

# **Лазерные технологии**

**Выполнил: Дюкин Р.В.**

Глава 1. Различные типы нанесения информации.....	3
1.1 Шелкография .....	3
1.2 Тампопечать .....	5
1.3 Ультрафиолетовая печать .....	6
1.4 Термосублимация .....	10
1.5 Металлографика .....	11
Глава 2. Физические принципы гравировки металлов и не металлов при помощи лазера.....	14
2.1 Введение .....	14
2.2 Принцип действия лазеров .....	16
2.3 Взаимодействие лазерного излучения с веществом .....	19
Глава 3. Практическое руководство по подготовке текста и векторной графики для гравировки .....	27
3.1 Работа в программе CorelDraw .....	29
3.2 Создание пробного макета .....	36
Глава 4. Практическое руководство по обработке фотографий для гравировки .....	43
Глава 5. Гравировка на плоскости.....	77
Глава 6. 3D гравировка внутри стекла.....	83

# Глава 1. Различные типы нанесения информации

## 1.1 Шелкография

Шелкография или иначе, трафаретная печать, представляет собой способ нанесения печатных изображений на поверхности различных изделий с целью создания разнообразных художественных эффектов, при котором краска продавливается специальным «валиком» (*ракелем*) через тонкую и прочную *сетку* на *запечатываемый материал*, а закрытые *пробельные элементы* печатной формы не дают краске проникнуть на этот материал там где не должно быть изображения.

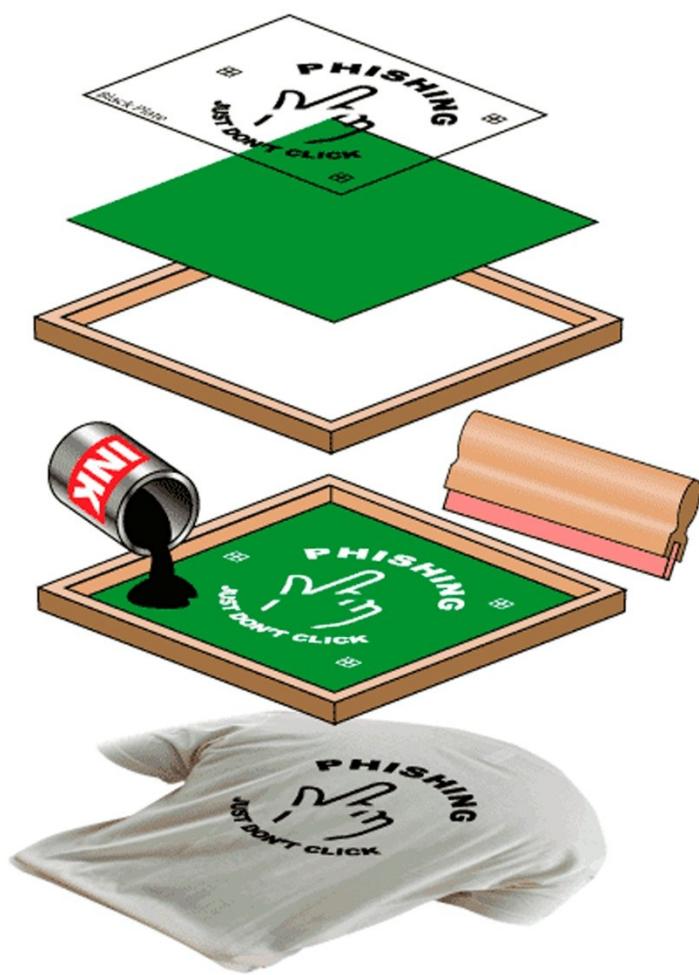


Рисунок 1. Нанесение при помощи шелкографии.

Хотя в названии этого метода лежит слово шелк, но шелковые сетки сейчас уже не используют, а применяются более прочные и

формоустойчивые изделия из полимерных волокон и стальной нержавеющей проволоки с количеством нитей от 54 до 180 на один см длины (ширины) сетки.

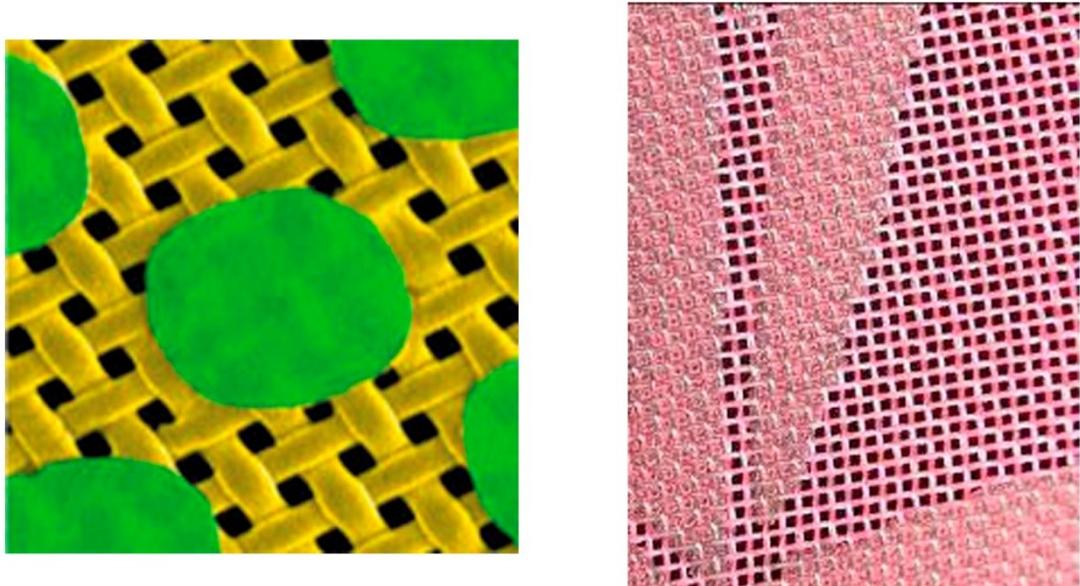


Рисунок 2. Сетки для шелкографии под большим увеличением.

Сетки равномерно натягиваются на легкие жесткие деревянные или металлические рамы, с которыми потом оперируют вручную или при помощи машин.

*Шелкография, т.е. шелкографическая печать* может осуществляться по самым разнообразным материалам и поверхностям - бумаге, картону, древесине, стеклу, металлу, лакированным поверхностям, пленкам, пластмассам. Поэтому, *современная шелкография*, помимо собственно полиграфии, получила самое широкое распространение в производстве разнообразных технических и потребительских товаров: печатные платы для электронных приборов, сигареты, авторучки, бутылки и флаконы, посуда, керамическая плитка, панели приборов, обои, игральные карты, часы, каминные полки, автомобильные стекла, подносы, зонты, сувениры,

картонная упаковка, дорожные знаки, постеры для наружной рекламы, вывески, растяжки и т.д. и т.п.

От других способов печати шелкография отличается сравнительной простотой процесса и применяемого оборудования и, как производственный процесс, особенно эффективна при выполнении малых и средних тиражей

## **1.2 Тампопечать**

При помощи тампопечати, или тампонной печати, нанесения делают краской. Сначала изготавливается клише. Его делают с помощью фотополимеров (такой же трафарет, как и для шелкографии). Пленку с негативным изображением накладывают на фотополимер в засветной камере. Затем все это вакуумно прижимают, чтобы не дать сдвинуться форме и пленке во время засветки. Форма закрепляется в красочной ванне тампонной машины. На некотором расстоянии устанавливается предмет, предназначенный для запечатки: ручка, зажигалка, брелок, пепельница и т.д. Чтобы он не двигался, изготавливают, обычно из гипса, фиксатор — "подставку" с углублением, повторяющим очертание предмета. Далее, ракельный нож, накатывает на печатную форму краску, а при обратном ходе убирает ее излишки с поверхности формы. В вытравленном изображении краска остается. Сверху опускается тампон — силиконовая резина различных форм. Он принимает на себя краску из углубления в печатной форме, т.е. изображение переходит на тампон. Затем тампон поднимается и движется к декорируемому предмету (в этот же ход ракель снова накатывает краску на "опустевшую" печатную форму) и опускается на него, перенося тем самым изображение на предмет. За счет своей эластичности тампон может работать с поверхностями различных форм. Хороший тампон целиком забирает краску с формы и так же целиком отдает ее декорируемому предмету. После этого тампон поднимается, возвращается в исходное положение (ракель уходит назад, снимая с формы излишки краски) и вновь опускается на форму.

"Запечатанный" предмет" убирают с гипсового ложа и кладут чистый. Цикл повторяется.

Диапазон областей применения тампонной печати практически не ограничен. Технология тампопечати идеально подходит для нанесения изображения, в первую очередь — фирменной символики, на неплоскую и невпитывающую поверхность. Другими словами, возможна печать на разнообразной сувенирной продукции — например, ручках, брелоках, зажигалках, пепельницах, кружках, открывалках, одноразовой посуде. Также может быть выполнена маркировка крышек, корпусов приборов, кассет и дисков. Характерная область применения тампопечати — нанесение на поверхности, где не могут быть применены другие технологии печати: наличие выпуклостей или вогнутостей, рельеф, материал (будь то металл, керамика или стекло) не являются препятствием.

Единственный недостаток тампопечати — возможность нанесения на относительно небольшую площадь (максимум 9x9 см).

### **1.3 Ультрафиолетовая печать**

УФ (UV) печать — это одна из наиболее современных технологий нанесения изображений на различные типы поверхностей. Особенность данного метода состоит в том, что используются специальные краски. Под действием ультрафиолетового излучения они образуют тонкую пленку, которая прочно закрепляется на основе. Таким образом, УФ печать позволяет наносить изображения практически на любой материал без риска того, что чернила лягут неровно или смоются по прошествии некоторого времени.

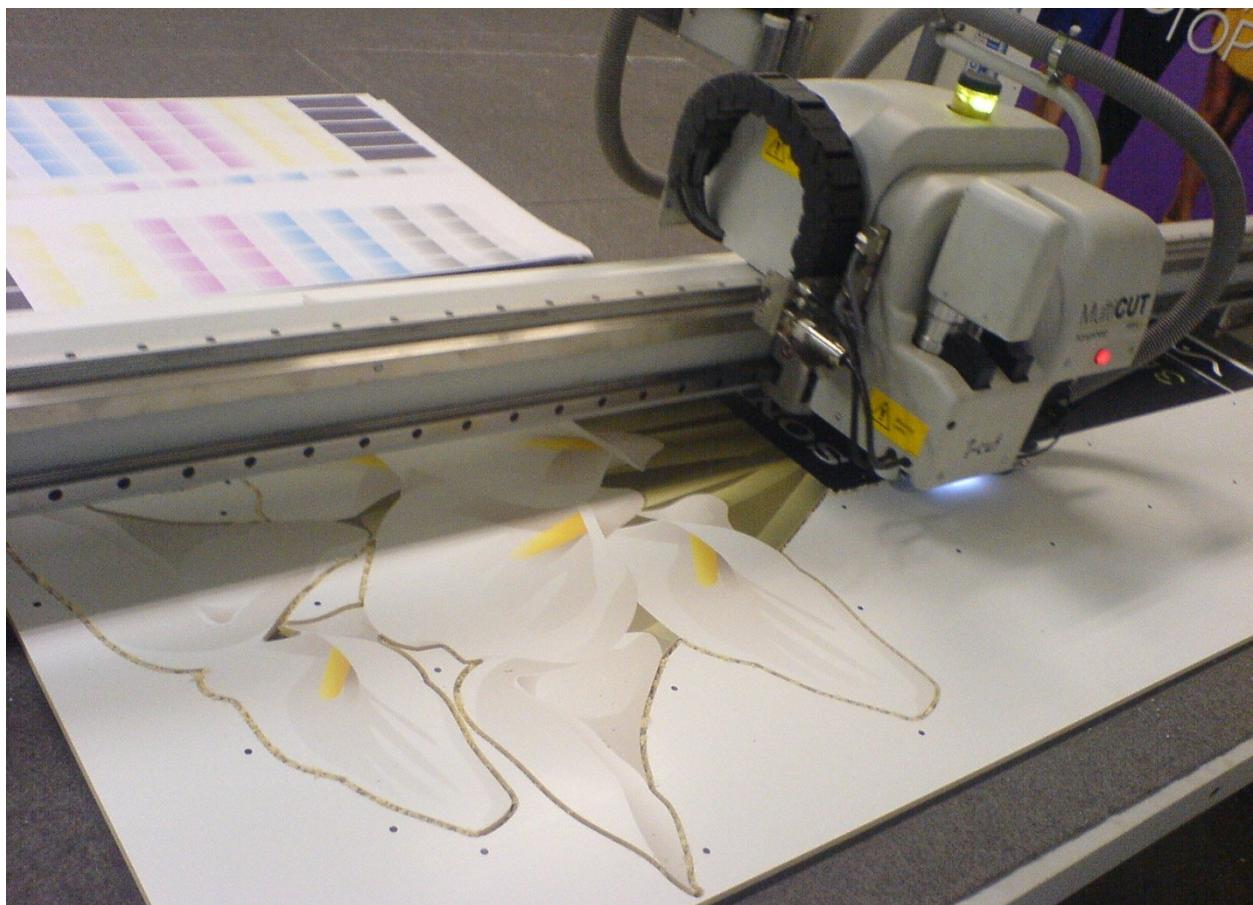


Рис. 3. Процесс нанесения изображения на пластик с помощью принтера для УФ печати.

Печать УФ-отверждаемыми чернилами - довольно новый термин, обозначивший новое направление в применении печатной продукции. УФ технология расширяет границы традиционных способов применения печатных изделий, внося их в жилой интерьер и производственные помещения. УФ-технология позволяет печатать как на рулонных, так и на жестких листовых материалах, таких как стеновые и потолочные панели, композитные материалы, керамическая плитка, пробковое покрытие, линолеум, ковровое покрытие, дерево, ДВП, ДСП, оргстекло и стекло, обои, холст, ткань, картон и бумага, пленка и баннер, пластики и ПВХ, металлические поверхности и многое другое.

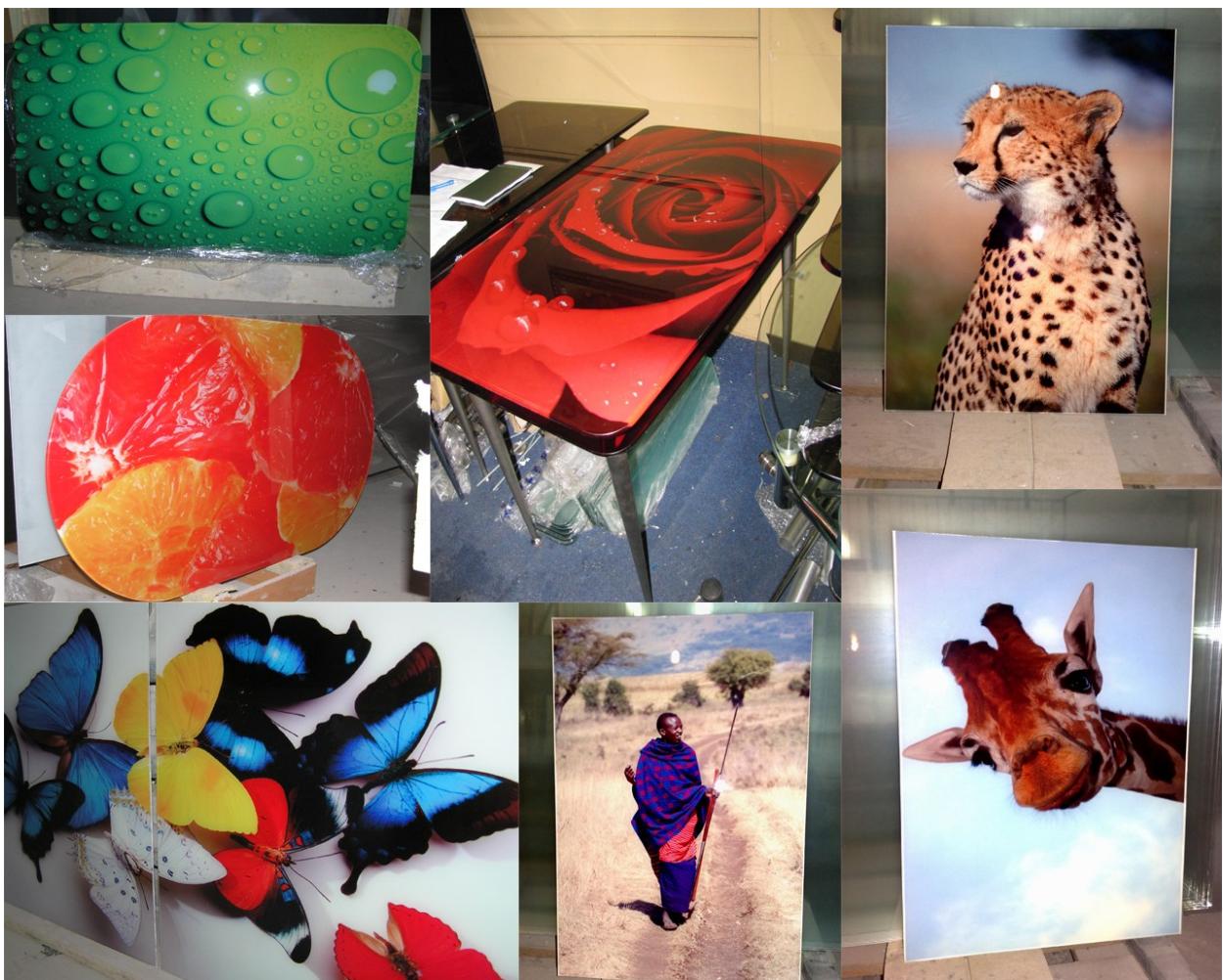


Рисунок 4. Примеры УФ печати на различных материалах.

Принцип данного вида печати основан на специальных жидких чернилах, которые, при воздействии на них ультрафиолетового излучения, полимеризуются и переходят в твердое состояние. Краситель не впитывается в материал, оставаясь на его поверхности, что обеспечивает яркие и насыщенные цвета. УФ-отверждаемые чернила имеют высокую стойкость к факторам внешнего воздействия, они не выцветают и не растворяются в воде и в многих растворителях. Кроме того, чернила имеют низкую прозрачность, что позволяет получать насыщенные и яркие изображения, практически на любых материалах.

По мере возникновения у потребителей печатной продукции потребности в качественном изображении, и по мере развития технического прогресса, требования к печати повышаются.

Технология УФ - печати имеет ряд существенных преимуществ:

- высокое качество печати
- прямая печать, без специальной обработки материалов
- печать на жестких листовых материалах
- стойкость к УФ-излучению, устойчивость к растворителям
- отсутствие вредных испарений
- мгновенное высыхание
- альтернатива всем существующим видам технологиям струйной печати
- UV-чернила имеют низкую прозрачность, в результате чего получаются более насыщенные цвета

Экологичность данного вида печати позволяет использовать ее в интерьерах на предметах и товарах с повышенными санитарными требованиями.

Допустимая ширина материала до 2,5 - 3 метров, толщина материала до 100 мм. Имеется уникальная возможность печати белым цветом в 4-х вариантах наложения краски. (Сплошная над изображением, сплошная под изображением, только под изображением и отдельным каналом). Белый цвет используется при печати на прозрачных и темных материалах.

