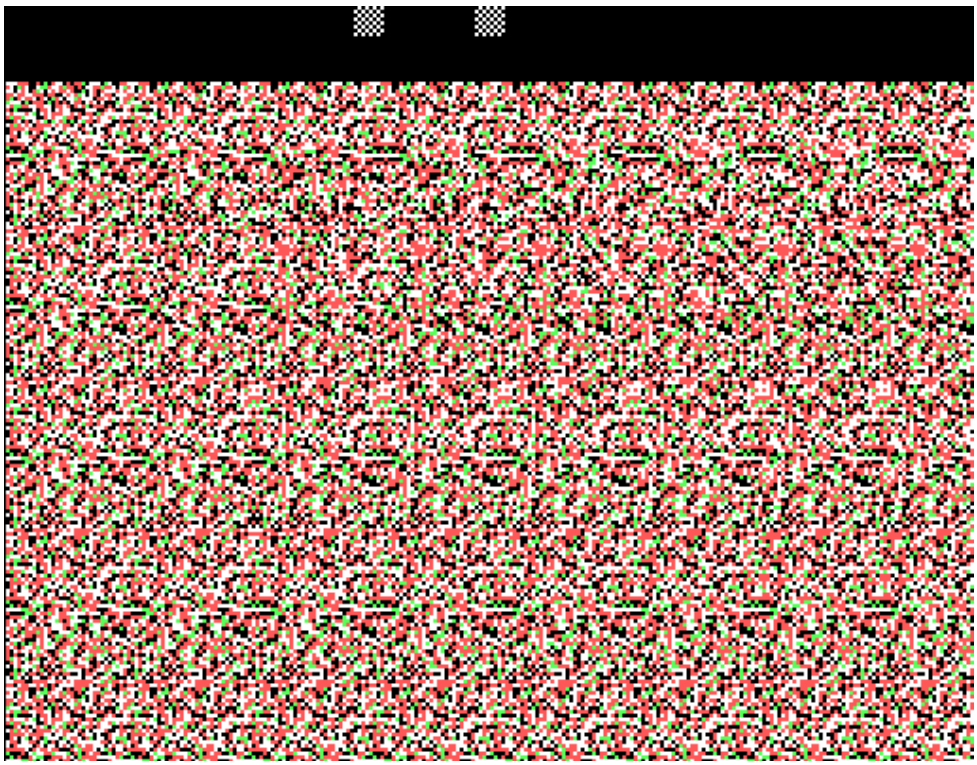


Рис. 3. Результат работы программы

Конечно, эту программу нельзя назвать наилучшей из возможных (в Интернете сегодня можно отыскать немало аналогичных программ, более красиво оформленных, быстрее работающих, реализующих более высокое качество картинок). «За бортом» осталось построение многоцветных картинок с плавным изменением выпуклости и глубины одновременно и с красивым «фотографическим» фоном. Кроме того, все используемые графические операции (копирование с экрана в буферный массив, наложение со смещением и особенно копирование фрагмента фона на весь экран) правильнее было бы производить по принципу работы со спрайтами. Все эти и другие доработки оставлены читателям для самостоятельных изысканий, приведенный же здесь листинг является скорее иллюстрацией наших теоретических рассуждений.

Фото: *Д.Ю. Усенков.* Перекрестные стереопары. Обработка: StereoPhotoMaker