Применяются в трафаретной печати для высококачественного воспроизведения растровой графики.

Краски, основанные на растворителях (сольвентные), застывают (отвердевают) прямо на печатной форме, забивая собой самые мелкие точки раstra, что приводит к исчезновению деталей в светлых участках оттиска.

Печать красками УФ-отверждения позволяет добиться высоких результатов при печати даже полноцветных изображений.

## 1.4 Термосублимация

Термосублимационный перенос изображений на другие поверхности (ткань, керамика, металл, др.) - это достаточно сложный по своим физико-химическим свойствам процесс. Но в настоящее время термосублимационная технология настолько сильно шагнула вперед, что пользователю практически не приходится задумываться, как, собственно, происходит сам процесс переноса изображения с бумажной на другую поверхность.

При сублимационном термопереносе печать на промежуточный носитель производится специальными, сублимационными чернилами. Под воздействием нагрева термопрессом сублимационная краска переходит из твердого в газообразное состояние и проникает в волокна ткани, в которых и остается навсегда. В случае печати на металле используется специальный алюминий с нанесенным слоем лака на поверхности. Краска испаряется и проникает в слой лака, перенося, таким образом, изображение с бумаги на металл.

Достоинствами данного метода является стойкость перенесенного изображения и то, что изображение не чувствуется на ощупь. Это происходит по причине окрашивания волокон, из которых сделано само изделие, а не наложение изображения поверх изделия.

У этого метода переноса изображения так же есть несколько недостатков. Во-первых, сублимация возможна только для изделий с содержанием синтетических волокон более 60%, если речь идет о переносе изображения на ткань. Это условие вытекает из того, что окрашиваться описанным способом могут только молекулы полиэстера, то есть для качественного переноса изображения, содержание полиэстера в волокнах

ткани должно быть достаточно высоким, в идеале это стопроцентные синтетические ткани. Во-вторых, сублимация выполняется только для белых изделий или белой ткани. Если ткань другого цвета, то молекулы полиэстера уже "окрашены" в какой либо цвет и при повторном их окрашивании (переносе изображения сублимацией) происходит смешивание цветов, а значит и искажение цветовой гаммы переносимого изображения. Причем в зависимости от состава ткани и ее цвета результат не может быть предсказуем, а соответственно предварительная коррекция цвета изображения невозможна.

## **1.5 Металлографика**

Металлографика представляет собой многоступенчатый процесс нанесения изображения. Рассмотрим различные стадии подробнее.

### **Анодирование алюминия**

Анодирование (анодное оксидирование) - гальванический процесс, в результате которого на поверхности алюминия образуется слой оксида алюминия. Анодирование позволяет получать прозрачные пористые оксидные пленки с высокой твердостью и износстойкостью.

Оксидный слой может быть окрашен и трансформирован в керамический слой посредством процесса закрепления. Толщина оксидного слоя на пластинах 18-22 микрона. Итак, анодированный алюминий получен.

### **Металлографика: окрашивание**

Пористая структура незакрепленного анодированного слоя обладает высокой способностью к адсорбции красок, жиров, масел и других веществ. Поэтому незащищенный оксидный слой чувствителен, например, к отпечаткам пальцев на поверхности.

Существуют различные способы окрашивания анодированного слоя. Погружение анодированной пластины в раствор красителя приводит к интенсивной окраске пластины со всех сторон. Для этого используются водные либо органические растворы красителей. Молекулы красителя при этом должны быть меньше размеров пор анодированного слоя. Средний диаметр пор анодированного слоя составляет 0.075 микрон. Поскольку диаметр молекул белого красителя превышает размер пор, окраска в белый цвет не представляется возможной. То же относится к любым сочетаниям белого красителя с другими цветами.

Для окрашивания анодированного слоя в соответствии с заданным рисунком существует несколько хорошо отработанных методов. Самые распространенные - фотомеханическая и трафаретная печать. В этих процессах применяют специальные красители на основе органических растворителей, обладающие большой стойкостью и хорошей проникающей способностью.

### **Металлографика : Адсорбция**

Анодированный, но не закрепленный поверхностный слой обладает высокой адсорбционной способностью. Однако эта способность быстро утрачивается при контакте с влажным воздухом, в результате которого образуется гидрат оксида алюминия.

### **Металлографика : Закрепление**

Закрепление - процесс, в течение которого анодированный слой конвертируется в гидрат оксида алюминия. При этом поры закрываются, и краситель изолируется от внешней среды и становится недоступным для растворителей и других химических агентов. Правильно анодированный и

закрепленный оксидный слой также является очень устойчивым к истиранию и атмосферным воздействиям.

Технология металлографики позволяет создавать сверхустойчивые и долговечные изображения, способные выдерживать воздействие агрессивных сред, трение, неблагоприятные погодные условия.

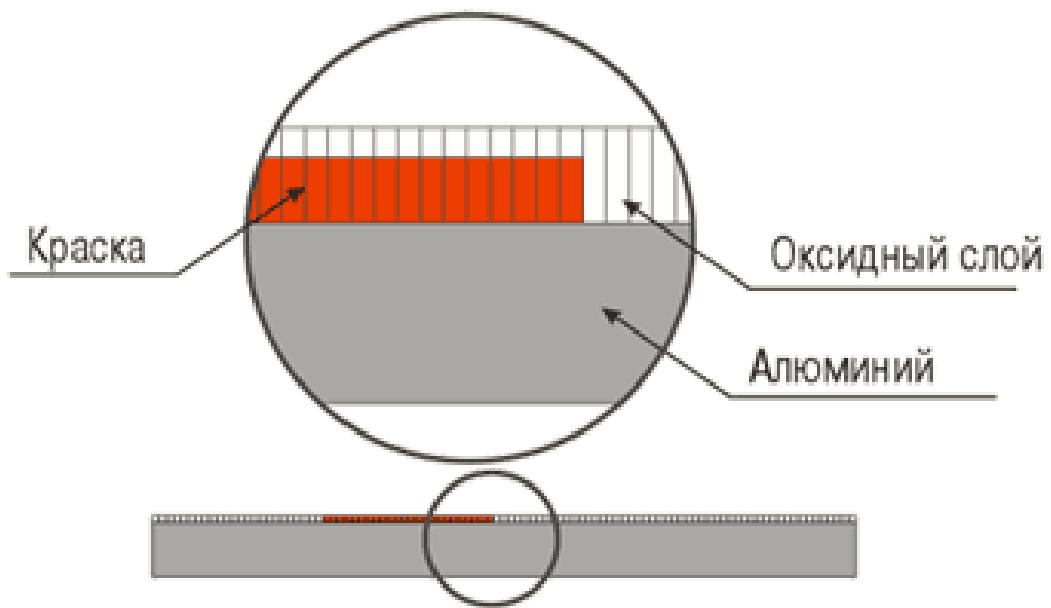


Рисунок 5. Структура нанесенного изображения на поверхности алюминия после всех этапов.

## **Глава 2. Физические принципы гравировки металлов и неметаллов при помощи лазера**

### **2.1 Введение**

Создание лазеров — совершило революцию в науке и технике. За два десятилетия после их возникновения формировались новые фундаментальные и прикладные направления физической оптики — оптическая квантовая электроника и нелинейная оптика. В настоящее время невозможно представить ни современные фундаментальные исследования, ни решение технических и технологических задач без использования лазеров.

Сложность наносимого гравировкой изображения может быть любой, вплоть до полутоновых фотографических изображений и штрих-кодов, а созданное лазером изображение воспроизводится на изделии за несколько секунд.

Лазерная гравировка выполняется на самых разнообразных материалах: металл, пластик, дерево, кожа, стекло, оргстекло, акрил, камень, бумага и прочее, а также на многослойных, покрытых и окрашенных поверхностях. Процесс лазерной гравировки максимально автоматизирован и не имеет промежуточных технологических этапов между компьютерной версткой и конечным изделием. Весь процесс гравировки происходит при полном отсутствии ручных процессов, что позволяет максимально снизить количество ошибок в технологическом процессе и свести время производства готового изделия до рекордных значений в 10-15 минут, а время гравировки готового изделия - до 0,3 минут. Отсканированные картинки, фото, клипарты, чертежи, и многое другое может использоваться для "печати" лазером. Лазер гравирует и режет такие материалы как дерево, оргстекло, пластик, кожа и много других неметаллических материалов.

Существует также гравировка внутри стекла - это выполнение объемных изображений в массе оптически прозрачного материала (стекла), которое основано на фокусировании излучения не на поверхности материала, как в случае резки, а в его толще. Под воздействием короткого импульса излучения в точке фокусировки происходит микровзрыв, изменяющий однородность материала. Таким образом, формируется один из пикселов составляющих изображение. Область применения: рекламный ассортимент, архитектурные модели, награды, подарки, бизнес-сувениры, промышленность, предметы коллекционирования, офисное снабжение, фотография, обозначения, спортивные товары, музыкальные инструменты и обработка дерева.

Лазеры - это генераторы и усилители когерентного излучения в оптическом диапазоне, действие которых основано на индуцированном (вызванном полем световой волны) излучении квантовых систем - атомов, ионов, молекул, находящихся в состояниях, существенно отличных от термодинамического равновесия.

Принципиальным отличием лазеров от всех других источников света (тепловых, газоразрядных и др.), представляющих собой по сути дела источники оптического шума, является высокая степень когерентности лазерного излучения. С созданием лазеров в оптическом диапазоне появились источники излучения, аналогичные привычным в радиодиапазоне генераторам когерентных сигналов, способные успешно использоваться для целей связи и передачи информации, а по многим своим свойствам - направленности излучения, полосе передаваемых частот, низкому уровню шумов, концентрации энергии во времени и т.д. - превосходящие классические устройства радиодиапазона.

## 2.2 Принцип действия лазеров

Чтобы понять принцип работы лазера, нужно более внимательно изучить процессы поглощения и излучения атомами квантов света. Атом может находиться в различных энергетических состояниях с энергиями  $E_1$ ,  $E_2$  и т. д. В теории Бора эти состояния называются стабильными. На самом деле стабильным состоянием, в котором атом может находиться бесконечно долго в отсутствие внешних возмущений, является только состояние с наименьшей энергией. Это состояние называют основным. Все другие состояния нестабильны. Возбужденный атом может пребывать в этих состояниях лишь очень короткое время, порядка  $10^{-8}$  с, после этого он самопроизвольно переходит в одно из низших состояний, испуская квант света, частоту которого можно определить из второго постулата Бора. Излучение, испускаемое при самопроизвольном переходе атома из одного состояния в другое, называют спонтанным. На некоторых энергетических уровнях атом может пребывать значительно большее время, порядка  $10^{-3}$  с. Такие уровни называются метастабильными. Переход атома в более высокое энергетическое состояние может происходить при резонансном поглощении фотона, энергия которого равна разности энергий атома в конечном и начальном состояниях. Переходы между энергетическими уровнями атома не обязательно связаны с поглощением или испусканием фотонов. Атом может приобрести или отдать часть своей энергии и перейти в другое квантовое состояние в результате взаимодействия с другими атомами или столкновений с электронами. Такие переходы называются безизлучательными.

В 1916 году А. Эйнштейн предсказал, что переход электрона в атоме с верхнего энергетического уровня на нижний может происходить под влиянием внешнего электромагнитного поля, частота которого равна собственной частоте перехода. Возникающее при этом излучение называют вынужденным или индуцированным. Вынужденное излучение обладает удивительным свойством. Оно резко отличается от спонтанного излучения. В

результате взаимодействия возбужденного атома с фотоном атом испускает еще один фотон той же самой частоты, распространяющийся в том же направлении. На языке волновой теории это означает, что атом излучает электромагнитную волну, у которой частота, фаза, поляризация и направление распространения точно такие же, как и у первоначальной волны. В результате вынужденного испускания фотонов амплитуда волны, распространяющейся в среде, возрастает. С точки зрения квантовой теории, в результате взаимодействия возбужденного атома с фотоном, частота которого равна частоте перехода, появляются два совершенно одинаковых фотона-близнеца. Именно индуцированное излучение является физической основой работы лазеров.

На рис. 6 схематически представлены возможные механизмы переходов между двумя энергетическими состояниями атома с поглощением или испусканием кванта.

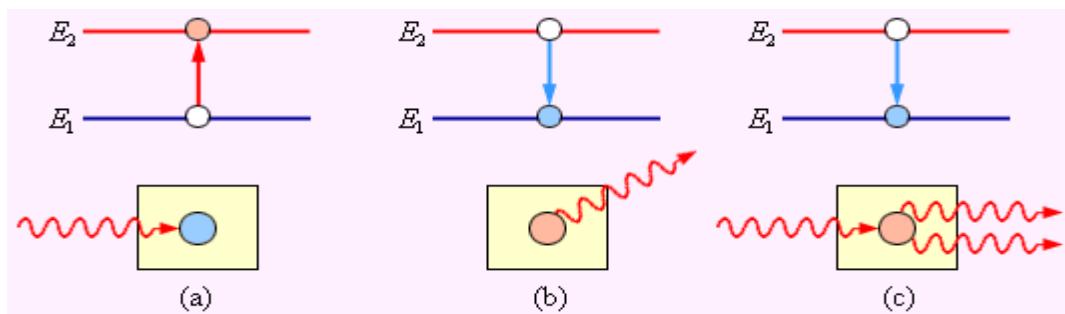


Рисунок 6. Условное изображение процессов (a) поглощения, (b) спонтанного испускания и (c) индуцированного испускания кванта.

Рассмотрим слой прозрачного вещества, атомы которого могут находиться в состояниях с энергиами  $E_1$  и  $E_2 > E_1$ . Пусть в этом слое распространяется излучение резонансной частоты перехода  $v = \Delta E / h$ . Согласно распределению Больцмана, при термодинамическом равновесии большее количество атомов вещества будет находиться в нижнем энергетическом состоянии. Некоторая часть атомов будет находиться и в верхнем

энергетическом состоянии, получая необходимую энергию при столкновениях с другими атомами. Обозначим населенности нижнего и верхнего уровней соответственно через  $n_1$  и  $n_2 < n_1$ . При распространении резонансного излучения в такой среде будут происходить все три процесса, изображенные на рис. 5. Эйнштейн показал, что процесс (а) поглощения фотона невозбужденным атомом и процесс (с) индуцированного испускания кванта возбужденным атомом имеют одинаковые вероятности. Так как  $n_2 < n_1$  поглощение фотонов будет происходить чаще, чем индуцированное испускание. В результате прошедшее через слой вещества излучение будет ослабляться. Это явление напоминает появление темных фраунгоферовских линий в спектре солнечного излучения. Излучение, возникающее в результате спонтанных переходов, некогерентно и распространяется во всевозможных направлениях и не дает вклада в проходящую волну. Чтобы проходящая через слой вещества волна усиливалась, нужно искусственно создать условия, при которых  $n_2 > n_1$ , т. е. создать инверсную населенность уровней. Такая среда является термодинамически неравновесной.

Идея использования неравновесных сред для получения оптического усиления впервые была высказана В. А. Фабрикантом в 1940 году. В 1954 году русские физики Н. Г. Басов и А. М. Прохоров и независимо от них американский ученый Ч. Таунс использовали явление индуцированного испускания для создания микроволнового генератора радиоволн с длиной волны  $\lambda = 1,27$  см. За разработку нового принципа усиления и генерации радиоволн в 1964 году все трое были удостоены Нобелевской премии. Среда, в которой создана инверсная населенность уровней, называется активной. Она может служить резонансным усилителем светового сигнала. Для того, чтобы возникала генерация света, необходимо использовать обратную связь. Для этого активную среду нужно расположить между двумя высококачественными зеркалами, отражающими свет строго назад, чтобы он многократно прошел через активную среду, вызывая лавинообразный процесс индуцированной эмиссии когерентных фотонов. При этом в среде

должна поддерживаться инверсная населенность уровней. Этот процесс в лазерной физике принято называть накачкой. Начало лавинообразному процессу в такой системе при определенных условиях может положить случайный спонтанный акт, при котором возникает излучение, направленное вдоль оси системы. Через некоторое время в такой системе возникает стационарный режим генерации.

Лазерное излучение выводится наружу через одно (или оба) из зеркал, обладающее частичной прозрачностью. На рис. 7 схематически представлено развитие лавинообразного процесса в лазере.

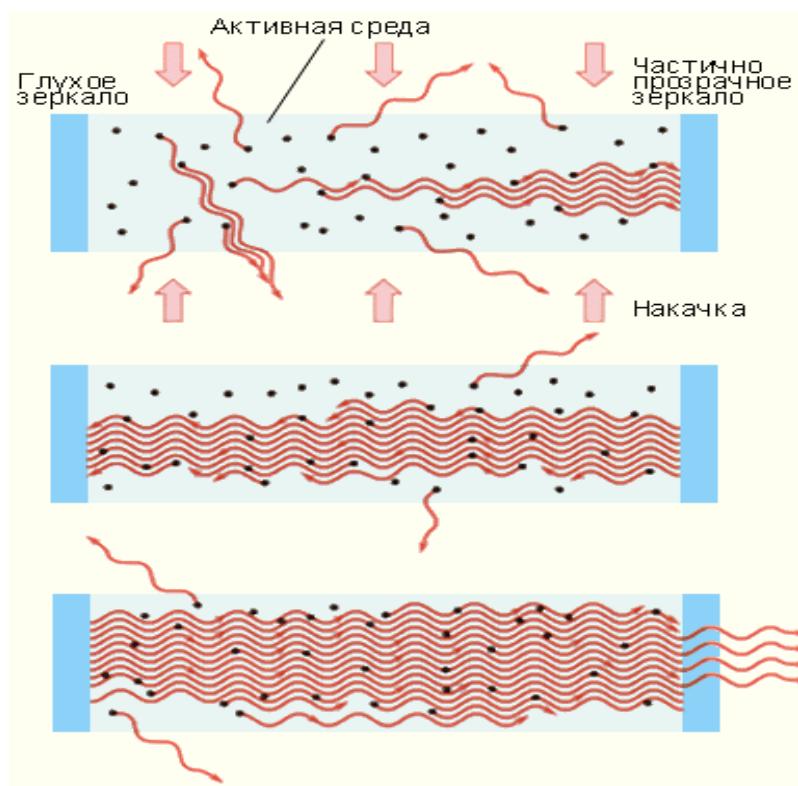


Рисунок 7. Развитие лавинообразного процесса генерации в лазере.

### 2.3 Взаимодействие лазерного излучения с веществом

При лазерной гравировке сфокусированный лазерный луч направляется на поверхность маркируемого изделия. Фокусировка луча в пятно маленького диаметра и малая длительность импульсов излучения

позволяют добиться высокой плотности мощности излучения в зоне воздействия на материал. Это ведет к мгновенному расплавлению материала и его частичному испарению. На маркируемой поверхности образуется небольшой кратер, либо испаряется слой покрытия (например при маркировке окрашенных металлов либо двухслойных пленок и пластиков).



Рис. 8. Изображение монеты со следами «выстрела» лазера.

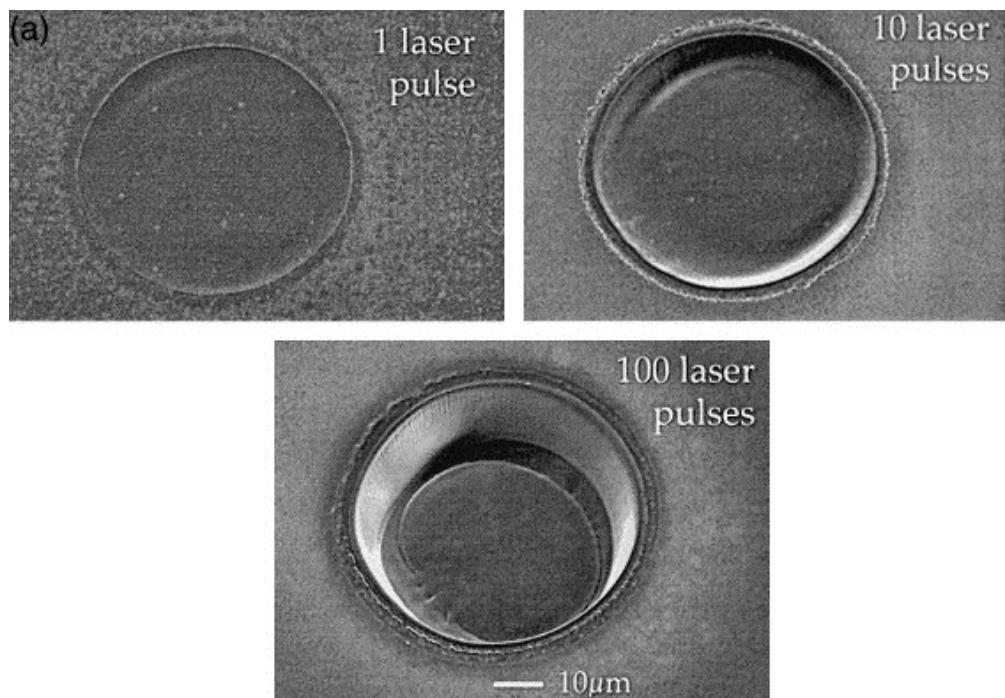


Рис. 9. SEM изображение формирования кратера в материале при различном количестве лазерных импульсов.

Металл представляет собой трехмерную решетку из положительных ионов, которая погружена в газ электронов проводимости, связанных с ионной решеткой силами электростатического притяжения.

В видимом и инфракрасном диапазонах частот все излучение, которое не отражается от металла, поглощается им в весьма тонком поверхностном скин-слое (толщиной  $10^{-5} \dots 10^{-6}$  см) на электронах проводимости. Это позволяет упростить описание и рассматривать лишь два процесса: отражение и поглощение, пренебрегая процессом распространения излучения в металле.

Для жидких и твёрдых тел поведение электронов, определяющих оптические свойства атома, резко меняются под действием полей соседних атомов. Поглощение твёрдых тел характеризуется, как правило, очень широкими областями (сотни и тысячи нм); качественно это объясняется тем, что в конденсированных средах сильное взаимодействие между частицами приводит к быстрой передаче энергии, отданной светом одной из них всему коллективу частиц.

Поглощенная энергия распространяется в веществе за счет различных механизмов теплопроводности. Для металлов основной является электронная теплопроводность.

Если коэффициент поглощения веществ зависит от длины волны света, говорят о спектре поглощения вещества. На рис. 10 приведены коэффициенты поглощения некоторых металлов в зависимости от длины волны излучения. Выделены длины волн Nd:YAG и CO<sub>2</sub>-лазеров, наиболее часто применяемых в термических видах лазерной технологии.

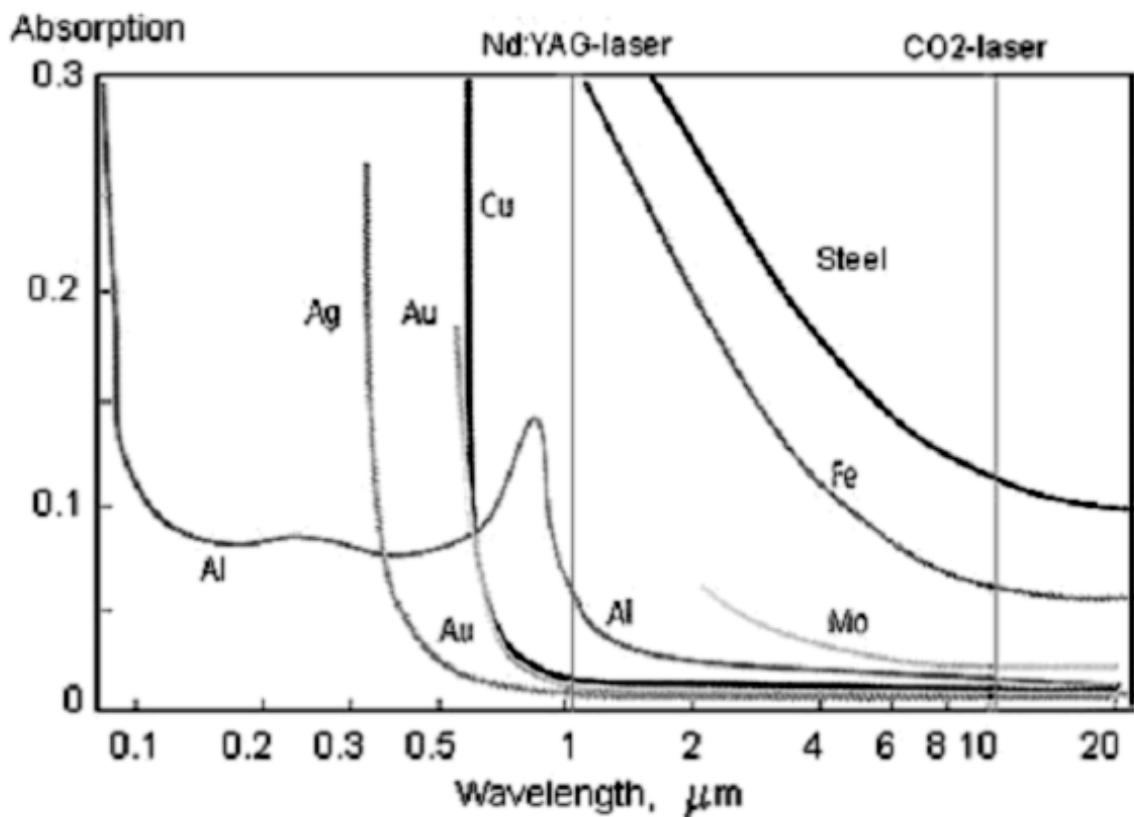


Рис. 10. Обозначение типов линейной поляризации луча при наклонном падении излучения на поверхность материала.

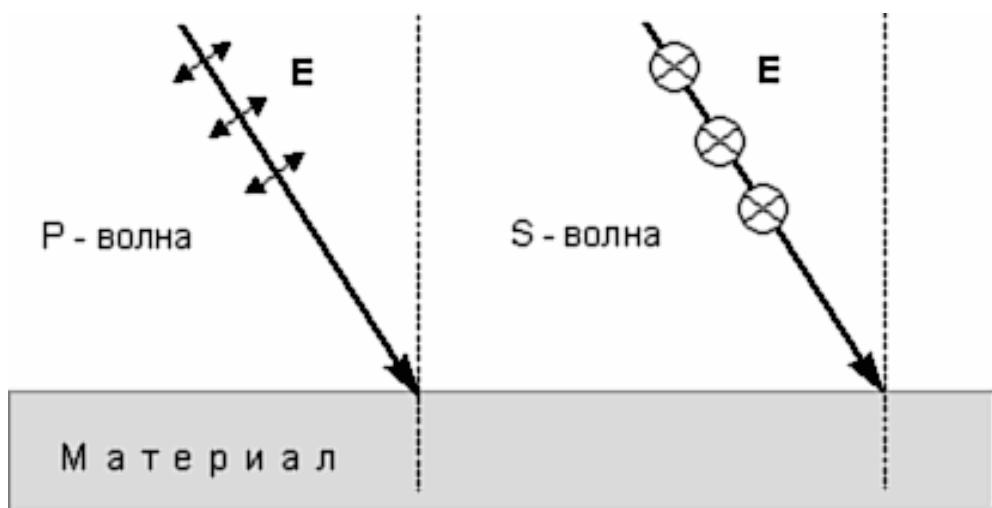


Рис. 11. Обозначение типов линейной поляризации луча при наклонном падении излучения на поверхность материала.

При наклонном падении лазерного излучения на поверхность отражение зависит от поляризации, рис. 11. Отражательные способности  $R_p$  -

составляющей, лежащей в плоскости падения луча, и  $R_s$  -составляющей, перпендикулярной плоскости падения луча, в общем случае различны. Это означает, что отражательная способность поляризованного лазерного излучения зависит от ориентации вектора поляризации относительно поверхности металла и от оптических свойств его поверхности.

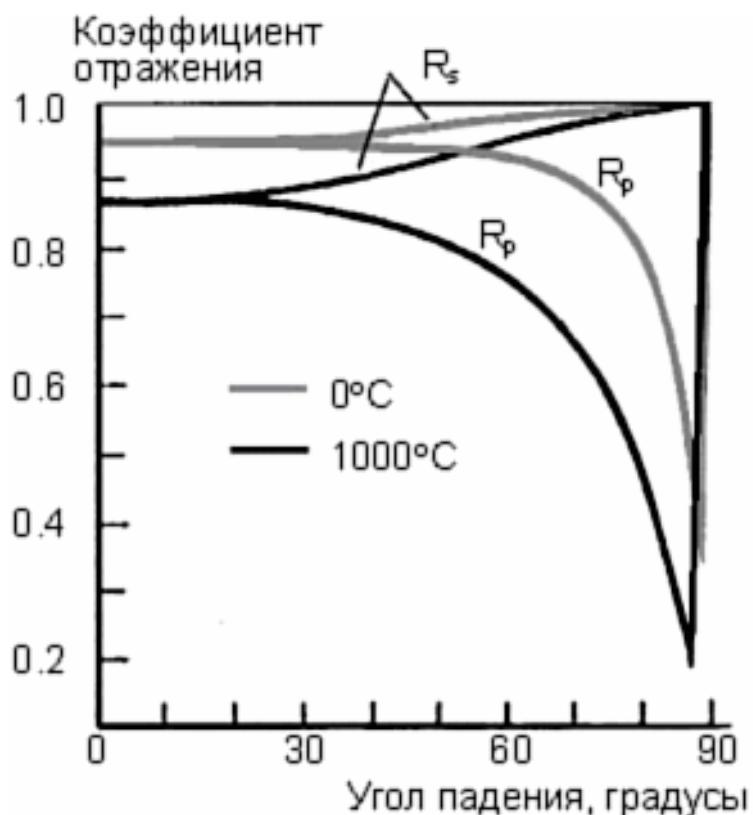


Рис. 12. Зависимость отражательной способности для луча с перпендикулярной S и продольной P поляризацией ( $\lambda = 10,6 \text{ мкм}$ ) от угла падения на поверхность меди.

Для примера, зависимость отражательной способности меди (при  $T = 0^\circ\text{C}$  и  $1000^\circ\text{C}$ ) на длине волны  $\lambda = 10,6 \text{ мкм}$  для двух составляющих  $R_s$  и  $R_p$  приведены на рис. 12. Это, так называемый закон Френеля. Видно, что значение  $R_s$  велико при всех углах падения. В то же время значения  $R_p$  достигает минимума при угле, близком (но не равном)  $90^\circ$ , который носит название угла Брюстера. Отсюда следует, что с точки зрения поглощения

излучения поверхностью воздействие излучения оптимально, когда вектор электрического поля лежит в плоскости падения (Rp-отражение).

При описании процесса воздействия лазерного излучения на твердые непрозрачные тела (металлы, полупроводники, диэлектрики) целесообразно выделить несколько стадий: нагревание без изменения фазового состояния, плавление, испарение, ионизация испаряемого вещества и образование плазмы, рис. 13.

Если обработка материала ведется в химически активной атмосфере, то при некоторой температуре существенную роль начинают играть термохимические процессы – окисление, образование нитридов, карбидов и проч. Так, при лазерной резке часто применяется поддув кислорода, что резко интенсифицирует процесс, как из-за выделения тепла окисления, так и из-за повышения поглощения лазерного излучения

Все металлы при нормальной температуре и нулевом угле падения (перпендикулярно поверхности) отражают более 80 % лазерного излучения (для длины волны CO<sub>2</sub>-лазера 10,6 мкм). С достижением точки плавления способность поглощать лазерное излучение возрастает, однако характер зависимости коэффициента отражения от угла падения сохраняется, рис. 12. Для некоторых металлов точку плавления достичь нелегко. Плотность потока энергии лазерного излучения, необходимая для плавления металлов, может варьировать от  $2 \cdot 10^4$  Вт/см<sup>2</sup> для углеродистых и коррозионностойких сталей до  $2 \cdot 10^6$  Вт/см<sup>2</sup> для вольфрама.

При некоторых условиях процесс разрушения материала лазерным излучением называют абляцией под воздействием. В современном, довольно широком понимании термин абляция включает известный механизм такого перехода вещества из твердого состояния в газообразное, как сублимация, однако им не исчерпывается. Непосредственно под термином абляция

понимают удаление жидкой фазы материала под действием реактивных паров отдачи испаряемого вещества (см рис. 13).

Согласно последним исследованиям при коротких длительностях лазерных импульсов ( $10^{-9}$ - $10^{-14}$  секунды) и огромных интенсивностях лазерного излучения ( $\geq 10^{10}$  Вт/см<sup>2</sup>) наблюдается удаление материала по другому физическому механизму. Межмолекулярные связи разрываются не как вторичное следствие высокой температуры, а как результат непосредственного перехода энергии из возбужденных состояний.

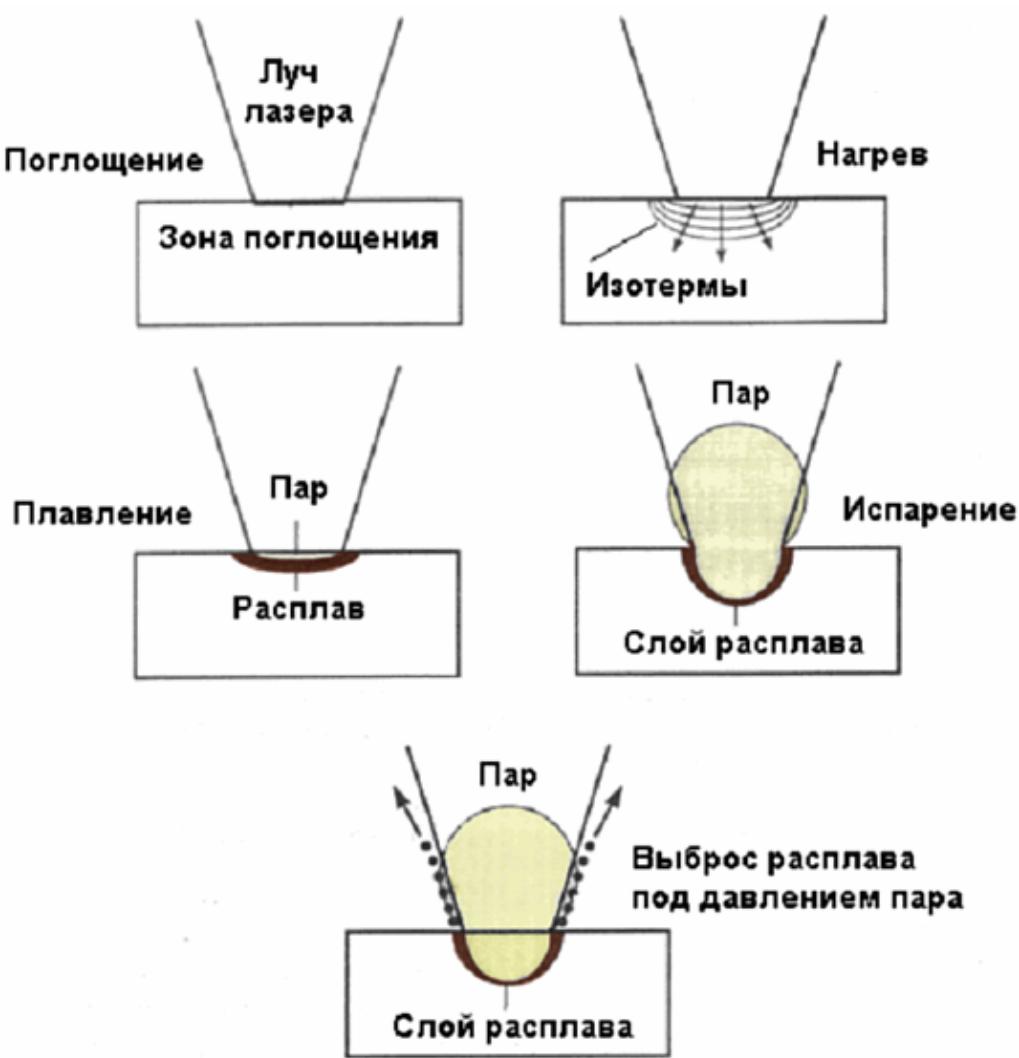


Рисунок 13. Механизм взаимодействия лазерного излучение с металлами.

Такой механизм разрушения материала имеет качественные макроскопические особенности. Например, наблюдается высочайшее качество отверстий, пробиваемых короткими лазерными импульсами. Речь

идет о форме отверстий, качестве краев, отсутствует зона термического влияния и какие либо признаки жидкой фазы. Однако, такой механизм разрушения является энергетически и экономически очень дорогим, поэтому используется лишь для специальных задач.

## **Глава 3. Практическое руководство по подготовке текста и векторной графики для гравировки**

Существует два типа компьютерной графики: векторная и растровая. Они отличаются принципами формирования изображения при отображении на экране монитора или при печати на бумаге.

Векторная графика — это использование геометрических примитивов, таких как точки, линии, сплайны и многоугольники, для представления изображений в компьютерной графике. Важнейшая особенность векторной графики состоит в том, что для каждого объекта определяются управляющие параметры, конкретизирующие его внешний вид. Например, для окружности такими управляющими параметрами являются диаметр, цвет, тип и толщина линии, а также цвет внутренней области. Представление векторного изображения в памяти компьютера сложнее, чем пиксельного (хотя, как правило, при этом оно намного компактнее).

Преимущества этого способа описания графики над растровой графикой: минимальное количество информации передаётся намного меньшему размеру файла (размер не зависит от величины объекта); соответственно, можно бесконечно увеличить, например, дугу окружности, и она останется гладкой, с другой стороны, если кривая представлена в виде ломаной линии, увеличение покажет, что она на самом деле не кривая; при увеличении или уменьшении объектов толщина линий может быть постоянной; параметры объектов хранятся и могут быть изменены, это означает, что перемещение, масштабирование, вращение, заполнение и т.д. не ухудшат качества рисунка.

У векторной графики есть два фундаментальных недостатка: не каждый объект может быть легко изображен в векторном виде, кроме того, количество памяти и времени на отображение зависит от числа объектов и их сложности; перевод векторной графики в растр достаточно прост, но обратного пути, как правило, нет — трассировка раstra обычно не обеспечивает высокого качества векторного рисунка.

Растровая графика — это прямоугольная матрица, состоящая из множества очень мелких неделимых точек (пикселей).

Достоинства растровой графики: позволяет создать практически любой рисунок, вне зависимости от сложности, в отличие, например, от векторной, где невозможно точно передать эффект перехода от одного цвета к другому; растровая графика очень распространена; преобладает высокая скорость обработки сложных изображений, если не нужно масштабирование; растровое представление изображения естественно для большинства устройств ввода/вывода графической информации, таких как монитор, принтер, цифровой фотоаппарат, сканер и др.

Недостатки растровой графики: большой размер файлов с простыми изображениями; невозможность идеального масштабирования. при увеличении или уменьшении возникают крайне нежелательные эффекты. При увеличении изображения между плотно «прижатыми» друг к другу пикселями появляется свободное место. Заполнить его, строго говоря, нечем, разве что размещая на свободных местах копии находящихся рядом пикселов. Это эквивалентно увеличению размера пикселя при увеличении изображения. Однако сильно увеличивать размер пикселя нельзя — слишком крупные пиксели перестанут сливаться в глазу зрителя в однородное изображение, видимость смыкания разрушится. При уменьшении пиксельного изображения с сохранением прежнего размера пикселов неизбежно приходится выбрасывать некоторые пиксели, что приводит к потере части содержащейся в изображении информации. Не спасает положения и уменьшение размеров пикселя, поскольку устройства отображения информации (дисплеи, полиграфические машины и принтеры) все равно не могут воспроизводить слишком маленькие пиксели — в результате детали изображения становятся плохо различимыми.

### **3.1 Работа в программе CorelDraw**

Основой работы с изображением в CorelDRAW являются объекты. Все графические объекты, с которыми приходится иметь дело пользователю этой программы, можно разбить на три категории — линии, примитивы и текст. В CorelDRAW все примитивы строятся с помощью соответствующих инструментов. В наборе инструментов имеется и кнопка Rectangle (Прямоугольник). Воспользовавшись ей можно построить объект прямоугольник. Клавиши-модификаторы работают с инструментом Ellipse (Эллипс) точно так же, как с инструментом Rectangle (Прямоугольник). Удерживая нажатой клавишу «Ctrl», можно построить не эллипс, а правильный круг, а клавиша «Shift» позволяет строить эллипс, растягивая его не от угла, а от середины габаритного прямоугольника. При удержании одновременно обеих клавиш-модификаторов будет строиться круг от центра.

В основе принятой в CorelDRAW модели линий лежат два понятия: узел и сегмент. Узлом называется точка на плоскости изображения, фиксирующая положение одного из концов сегмента кривой. Сегментом называется часть кривой, соединяющая два смежных узла. Узлы и сегменты неразрывно связаны друг с другом: в замкнутой линии узлов столько же, сколько сегментов, в незамкнутой — на один узел больше. Любая кривая в CorelDRAW состоит из узлов и сегментов, и все операции с кривыми на самом деле представляют собой операции именно с ними. Узел полностью определяет характер предшествующего ему сегмента, поэтому для незамкнутой линии важно знать, который из двух ее крайних узлов является начальный, а для замкнутой — направление линии (по часовой стрелке или против нее). По характеру предшествующих сегментов выделяют три типа узлов: начальный узел незамкнутой кривой, а также прямолинейный (line) и криволинейный (curve) узлы. На рис. 14 промежуточный узел 1 и конечный узел — прямолинейные, а промежуточный узел 2 — криволинейный.

Для узлов, смежных хотя бы с одним криволинейным сегментом, имеется еще одна классификация типов: они подразделяются на точки

излома (cusp) и сглаженные узлы (smooth). Частным случаем сглаженного узла является узел симметричный (symmetrical), но таким может быть только узел, расположенный между двумя криволинейными сегментами.

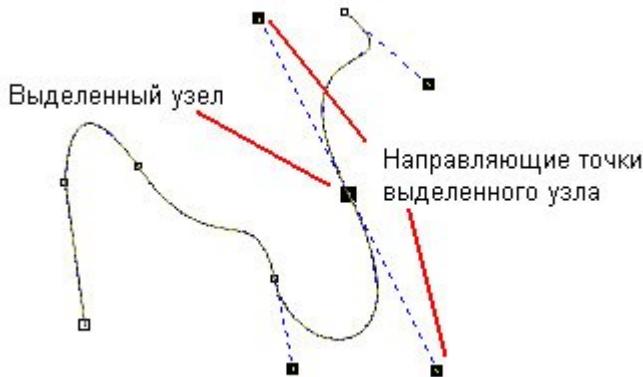


Рисунок 14. «Устройство» узла линии.

С помощью инструмента Artistic Media (Суперлиния) строятся составные объекты класса «суперлинии». Каждый из этих объектов состоит из двух частей — линии, играющие роль управляющего объекта и определяющие основные параметры формы составного объекта в целом, и подчиненного объекта, определяющего детали этой формы. В роли подчиненного объекта может выступать замкнутая кривая или даже произвольный объект CorelDRAW, причем и управляющая линия, и подчиненный объект могут строиться как заранее, до построения суперлиний, так и создаваться в ходе него.

## Текст

В CorelDRAW имеется не один, а два класса текстовых объектов, во многом схожих, но в то же время четко различимых — как по своей структуре, так и по поведению. Первый из них предназначен для представления текстов, относительно небольших по своему объему (до 32 000 символов), которые могут подвергаться всем видам преобразований изображений, поддерживаемых в CorelDRAW. Объекты, относящиеся к этому классу, называются блоками фигурного текста (artistic text). Второй класс объектов позволяет отображать на рисунках большие текстовые

фрагменты — до 32 000 абзацев, в каждом из которых может содержаться до 32 000 символов. Такие тексты могут разделяться на отдельные структурные единицы: абзацы, колонки и рамки. Потенциально большой объем текста не позволяет выполнять над этими объектами некоторые из преобразований. Объекты этого класса в отечественной литературе принято (не слишком удачно) называть рамками простого текста (paragraph text).

## **Упорядочение объектов**

Человеческий глаз — очень точный инструмент, который способен уловить мельчайшие отклонения, если положение объектов отличается от регулярного. К сожалению, этого нельзя сказать о таком инструменте, как сочетание пальцев пользователя и мыши компьютера. Поэтому в арсенал средств CorelDRAW были введены координатные сетки и направляющие, упрощающие процедуру регулярного размещения объектов, а также специальные инструменты для выравнивания ранее созданных объектов и их регулярного размещения.

Стопка объектов — это метафора, позволяющая более наглядно представить себе порядок, в котором составляющие рисунок CorelDRAW объекты выводятся на экран или печать. Основная причина, по которой это важно, связана со способом воспроизведения частично или полностью перекрывающихся объектов. Дело в том, что по принятому в CorelDRAW соглашению объекты с непрозрачной заливкой, расположенные в стопке выше, закрывают собой объекты, расположенные ниже. По умолчанию вновь созданный объект помещается на самый верх стопки.

Большинство работ строятся не просто как сумма отдельных объектов — отдельные объекты образуют более или менее устойчивые образования с иерархической структурой. Например, несколько эллипсов могут образовать новый элемент изображения — колеса автомобиля. Это естественно, поскольку очень многие рисунки состоят из сотен и даже тысяч отдельных объектов, работать с которыми индивидуально сложно, а иногда

практически невозможно. Для упрощения работы используются операции группирования и соединения (они обратимы, и полученные в их результате образования можно снова превратить в отдельные объекты). Кроме них в CorelDRAW есть группа необратимых операций, которые связывают исходные объекты «намертво», формируя единый объект: объединение, пересечение, исключение. Полученные в результате этих операций объекты уже нельзя преобразовать в исходные. Еще две операции предназначены для упрощения структуры сложных объектов, и в большинстве случаев в результате их применения к одному объекту получается несколько объектов. Это — операции преобразования объекта в кривые и отделения. Преобразование объекта (например, блока фигурного текста) в кривые, как правило, приводит к возникновению соединенной кривой, разъединение которой образует совокупность объектов. Операция отделения преобразует составной объект, например линию, построенную инструментом Artistic Media (Суперлиния), в управляющий объект и группу подчиненных объектов, которая может быть разгруппирована

### **Цветовые палитры и модели цвета**

Под заливкой в CorelDRAW принято понимать заполнение внутренней части замкнутого объекта. Имеется возможность отображать на экране и в печатной версии изображения залив назначенную незамкнутым объектам. Этот режим (выключенный по умолчанию) автоматически замыкает все незамкнутые объекты фиктивным сегментом без обводки, после чего заливка становится видимой. В зависимости от того, какими средствами это заполнение формируется, различают восемь типов заливок: однородные, или сплошные заливки; градиентные заливки; заливки двухцветным узором; заливки цветным узором; заливки точечным узором; текстурные заливки; заливки растром PostScript; сетчатые заливки.

Пользуясь непосредственно моделью цвета, можно сформировать нужный цвет из базовых цветов модели, смешивая их в различных

пропорциях. Пользуясь палитрой – выбирать для своей работы один из заранее подготовленных цветов.

Хотя цветовые модели CorelDRAW предоставляют широчайшие возможности для выбора любого оттенка любого цвета, рекомендуется все же пользоваться цветами, включенными в палитры. Построив на листе сетку, заполнив ее ячейки цветами выбранной палитры и выведя ее на печать тем же способом, который впоследствии предполагается для публикации вашего произведения, получается прекрасный справочный материал. Он позволит судить о том, как будут выглядеть цвета в окончательном варианте, а не на экране монитора, где по тысяче причин они никогда не будут такими же.

Для анализа представленного на изображении цвета служит инструмент Eyedropper (Пипетка). На панели этого инструмента расположена кнопка еще одного инструмента — Paintbucket (Банка с краской). С помощью этих инструментов можно легко переносить ранее назначенные обводки и заливки на другие объекты.

### **Огибающие и деформация**

Оба эффекта объединяют общий подход к способу преобразования объекта (или группы объектов): объект как бы наносится на эластичную пленку, которая впоследствии деформируется. В случае огибающих деформация сводится к растягиванию или сжатию пленки в соответствии с формой вспомогательного объекта — огибающей. В случае деформации воздействие на эластичную пленку оказывается более замысловатым, например, может закручиваться ее центр при закрепленных краях, или нанесенным на ее линиям может придаваться зигзагообразная форма, или пленка может растягиваться не за края, а за точки, в которых расположены узлы объекта.

Огибающей называется служебный (не отображаемый при печати) объект, использующийся для деформирования заключенного в него объекта или группы объектов. Совокупность объектов, не связанных в группу,

заключить в огибающую не удастся ее следует предварительно сгруппировать.

Огибающие похожи на замкнутые кривые и отображаются на экране пунктирными линиями красного цвета. Узлы огибающих отображаются, в отличие от узлов настоящих кривых, не кружками, а квадратиками. Эти узлы можно перемещать, меняя форму огибающей, что влечет за собой изменение внешнего вида заключенного в нее объекта. Помимо перетаскивания узлов огибающей, их можно редактировать теми же инструментами, что узлы обычной кривой. Редактировать можно также и сегменты огибающей, выбирая, какие из них будут прямыми, а какие криволинейными.

Деформацией называется обратимое преобразование формы объектов. Основным инструментом для этого является инструмент Interactive Distortion (Интерактивная деформация). Кроме того, быстро выполнять локальную деформацию зигзага и точнее настраивать ее управляющие параметры позволяет инструмент Roughen Brush (Грабли).

### **Перспектива, тени и экструзия**

Основное назначение CorelDRAW — создание изображений, большинство из которых носят плоскостной, подчеркнуто графический характер. Поэтому передавать глубину и объем изображаемой сцены с учетом освещения и направления взгляда приходится чисто графическими приемами, имитируя блики и тени дополнительными объектами, а перспективу — искажением контурных линий объектов. Однако в CorelDRAW имеются средства для автоматического построения эффектов, имитирующих объем и глубину сцены. В первую очередь к ним относится преобразование перспективы.

Для построения теней, отбрасываемых предметами на плоскость, можно воспользоваться приемом объединения группы объектов, изображающих фигуру, с последующим изменением заливки и формы полученного объекта (например, с помощью эффекта перспективы), но

можно воспользоваться и специальным инструментом для построения падающих теней.

Эффект экструзии позволяет построить на рисунке проекцию обобщенного цилиндра — тела, образующегося при перемещении плоской фигуры в пространстве в направлении, перпендикулярном ее плоскости. CorelDRAW автоматически выполняет параллельное или перспективное проецирование фигуры и строит как изображения боковых поверхностей обобщенного цилиндра, так и светотеневую картину на них.

### **Ореол**

Ореол представляет собой совокупность замкнутых кривых, эквидистантных управляющему объекту (то есть отстоящих на одинаковое расстояние от него). Цвета заливки и обводки управляющего объекта плавно перетекают в цвета заливки и обводки, заданные для последнего из объектов ореола. Количество подчиненных объектов в ореоле указывается явно или определяется автоматически. Ореолы во многом аналогичны пошаговым переходам, но в ореоле второй управляющий объект (подобный первому) лишь подразумевается.

### **Прозрачность**

С помощью инструмента Interactive Transparency можно настраивать прозрачность, пользуясь такими же схемами, как при создании градиентных заливок. Иногда настройкой прозрачности пользуются для того, чтобы убрать с изображения те или иные фрагменты. Но для этой цели существует более удобный во многих отношениях инструмент — инструмент фигурной обрезки. С ее помощью объект или совокупность объектов можно поместить внутрь другого объекта, и все фрагменты, выступающие за границу последнего, будут скрыты. То, что нежелательные фрагменты скрываются, а не удаляются, выгодно отличает метод фигурной обрезки от приема «замораживания» линзы — возможность впоследствии откорректировать

подвергнутые фигурной обрезке объекты, а также объект, задающий границу этой обрезки, остается.

### 3.2 Создание пробного макета

Для начала нужно обозначить поле гравировки, и создавать макет в рамках этого поля. Выберем инструмент «прямоугольник» на панели инструментов слева (см рис. 15). Вверху установим размер данного прямоугольника, в нашем случае это 50x50 мм. Если замочек справа закрыт, то изменение длины ведет к пропорциональному изменению ширины, если открыт, то изменять длину и ширину можно независимо друг от друга. Для центровки относительно рабочего поля можно воспользоваться горячей клавишей “Р” на английской раскладке клавиатуры.

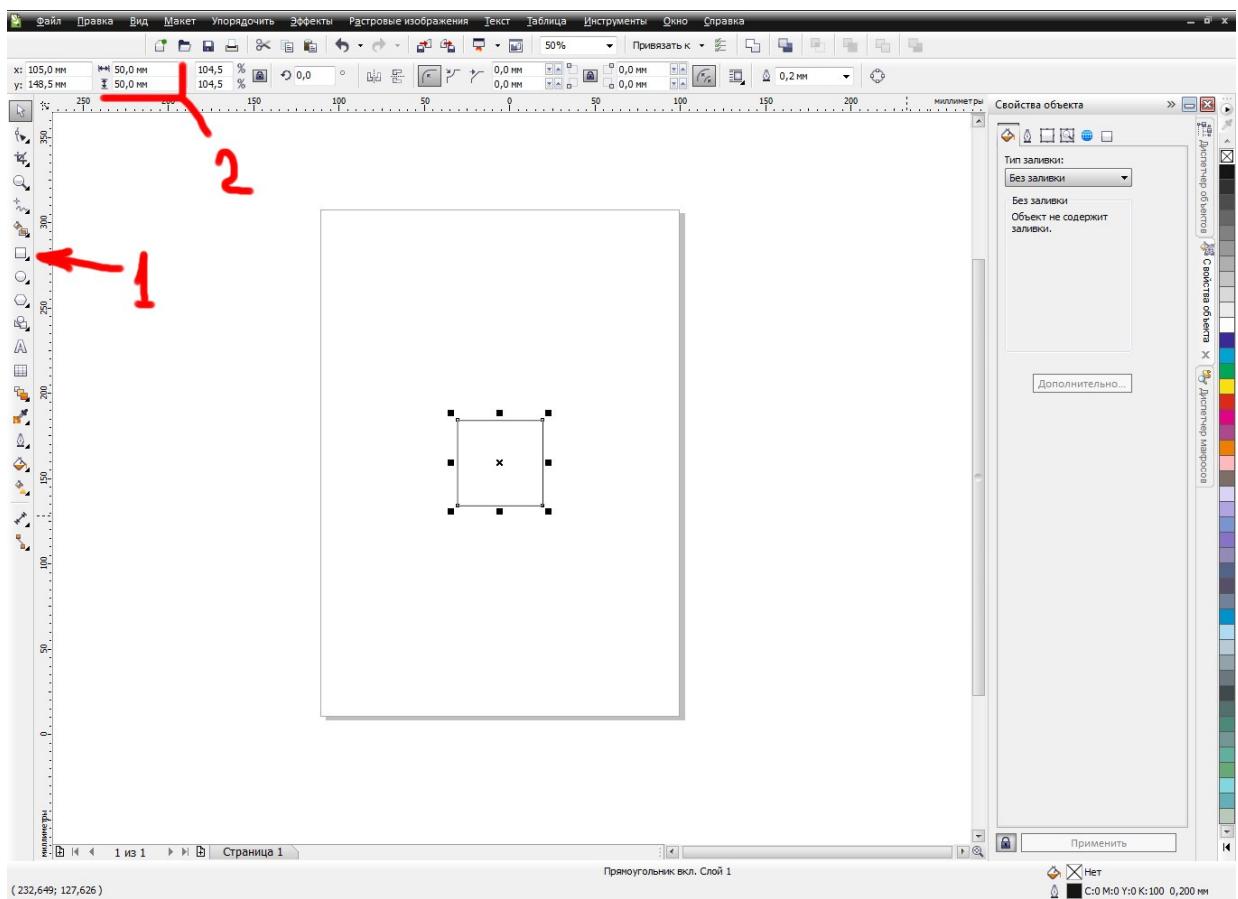


Рисунок 15. Объект «прямоугольник».

Добавим текст, выбрав инструмент «текст» на панеле инструментов.

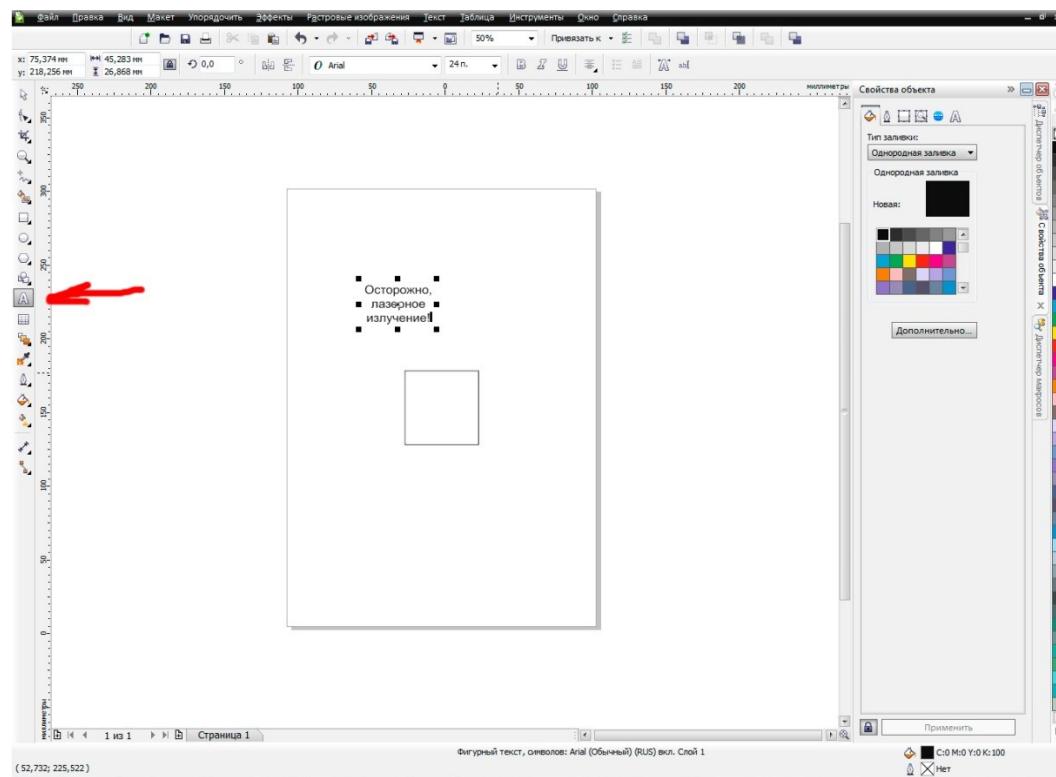


Рисунок 16. Объект «текст».

Так же как и в обычном текстовом редакторе можно изменить шрифт, выбрав его из списка шрифтов, установленных в системе. В нашем случае это шрифт “Impact”.

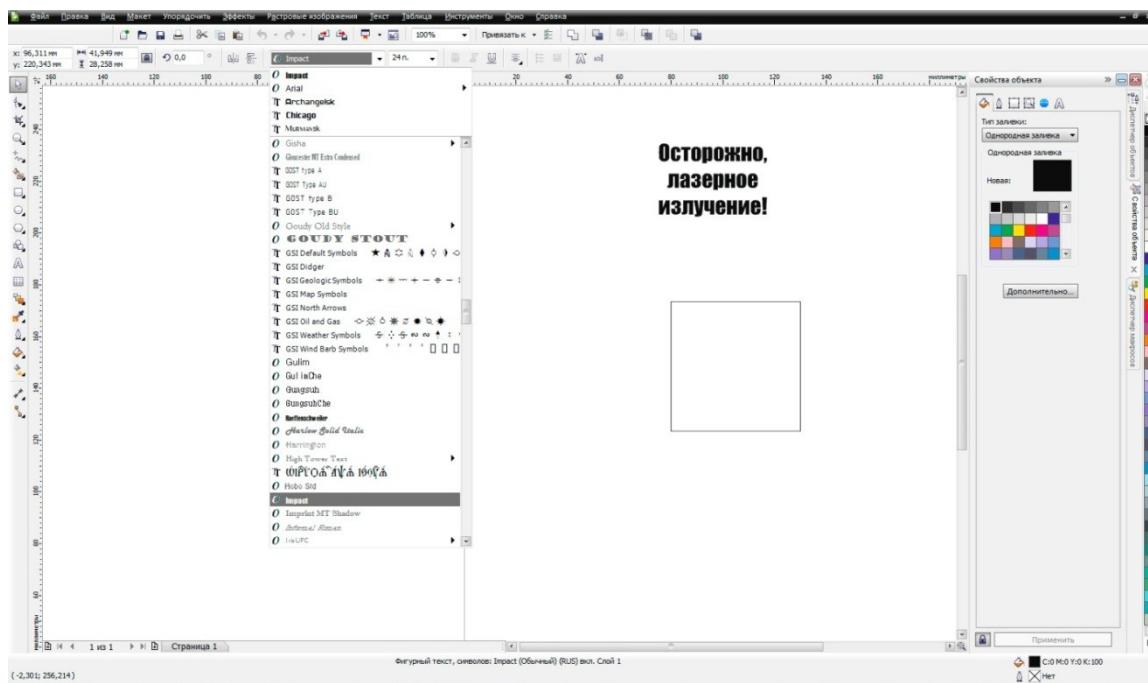


Рисунок 17. Выбор шрифта.

Далее необходимо выровнять текст относительно поля гравировки. Для этого проделаем следующие шаги: сначала выбираем текст, потом с нажатой клавишей “Shift” выбираем прямоугольник (выравнивание объектов производиться относительно последнего выбранного объекта). Нажимаем клавиши “C” и “E” для выравнивания текста по горизонтали и вертикали.

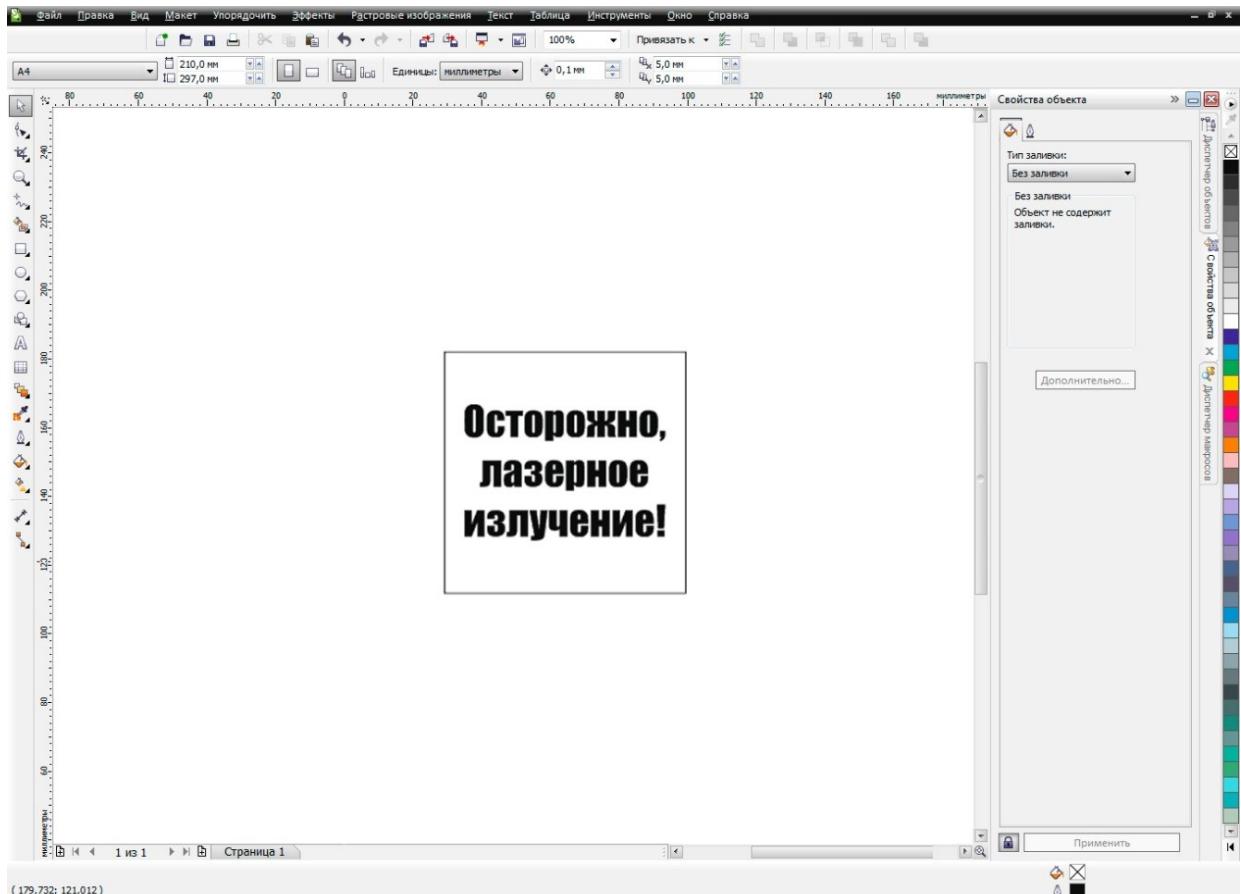


Рисунок 18. Центровка изображения относительно рамки.

Давайте добавим к нашему тексту немного графики. Для начала нужно изменить размер поля гравировки и поднять текст выше, чтобы освободить место для изображения (см рис. 19). Для того, чтобы добавить изображение можно просто перетащить нужный файл на рабочее поле. Для того, чтобы макет был пригоден для гравировки необходимо чтобы он был черно-белый, поэтому желтый треугольник необходимо удалить. Нажмем правой кнопкой мыши по изображению и выберем «разгруппировать объект», либо воспользуемся горячей клавишей «Ctrl+U» (см рис. 20). Теперь можно удалить желтый треугольник, оставив только то, что нам надо. Клавишей «C»

выравниваем знак относительно текста, далее нажимаем клавиши «Ctrl+G» - сгруппировать объект, и теперь объект «текст + знак» выравниваем относительно поля гравировки клавишами «C» и «E». Итоговый макет изображен на рис. 21.

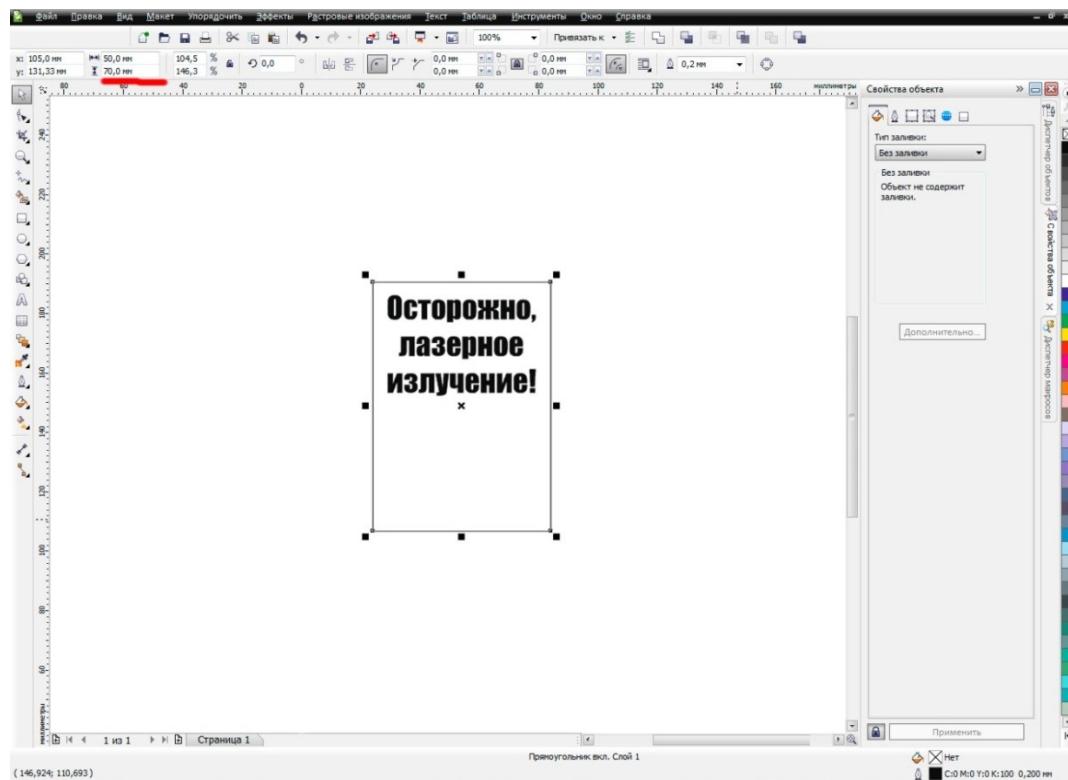


Рисунок 19. Изменение размеров рамки.

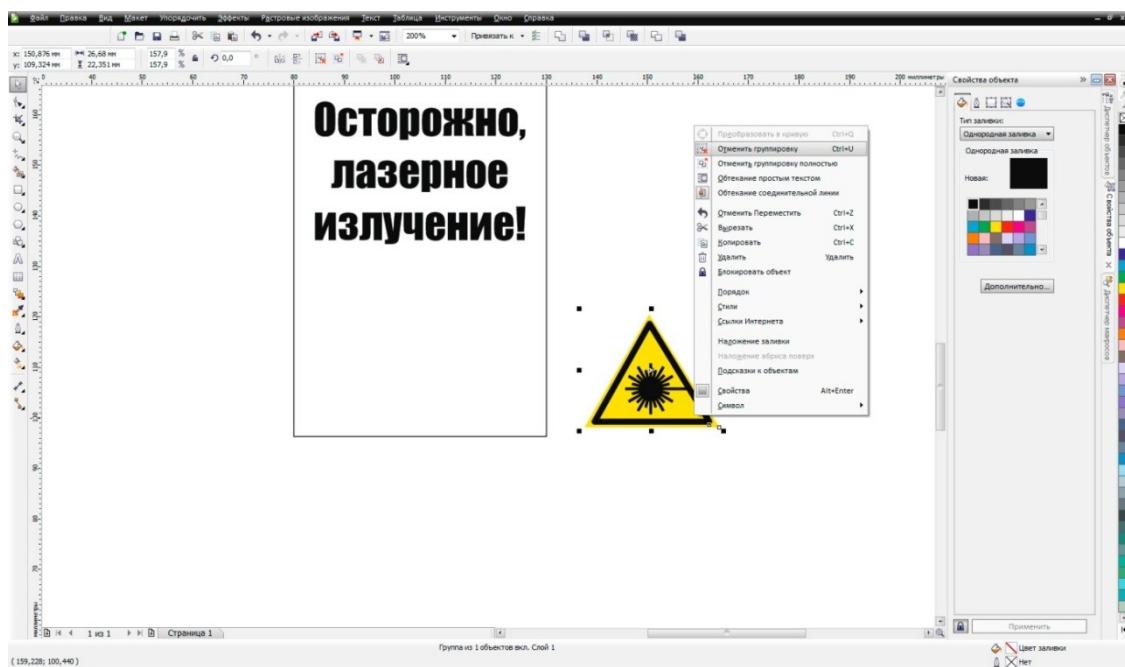


Рисунок 20. Добавление элемента векторной графики.

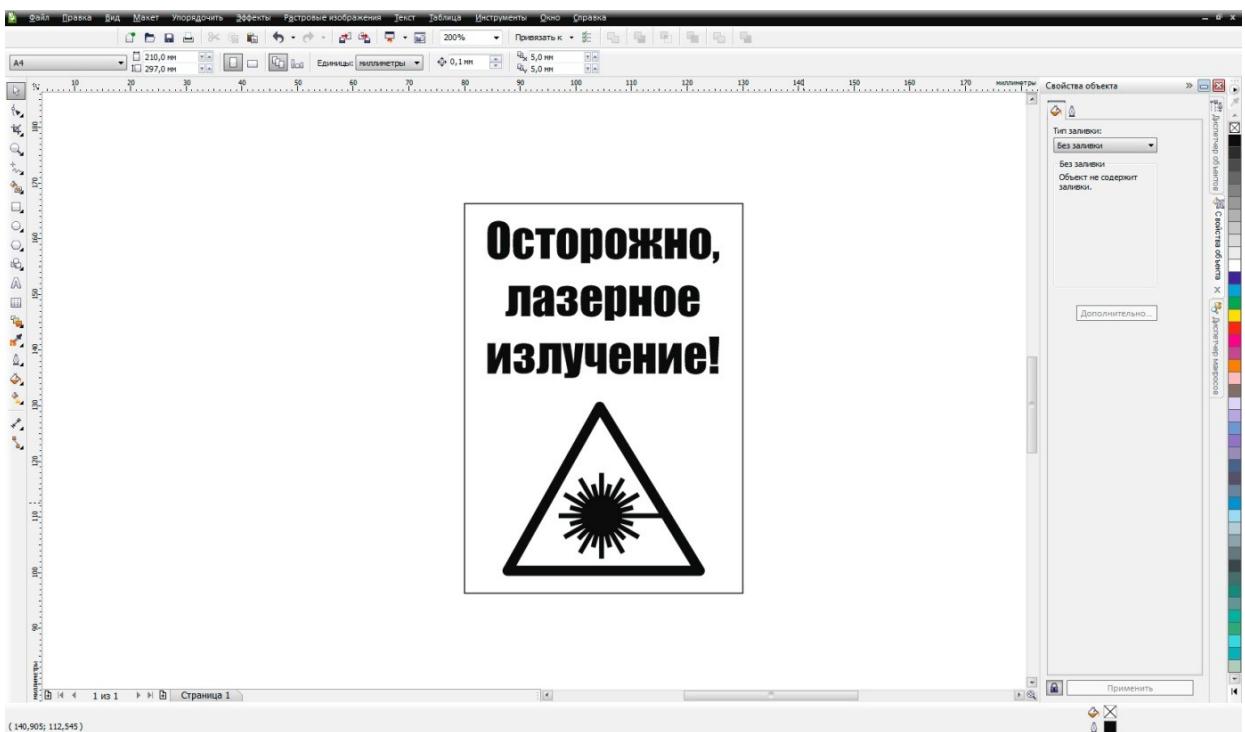


Рисунок 21. Макет готов.

Когда мы будем гравировать сделанный, макет нам уже не нужна будет рамка, которая показывала поле гравировки. Чтобы ее убрать нужно сделать ее толщину равно нулю в соответствующей закладке меню «свойство объекта» (см рис. 22), которое можно вызвать горячей клавишей «Alt+Enter». При импорте макета в программу SinMark (см далее) установка для гравировки будет показывать красным пилотным лазером область гравировки, и мы сможем выставить гравируемое изделие точно так, как нам надо, при этом сама рамка гравироваться не будет.

Теперь макет готов для экспорта. Выбираем весь макет и в меню «файл» нажимаем «экспорт». Экспортировать нужно в формат \*.bmp (см рис. 23). Этот формат «понимает» программа оборудования для лазерной гравировки.

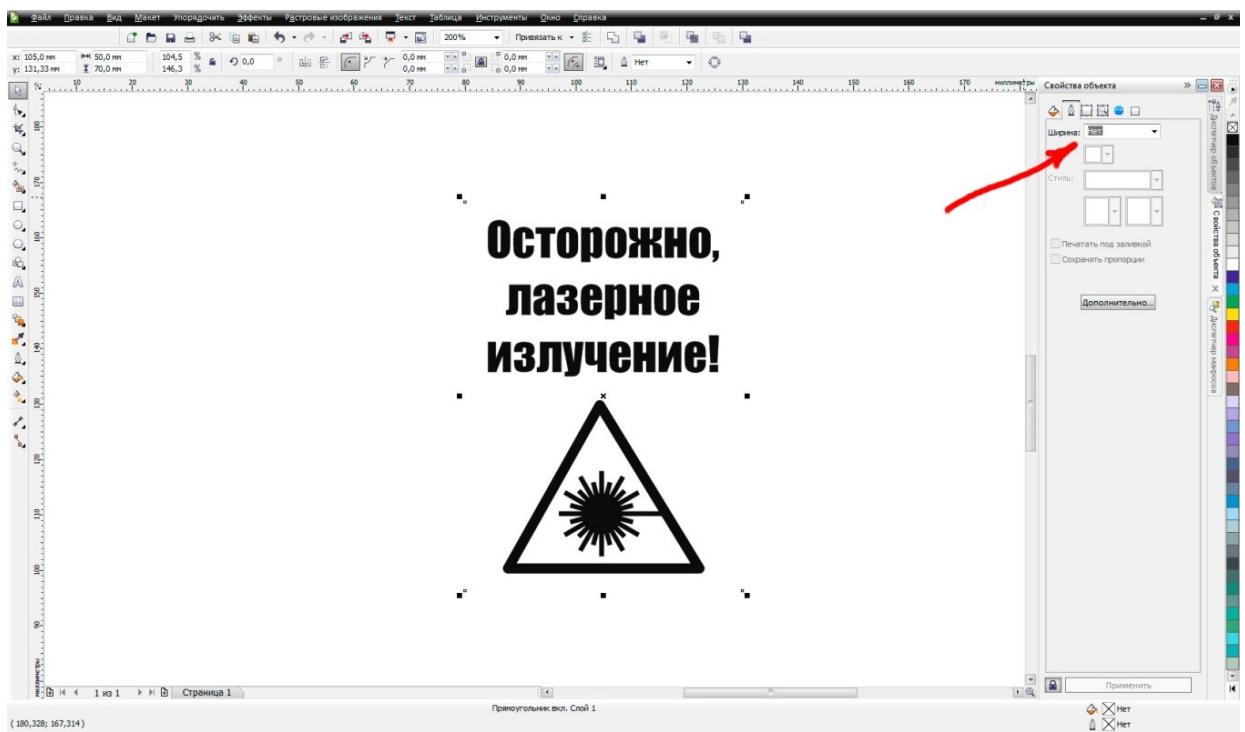


Рисунок 22. Подготовка макета к экспорту.

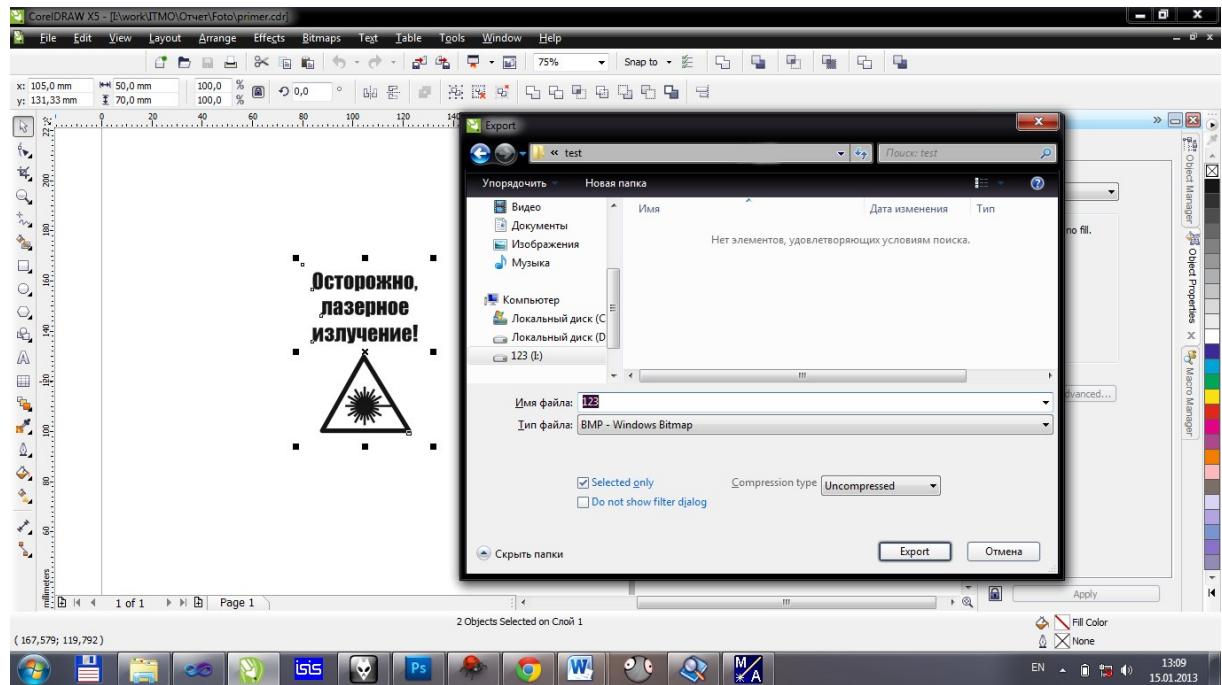


Рисунок 23. Ввод имени файла.

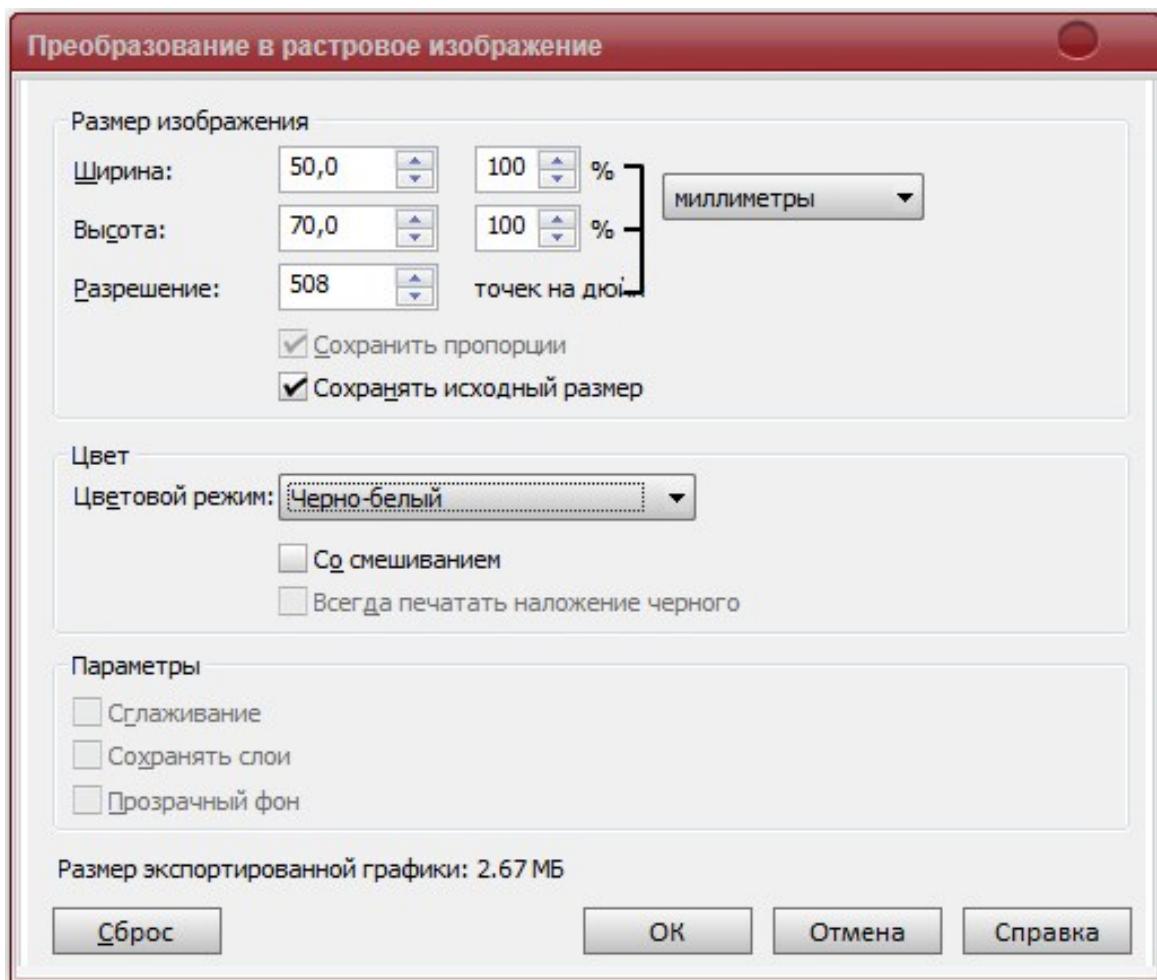


Рисунок 24. Завершение экспорта.

Вводим имя файла, нажимаем «Enter», в появившемся меню выставляем разрешение 508 dpi, цветовой режим «черно-белый» и нажимаем опять «Enter». Файл готов для гравировки, его последующее использование обсудим в следующих главах.

# Глава 4. Практическое руководство по обработке фотографий для гравировки

## Интерфейс (элементы главного окна) графического редактора

При запуске Adobe Photoshop вы увидите главное окно программы, показанное на рис. 25.

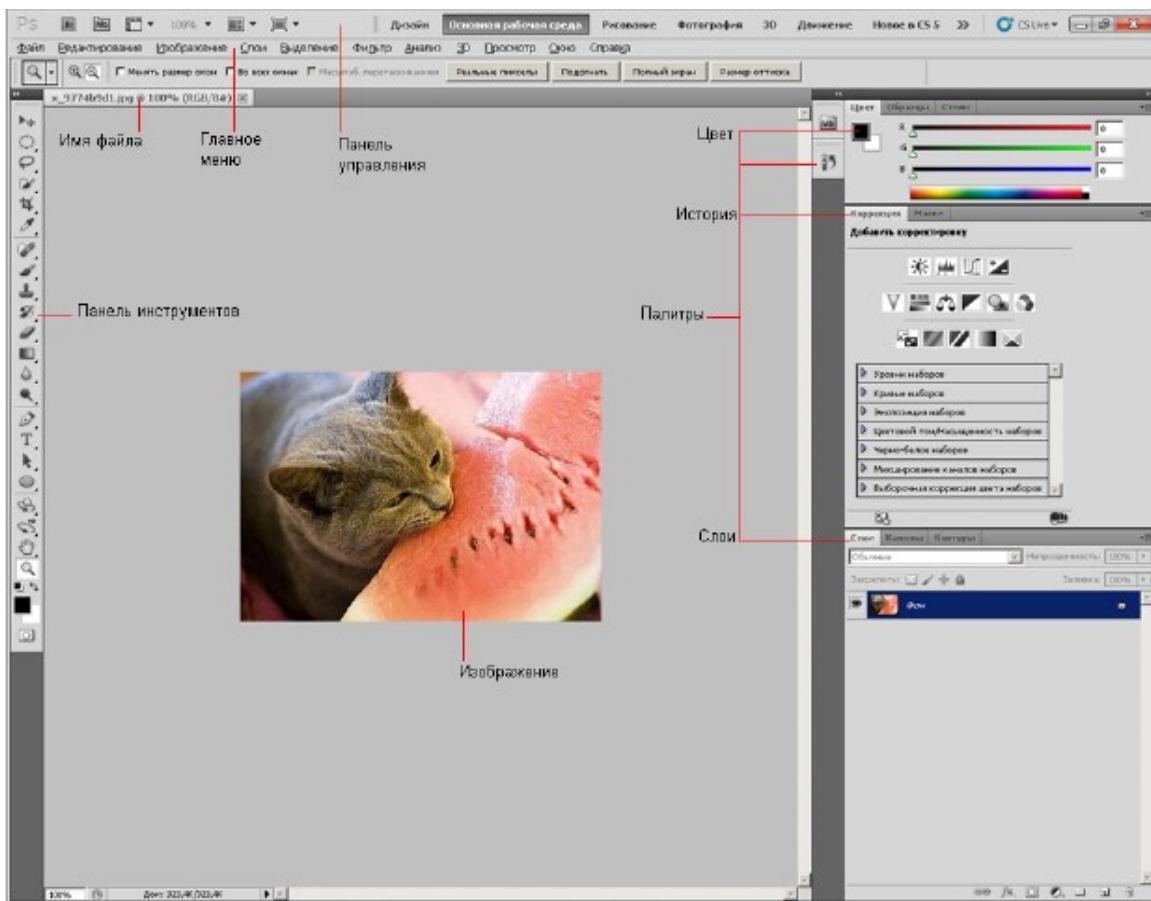


Рисунок 25. Интерфейс Adobe Photoshop CS5.

В верхней части окна **Photoshop** находится **главное меню**, содержащее практически все команды для настройки и осуществления процесса редактирования изображения, а также **панель управления**, которая также предназначена для настройки и запуска множества функциональных возможностей программы - рис. 26.



Рисунок. 26. Панель управления

Главное меню CS5 имеет стандартный вид, который присутствует в аналогичном исполнении не только у большинства графических редакторов, но и вообще у любых программ, созданных для работы на операционных системах семейства Windows - рис. 27.

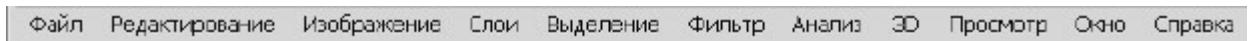


Рисунок 27. Главное меню Adobe Photoshop CS5

Пункт "**Файл**", который содержит основные команды по открытию, созданию, сохранению, закрытию графических документов, а также функции для импорта, печати и т.д.. Этим пунктом меню приходится пользоваться в основном в начале и конце работы, так как большинство его команд связаны с созданием, открытием и сохранением файлов.

Далее идет пункт "**Редактирование**", который содержит команды, предназначенные для выполнения основных операций над изображением, например, такие, как: копирование, вырезание, вставка, заливка, масштабирование, трансформирование и т.д.. Здесь находятся основные команды редактирования, многие из которых есть и в других программах, например, **Undo (Отменить)**, **Paste (Вставить)**, **Copy (Копировать)** и т. д. В конце данного списка находятся команды для настройки клавиатурных сокращений, а также для изменения установок самого Adobe Photoshop CS5.

Следующим идет пункт "**Изображение**". В этом подменю главного меню сосредоточены команды для работы с изображением. Здесь можно задать режим картинки, например, RGB или Grayscale, откорректировать уровни, контраст, изменить размеры фото и многое другое.

Затем идет следующая группа меню - "**Слои**". Команды данного пункта позволяют делать операции со слоями, а именно создавать, удалять, изменять параметры, упорядочивать, объединять и применять различные эффекты.

Команды пункта **"Выделение"** - подменю для создания и редактирования выделений. Позволяют инвертировать выделение, задать цветовой диапазон, уточнить край, а также сохранять и загружать выделенные области.

Команды групп **"Фильтр"** предназначены для налаживания различных эффектов для изображений. Например, выбрав один из фильтров картинку можно размыть, исказить, добавить ей резкости, наложить штрихи и т.д.

Инструмент **"Анализ"** позволяет сделать подробный анализ изображения, например, топографической карты. В **Photoshop Extended** можно определить и рассчитать расстояние, периметр, площадь и другие размеры. Возможность записи нужных данных в вычислительные логи и экспорт этих данных, включая показания гистограммы, в таблицу для дальнейшего анализа. Так, использование **Маркера Масштаба (Scale Marker)** позволяет легко масштабировать добавляемый в изображение графический объект, а инструмент **Счетчик (Count tool)** дает возможность легко и точно рассчитать данные объектов или их деталей в изображениях научного характера. Инструмента **Count tool** устраниет необходимость выполнять вычисления вручную или полагаться на визуальные оценки изменений.

Пункт **"3D"** служит для работы с трехмерными объектами. В CS5 есть возможность простого создания и добавления разнообразных 3D объектов в 2D изображения, возможность редактирования существующих текстур на трехмерных моделях непосредственно в **Photoshop Extended**, немедленная визуализация результата. **Photoshop Extended** поддерживает общепринятые 3D форматы, включая 3DS, OBJ, U3D, KMZ и COLLADA, таким образом, вы можете импортировать, рассматривать и работать с большинством трехмерных моделей.

Пункт "Просмотр" содержит группу команд, позволяющих изменять способ отображения картинки, режима экрана, а также таких дополнительных элементов, как линейки и направляющие.

Команды пункта "Окно" позволяют показывать/скрывать все окна, которые есть в программе.

Заключительным является пункт "Справка". Команды данной группы позволяют открывать документацию по работе с Adobe Photoshop.

### Палитра инструментов

В палитре (ящике) инструментов находятся те инструменты, ради которых, собственно, графический редактор и создавался (рис. 28).

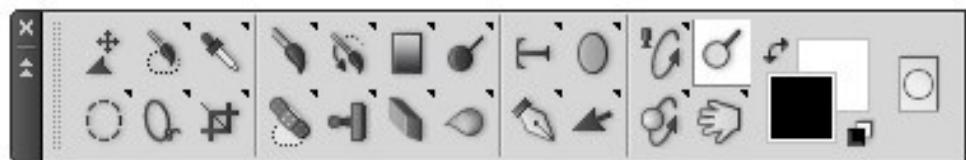


Рисунок 28. Палитра инструментов (повернуто)

Панель инструментов можно сделать одной колонкой или двумя (как обычно). Обратите внимание на то, что на кнопках многих инструментов нарисованы маленькие черные треугольники. Это значит, что за ними скрывается всплывающая панель с дополнительными инструментами, альтернативными основному. Все инструменты Photoshop условно можно разделить на четыре группы:

- инструменты рисования и закрашивания;
- инструменты для выделения и перемещения выделенных областей;
- инструменты редактирования и ретуши изображений;
- текстовые инструменты.

## **Инструментальные средства растровых редакторов**

Особенностью растровых программ (и одним из их отличий от векторных) является широкий спектр разнообразных инструментов редактирования уже готовых изображений с целью улучшения их качества и их обработки под конкретные цели и задачи пользователя. Иначе говоря, растровый редактор, как правило, не создает изображения с нуля. Зато полученный с цифровой видеокамеры или сканера снимок с передержкой можно легко скорректировать, уменьшив интенсивности цветовых значений пикселей. Также, при необходимости красную, зеленую и синюю компоненты можно изменять раздельно, чтобы получить наилучший цветовой баланс. А если изображение снято не в фокусе, то растровый редактор позволит увеличить резкость, и, наоборот, четкие, контрастные изображения можно размыть.

К фундаментальным инструментам растровой графики относятся такие инструменты обработки изображений, как:

- инструменты выделения, каналы и маски;
- инструменты ретуширования;
- гистограммы и кривые;
- инструменты для цветовой (цветовой баланс) и тоновой коррекции (уровни);
- фильтры (спецэффекты);
- слои.

Кроме перечисленных инструментальных средств, в состав растровых редакторов входит большое количество компьютерных инструментов, аналогичных реальным инструментам художника: Аэробраф, Кисть, Карандаш, Ластик, Текст, Перо, Лупа и так далее.

## Выделения

Растровое изображение нелегко разобрать на составляющие его компоненты, поэтому для создания, например, монтажей из отдельных фрагментов изображений каждый из них предварительно необходимо выделить. Такая работа, напоминает вырезание кусков изображений из бумаги ножницами и называется процессом выделения (обтравки) изображений.

Выделение (Selection) - это область, ограниченная замкнутым контуром выделения в виде подвижной пунктирной линии, которая отмечает часть изображения, доступную для редактирования. Выделенная часть изображения становится доступной для обработки командами графического редактора.

### Инструменты выделения в Adobe Photoshop

По принципу формирования выделенных областей все инструменты выделения можно разделить на четыре группы:

- геометрические, то есть использующие для построения выделений разнообразные геометрические формы (прямоугольную, эллиптическую). В Photoshop для этой цели используются четыре инструмента, входящих в состав раскрывающейся панели инструмента **Marquee (Область)** - рис. 29.

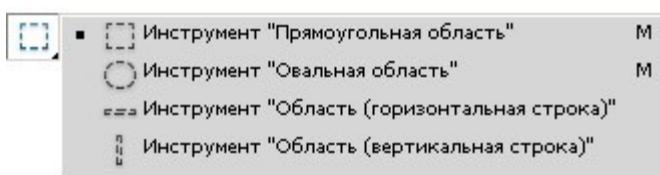


Рисунок 29. Инструменты геометрического выделения в Adobe Photoshop

- инструменты выделения от руки, например, **Lasso (Лассо)**. Такие инструменты используются для выделения объектов сложной формы путем их обводки (рис. 30).

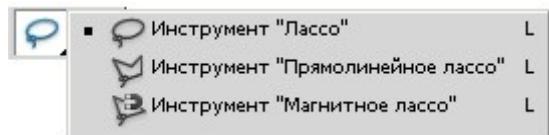


Рисунок 30. Инструменты из группы Лассо.

- инструменты выделения контуров, например, **Pen (Перо)**. Пером можно создать замкнутый контур, который затем легко превращается в выделение (рис. 31).

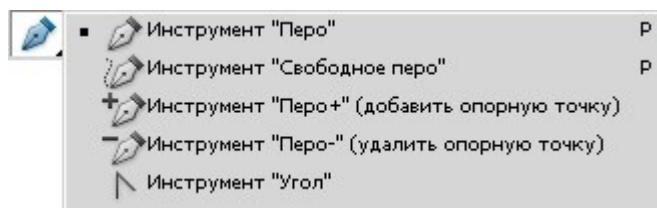


Рисунок 31. Инструменты из группы Перо.

- цветочувствительные инструменты выделения, в которых выделенная область изображения определяется цветом изображения. К ним относятся инструмент Волшебная палочка и ряд команд из меню **Select (Выделение)**. В основе работы этих инструментов лежит назначение двух параметров: базового цвета и диапазона цветов, близких к базовому.

### **Инструменты выделения из группы Лассо**

С помощью инструмента **Lasso (Лассо)** можно вручную обвести область выделения любой формы. Для этого щелкните на пустом месте и ведите указатель, не отпуская кнопки мыши - за ним потягнется линия, повторяющая движение указателя мыши. Когда лассо целиком охватит нужную область изображения, совместите начальную и конечную точки и отпустите кнопку мыши. Создание выделения будет завершено.

Если выделение можно сделать посредством прямых линий, то вам на помощь придет второй инструмента этой группы - **Polygonal Lasso** (**Прямолинейное лассо**).

Для точной обводки объекта удобно применять полуавтоматический инструмент называемый **Magnetic Lasso** (**Магнитное лассо**). Однако он хорошо работает только в случае наличия четких границ между растровыми объектами. Работа этого инструмента основана на способности программы находить место наибольшего контраста. То есть, вы обводите контур объекта, а программа в заданных пределах коридора, по которому прошел указатель, находит место наибольшего контраста и проводит там линию выделения.

По мере того, как вы ведете контур объекта, щелкая мышью, на линии выделения появляются все новые точки. Если ваша рука дрогнула и программа проведет выделение неточно, то верните указатель мыши до места, где линия пошла не туда, затем нажмите на клавишу **Delete**. Ошибочная часть траектории будет удалена.

Основные настройки магнитного лассо:

- в поле **Feather** (**Растушевка**) можно установить значение данного параметра в пределах от 1 до 250 пикселей. Это нужно, чтобы смягчить слишком резкий край объекта, при выделении: приграничные пиксели фона и объекта как бы перемешиваются (размываются);
- флажок **Anti-alias** (**Сглаживание**) нам уже знаком;
- в свитке **Width** (**Ширина**) задается ширина коридора, в котором программа автоматически ищет границу между объектами. Для малоконтрастных объектов вам придется уменьшить эту ширину до

нескольких пикселей и более тщательно прокладывать путь для магнитного лассо. Для контрастных объектов коридор может быть шире и работать можно быстрее;

- в поле **Contrast (Контраст)** выберите минимальный контраст между цветами, чтобы программа сочла его границей. По умолчанию задано значение 10 %;
- величина **Frequency (Частота)** определяет, насколько часто программа расставляет фиксированные точки. Чем больше объект, тем больше можно сделать эту величину.

Особо стоит сказать о кнопке **Refine edge (Уточнить край)**. В Photoshop CS5 вы можете использовать **Refine Edge** для получения хорошего чистого края выделения, без шума, неровностей и смазанностей. Инструмент является аналогом каналов и масок, но работает быстрее, а устроен проще.

Инструменты группы **Лассо** в основном применяют для создания выделений на неоднородном фоне. Если фон однороден, то удобнее использовать инструмент **Magic Wand (Волшебная палочка)**. Результат выделения этим инструментом во многом зависит от настройки инструмента по параметру **Tolerance (Допуск)**. Он задает цветовой диапазон выделения **Волшебной палочкой**, то есть то, насколько может отличаться оттенок от заданного цвета, чтобы его сочли тем же самым цветом. В свитке **Tolerance (Допуск)** по умолчанию задано значение 32.

Вообще значение допуска может лежать в диапазоне от 0 до 256 (по числу оттенков, которое может передать полутоновое изображение). Когда Photoshop сравнивает цвета соседних пикселей, на самом деле он сравнивает

их яркости во всех каналах. Если разница между яркостями пикселей меньше допуска, он считает, что они одного цвета.

Если флажок **Contiguous** (**Смежные пиксели**) на панели свойств установлен, то Photoshop выделяет только одну неразрывную область. Программа проверяет пиксели, граничащие с пикселем, на котором вы щелкнули. Найдя среди них пиксели того же цвета, она проверяет их соседей, и так далее. Когда она обнаружит, что выделенная область окружена пикселями другого цвета, поиск прекратится. Если флажок **Contiguous** (**Смежные пиксели**) снят, то Photoshop проверяет все пиксели изображения, независимо от того, граничат они с первым пикселем или нет. В итоге выделяются все области, и даже отдельные пиксели того же цвета. Иначе говоря, **Волшебная палочка** в режиме **Contiguous** (**Смежные пиксели**) выделяет соседние пиксели похожего цвета. Степень близости оттенков одного цвета определяется параметром настройки **Tolerance** (**Допуск**).

При работе, как со всеми видами лассо, так и с волшебной палочкой на панели управления по умолчанию установлен флажок **Anti-alias** (**Сглаживание**). В этом режиме в местах, где граница выделения проходит наклонно, выполняется сглаживание, чтобы ступеньки наклонной линии стали менее заметны. Как правило, этот флажок следует оставлять и не снимать его.

И с **Лассо**, и с **Волшебной палочкой** возможны логические (булевы) операции с выделенными областями (сложения, вычитания и пересечения областей). Подобные команды вы можете выполнить не только посредством этих кнопок, но и используя клавиши клавиатуры.

Инструмент **Quick Selection** (**Быстрое Выделение**) расположен в одной группе с **Волшебной палочкой**, но в отличие от нее позволяет производить быстрое выделение объекта на неоднородном фоне. Пользоваться этим инструментом очень просто. Выбирается **Brush** (**Кисть**)

подходящего размера, соизмеримого с выделяемым объектом. Нажмите мышкой на выделяемой место, затем перейдите на новый участок вашего изображения и вновь щелкните на другой области. Вы увидите, как выделение охватит и эту область тоже. Выделение получается не ручным, а автоматическим. Точность настройки границ выделения достигается использованием инструмента **Refine edge (Усовершенствованные Края)**.

Стоит отметить, что в ящике инструментов Photoshop имеется блок управления цветом. Этот инструмент выглядит как черный и белый



квадраты, наложенные друг на друга. Если щелкнуть на нем мышью, то увидим следующее (рис. 32).

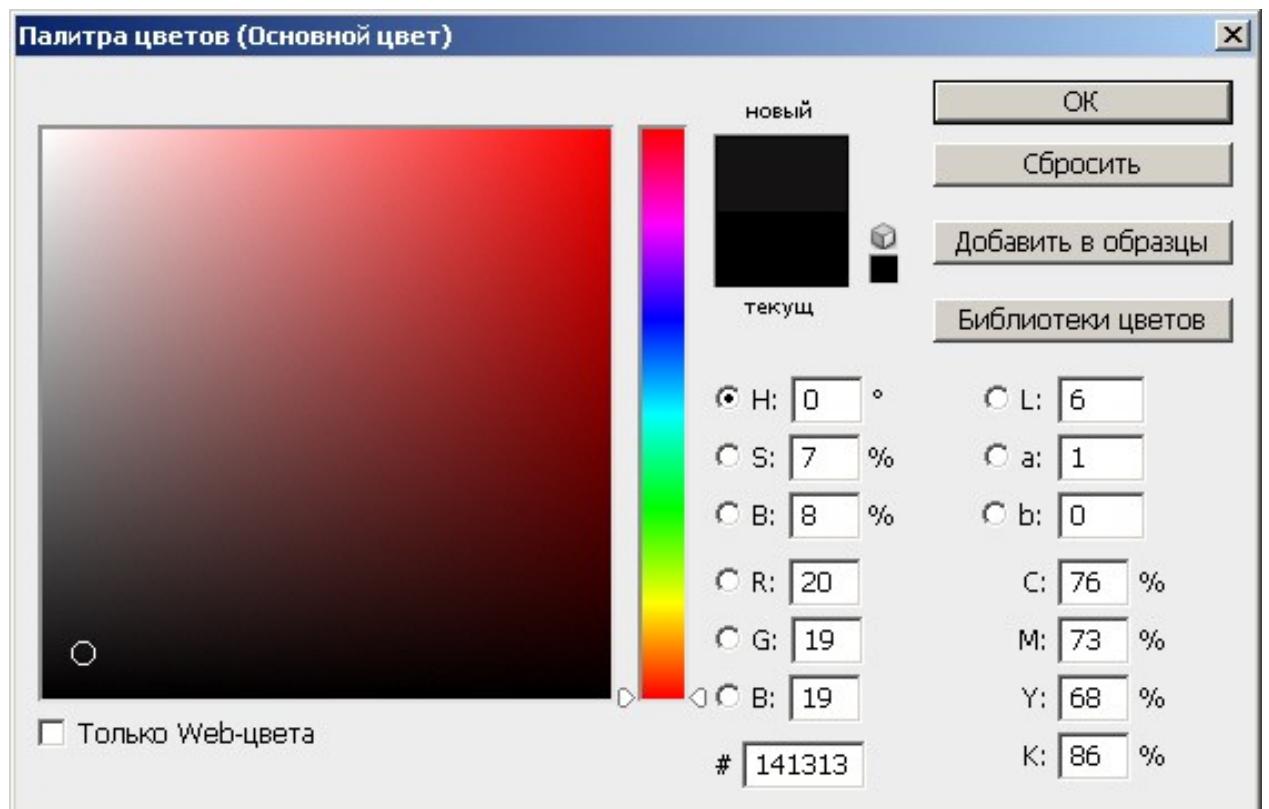


Рисунок 32. Блок управления цветом на панели инструментов Adobe Photoshop

По умолчанию цвет фона - белый (нижний квадрат), а основной - черный (верхний квадрат). Если щелкнуть по одному из этих квадратов, то на

экране появиться палитра выбора цветов, в которой можно задать новый цвет переднего или заднего плана. Если щелкнуть на маленькие квадратики в нижнем левом углу, то произойдет сброс назначенного пользователем цвета и вернется цвет по умолчанию. Если нажать на маленькую двунаправленную стрелочку в верхнем углу - цвет фона и основной поменяются местами.

### Кисть и карандаш

Для рисования линиями в программе имеются специальные инструменты (рис. 33). Все они используют при рисовании основной цвет (цвет переднего плана), но создают линии разной толщины и фактуры.

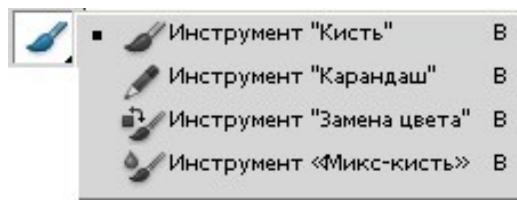


Рисунок 33. Инструменты Кисть и Карандаш

Инструменты Pencil (Карандаш) и Paintbrush (Кисть) вы можете взять непосредственно из ящика инструментов. Инструмент Airbrush (Аэрограф) - это разновидность кисти в режиме аэробографа и выбирается Аэробраф на палитре атрибутов инструмента Кисть. Все три инструмента рисуют разные линии: карандаш рисует линию с четкими краями, кисть всегда более или менее размыта, аэробраф производит серию мелких пятнышек-брзг.

Электронными инструментами можно рисовать также, как и реальными, но есть и особенности. Если вы хотите кистью или карандашом сделать прямую линию, то, щелкните, а затем отпустите кнопку мыши в ее начале и, держа нажатой клавишу Shift, щелкните в ее конце. Если вести линию мышью при нажатой клавише Shift, она будет идти строго горизонтально или вертикально (рис. 34). Если вы для рисования в Photoshop

подключите графический планшет, то можно будет рисовать каллиграфически (с нажимом).

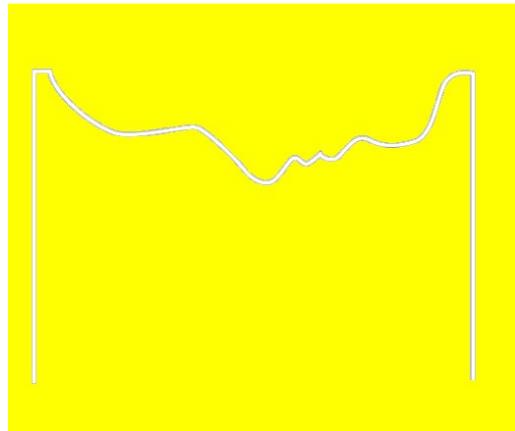


Рисунок 34. Примерно так рисуют цифровой кистью

Форма кисти, то есть форма следа, который кисть оставляет за собой, выбирается в палитре (свитке) кистей на панели атрибутов этого инструмента (рис. 35). На этой палитре можно поменять **Diameter** (Диаметр) кисти (в пикселях) и ее **Hardness** (Жесткость), то есть степень размытия следа кисти. Нужно знать, что если кисть имеет эллиптическую форму, то диаметр определяет ее большую ось, а чем меньше жесткость, тем больше размытие кисти.

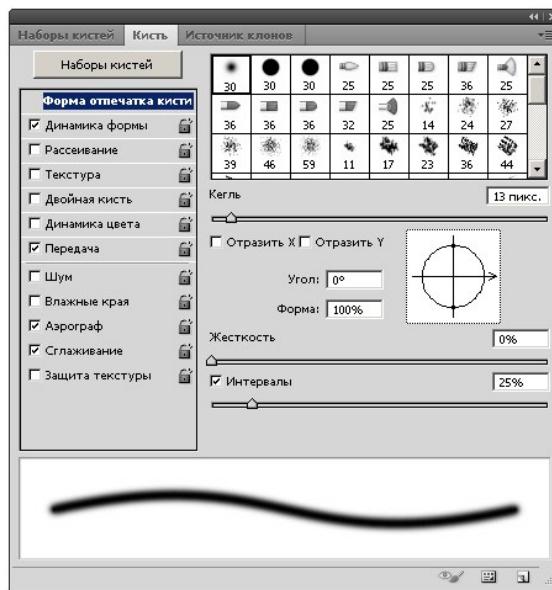


Рисунок 35. Вкладка Brush (Кисть) на Панели атрибутов для кистей

С помощью кнопки **Наборы кистей** можно загрузить в программу новые кисти, флагки позволяют включить, для выбранной вами кисти режим **Wet Media Brushes (Влажные края)**, когда рисунок получается как бы нарисованным на мокрой бумаге или, например, переключить кисть в режим аэробрафа.

### Другие кисти

В Adobe Photoshop есть много различных кистей, но не все из них относятся к инструментам рисования. Так, например, инструмент **History Brush Tool (Архивная кисть)** можно использовать как способ отмены операций, т.е. для восстановления фрагментов различных прошлых состояний изображения (рис. 36). Эта кисть возвращает состояние изображения назад по его истории. По своему функционированию инструмент аналогичен команде **Undo (Отменить)**, но имеет более широкий спектр возможностей. Инструмент **Art History Brush Tool (Архивная художественная кисть)** делает то же самое, но при этом она может несколько видоизменять изображение, заполняя изображение стилизованными мазками.

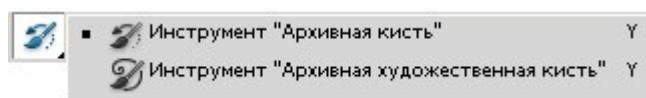


Рисунок 36. Архивные кисти.

Другая группа кистей предназначена для восстановления более раннего состояния изображения (рис. 37). Это кисти для ретуширования изображений.

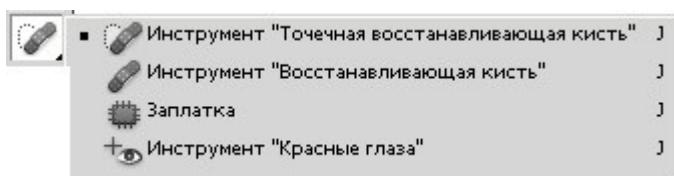


Рисунок 37. Подгруппа инструмента Восстанавливающая кисть.

**Healing brush Tool (Восстанавливающая кисть)** в ручном режиме, а **Spot Healing Brush Tool (Точечная восстанавливающая кисть)** в автоматическом режиме корректируют изображение с учетом цвета и структуры рисунка. **Patch Tool (Заплатка)** ставит заплатки на изображение и как и **Healing brush** делает это с учетом цвета и структуры изображения (аналог клонирующего штампа). **Red Eye Tool (Замена цвета)** заменяет выбранный цвет на корректирующий. Например, убирает "красные глаза" на фотографии.

### Рисование ластиком

Ластик тоже можно отнести к инструментам рисования и этот инструмент существует в трех разновидностях (рис. 38).

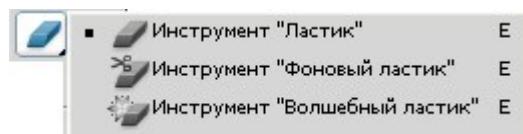


Рисунок 38. Инструменты группы Ластик

**Eraser Tool (Ластик)** - рисует фоновым цветом в однослоином изображении, на фоновом слое многослойного изображения или на слое, для которого заблокирована прозрачность. На остальных слоях делает прозрачными те пиксели, по которым он проходит. Ластик может рисовать, как **Brush (Кисть)**, **Pencil (Карандаш)** или **Block (Блок)**, причем форму и размер кисти вы можете выбирать так же, как и для этих инструментов. Кроме того, он может удалять изображение квадратными блоками размером в 15 экранных пикселей.

Режим работы ластика выбирается на панели его свойств в свитке **Mode (Режим)** - рис. 39. Величина непрозрачности означает степень удаления цвета. Задается она с помощью ползунка **Opacity (Непрозрачность)**. При 100 %-ной непрозрачности, цвет удаляется полностью, в результате чего получается чистый фоновый цвет или

полностью прозрачный пиксель. Что такое **Flow (Нажим)** уже говорили. Если установить флажок **Erase to History (Восстановить историю)**, а затем провести ластиком по изображению, то во всех режимах можно стирать изображение до состояния, записанного в палитре **History (История)**.

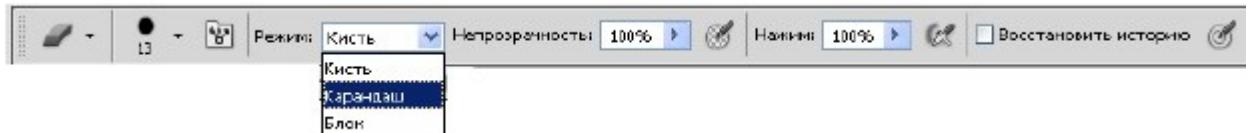


Рисунок 39. Атрибуты настройки ластика.

**Magic Eraser Tool (Волшебный ластик)** - работает по тому же принципу, что и волшебная палочка: находит пиксели того же цвета, на котором вы щелкнули, и окрашивает их фоновым цветом или делает прозрачными, в зависимости от слоя. Для настройки волшебного ластика вы можете менять диапазон цвета в поле **Tolerance (Допуск)**, включать и выключать сглаживание с помощью флажка **Anti-aliased (Сглаженный)**.

**Background Eraser Tool (Фоновый ластик)** - представляет собой гибрид обычного и волшебного ластика. Он тоже сравнивает цвета с цветом пикселя, на котором щелкнули, и делает пиксели этого цвета прозрачными (внутри кисти). Как правило, он используется, чтобы обрабатывать края объектов. Этот режим работы ластика находится в списке **Ограничения**. Во время работы с фоновым ластиком можно включить режим, при котором основной цвет остается неизменным, даже если он окажется в центре указателя. Для этого установите флажок **Foreground Color (Основной цвет)**.

## Маски

Термины "маска" и "выделение" взаимосвязаны: выделенная область доступна для редактирования, а область изображения закрытая маской от редактирования защищена.

Маски - это один из базовых инструментов профессиональных растровых редакторов. Всякая маска включает в себя два типа областей:

непрозрачные и прозрачные. Первые (непрозрачные) используются для защиты закрываемых ими частей изображений или объектов от нежелательных изменений. Они, собственно, и выполняют функцию маскирования. Прозрачные области можно рассматривать как отверстия в маске. Их используют для выделения фрагментов изображения или объекта, которые собираются модифицировать.

Маска является изображением, которое создается в модели **Grayscale (Градации серого)** и помещается поверх другого изображения, защищая его от изменений. Для любого пикселя маски значение оттенка серого цвета можно изменять в пределах 256 градаций серого (от 0 до 255). Область маски со значением цвета пикселей, равного 0 (черный), полностью защищает изображение от изменений (она и служит маской). Область, пиксели которой имеют значение 255 (белый), полностью открыта для проведения изменений. Остальная (серая) часть маски частично прозрачна.

## Каналы

В растровом редакторе есть два типа каналов: цветовые и альфа-каналы. Количество цветовых каналов определяется количеством базовых цветов в используемой цветовой модели. Так, изображение в формате Grayscale имеет один канал, в цветовой модели RGB - три канала, а в модели CMYK - четыре канала. В Photoshop доступ к ним реализуется с помощью палитры **Channels (Каналы)**, для отображения которой необходимо выбрать команду **Window (Окно) | Channels (Показать каналы)** - рис. 40.

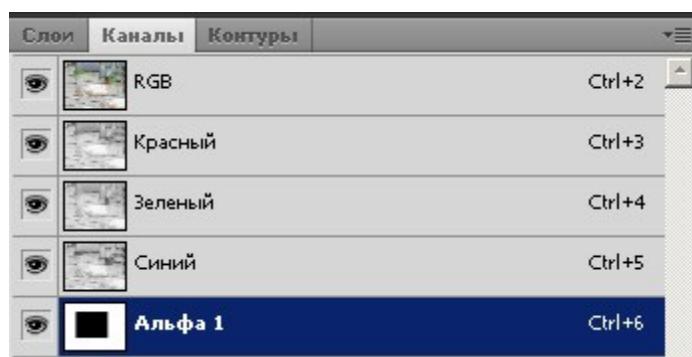


Рисунок 40. Палитра Каналы растрового редактора Adobe Photoshop

Наряду с цветовыми каналами в растровых редакторах возможно использование альфа-каналов, тесно связанных с понятием маски - каждый такой канал представляет собой маску. Говоря иными словами, создание маски приводит к одновременному и автоматическому созданию альфа-канала, в который помещается изображение этой маски. Для работы с альфа-каналами предусмотрен ряд инструментальных средств, доступ к которым осуществляется с помощью набора кнопок, размещенных в нижней части палитры **Channels (Каналы)**.

## **Фильтры**

Фильтры представляют собой небольшие программы, которые (подобно макросам и скриптом) выполняют заранее установленную последовательность команд. При этом они автоматически вычисляют значения и характеристики каждого пикселя изображения и затем модифицируют их в соответствии с новыми значениями. Большинство фильтров (filters) предназначено для имитации реальных эффектов. Например, группа художественных эффектов позволяет имитировать самые разнообразные виды живописи (масло, акварель и т. п.) и стили разных художников. Большинство современных графических программ поддерживает подключаемые фильтры других фирм (plug-ins). Их использование расширяет функциональные возможности графического редактора.

## **Делаем рамку для фото фильтрами**

Вероятно, что слово "альфа канал" все же пока вам не понятно и пугает вас. Тем не менее, в этом примере мы увидим, что даже не умеющий работать в Photoshop пользователь может легко и быстро создать альфа-канал и маску. А пошаговая инструкция для этого будет такая:

Командой **Файл | Открыть** загрузите в программу любое изображение из имеющихся в вашем компьютере.

Найдите среди инструментов геометрического выделения инструмент **Rectangular Marquee (Прямоугольная область)** и выделите им на изображении прямоугольную область (рис. 41).

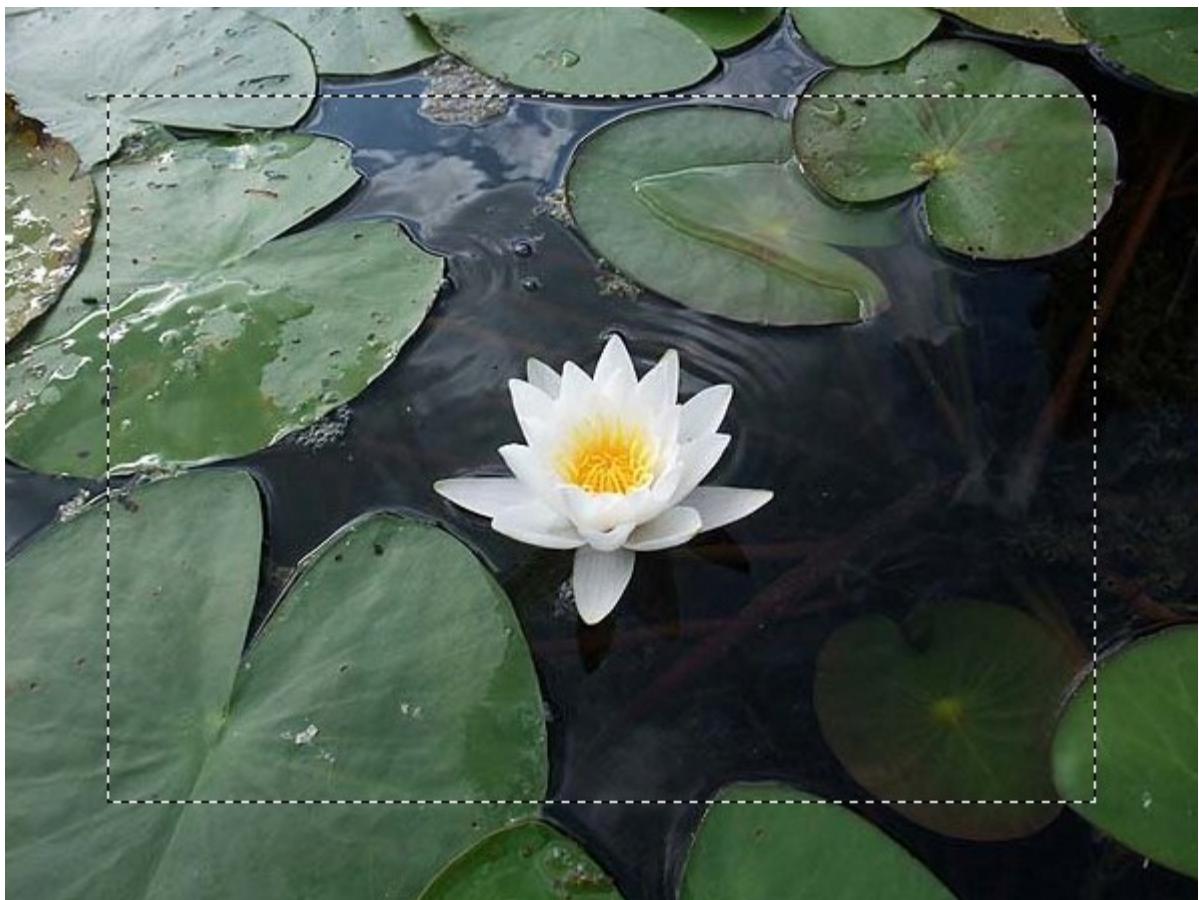


Рисунок 41. На изображении выделена прямоугольная рамка

Выполните команду **Select (Выделение) | Inverse (Инвертировать выделение)**. Теперь выделенная и защищенная области поменялись местами: функции выделенной области выполняет рамка, а бывшее прямоугольное выделение становится не редактируемым.

Примените к выделению какой-либо фильтр, например, командой **Фильтр | Текстура | Витраж**. В результате прозрачная часть маски будет

деформирована фильтром и образует художественную рамочку для нашей фотографии.

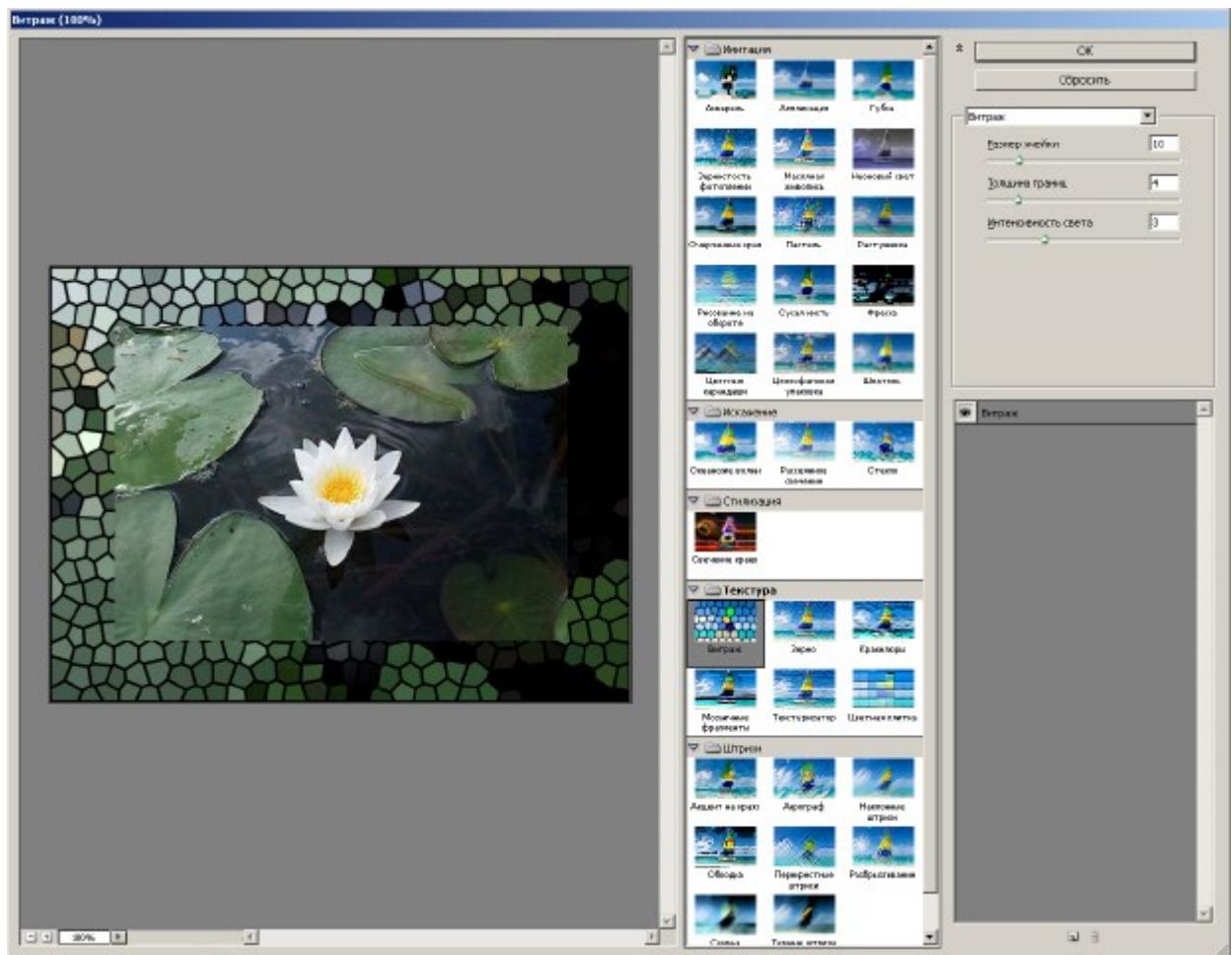


Рисунок 42. Применение к выделению фильтра Витраж

Для завершения примера снимите выделение с помощью команды **Select (Выделение) - Deselect (Убрать выделение)**.

Подобным приемом можно создавать фоторамки различной толщины и узора, а если выбрать не прямоугольное выделение, а овальное, то рамки круглые и овальные (рис. 43).



Рисунок 43. Овальная рамка с помощью фильтров Photoshop

### Инструменты ретуширования

Ретушь (retouch) - коррекция изображения с целью устранения мелких дефектов, исправления тонального и цветового балансов. Традиционно инструменты ретуширования изображений предназначены для восстановления поврежденных изображений, например, для ретуши фотографий. Для дизайнеров в области рекламы основной целью ретуширования является украшение изображения, придание ему большего товарного вида. При ретуши обычно удаляются дефекты изображения (дефект "красные глаза", морщины на лице и так далее) и добавляются детали, украшающие изображение (элементы фотомонтажа, виньетки, текст и другие).

## Инструменты ретуширования в Adobe Photoshop

Инструменты клонирования (Cloning Tools) предназначены для копирования деталей из одного места изображения (неповрежденного) в другое (поврежденное). Типичным примером такого инструмента является **Stamp (Штамп)**. Клонирование штампом рекомендуется применять для удаления царапин и пятен - рис. 44.

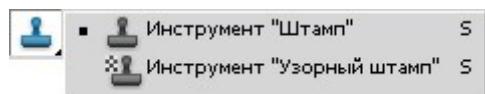


Рисунок 44. Инструменты группы Штамп

Инструменты размытия (Blur) и повышения резкости (Sharpen) позволяют соответственно локально снижать или усиливать контраст между пикселями изображения - рис. 45. Так, локальное ослабление нежелательных дефектов кожи человека (морщин, шрамов) маскирует их. Однако если дефекты значительные (крупная родинка, татуировка), то их лучше убирать не инструментами размытия, а штампом. Инструмент **Smudge (Палец)** сглаживает различия между соседними участками изображений, смягчая их границы. Это может быть важно, например, на границах фотомонтажа: если края вклеиваемого в монтаж объекта пройти инструментом **Палец**, то он более естественно впишется в фон.

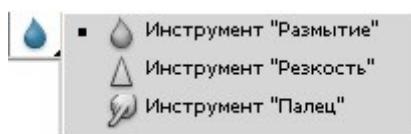


Рисунок 45. Инструменты локального размытия и резкости

Инструменты **Dodge (Осветлитель)** и **Burn (Затемнитель)** делают объекты более светлыми или более тусклыми. Эти средства предназначены для локальной (местной) коррекции освещенности или изменения значения яркости, чтобы выделить или скрыть некоторые детали - рис. 46.

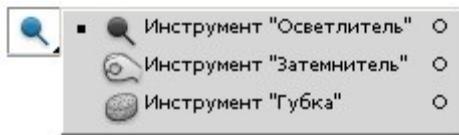


Рисунок 46. Инструменты локального изменения яркости изображения

Фильтры Adobe Photoshop служат для применения к изображению специальных эффектов, то есть они меняют изображение по специальному алгоритму. Несколько фильтров можно использовать для решения задач ретуширования:

- посредством фильтров **Нерезкое маскирование (Unsharp mask)** и группы **Фильтры усиления краев (Edge-Sharpening filters)** можно повышать контраст и подчеркивать детали изображения. Локальное использование их для целей ретуширования позволяет усилить одни детали изображения по сравнению с другими;
- группы фильтров **Размытия (Blur)** и **Смягчения (Soften)** позволяют удалять дефекты сканирования и сглаживать второстепенные детали;
- за счет добавления шума в небольшую выделенную область с помощью фильтра **Добавление шума (Noise)** можно скрыть некоторые дефекты изображения (замаскировать нарушающие гармонию детали изображения).

### **Тоновая коррекция изображения. Уровни и гистограммы**

В компьютерной графике тон это уровень (оттенок) цвета. Тоновое изображение имеет непрерывную шкалу градаций серого от белого до черного. Для одного цвета число таких градаций (ступеней) в цветовой модели RGB равно 256 (8 бит).

Смысл тоновой коррекции фотоизображения состоит в придании фотографии максимального динамического диапазона за счет настройки яркости и контрастности изображения. Для оценки и коррекции яркости и

контрастности изображения (его тоновой коррекции) в редакторе используются **гистограммы**.

Гистограмма - столбчатая диаграмма, отображающая количество пикселей изображения (по вертикали), имеющих заданный уровень яркости (по горизонтали). В другой формулировке гистограммой называется график, отображающий распределение пикселей изображения по яркости. При построении этого графика по оси X откладываются значения яркостей в диапазоне от 0 (черный) до 255 (белый), а по оси Y - количество пикселей, имеющих соответствующее значение яркости.

Специалисту в компьютерной графике анализ гистограмм позволяет понять, какие тоновые области изображения нуждаются в коррекции, и в какой именно (рис. 47).



Рисунок 47. Изображение и его гистограмма

При рассматривании гистограмм на светлом фотоизображении основная горка пикселей смешена вправо, на темном - влево, а в нормальном изображении она находится посередине гистограммы.

В светлом изображении все объекты ярко высвечены. Примером таких изображений могут служить фотографии ярко освещенных светлых предметов. Области теней и средних тонов таких изображений обычно содержат мало информативного материала и не представляют интереса.

В темном изображении многие важные детали скрыты (теряются) в теневых областях. Средние тона и света выделены слабо. Такие изображения получаются при фотосъемке в условиях недостаточной освещенности.

Нормальные изображения характеризуются наивысшим качеством, то есть равномерным распределением тонов по всем трем областям: светам, средним тонам и теням.

Итак, гистограммой называется график, отображающий распределение пикселей изображения по яркости. Инструмент **Гистограмма (Histogram)** позволяет оценить динамический диапазон изображения, то есть разницу между его самым ярким и самым темным участком (разброс между минимальной и максимальной яркостью изображения). Другими словами, с помощью гистограммы вы также можете определить, какие тоновые области доминируют: тени (темные области), света (светлые области) или средние тона. В Adobe Photoshop проверка динамического диапазона изображения выполняется командой **Изображение | Коррекция | Уровни**.

В Adobe Photoshop инструментом коррекция гистограммы является инструмент **Уровни (Levels)**. С помощью Уровней (за счет изменения яркости и контрастности изображения) можно изображение сделать более светлым или более темным, то есть улучшить его динамический диапазон. Иначе говоря, с помощью гистограмм вы можете оценить качество

изображения, а с помощью уровней это качество улучшить. Для работы с гистограммой в уровнях имеется инструмент **Установка точки черного**, инструмент **Установка точки серого** и инструмент **Установка точки белого**. В соответствии с гистограммой тоновую характеристику изображения можно отнести к одному из трех типов: светлому, темному или нормальному.

Точка белого - это самая яркая светлая точка изображения. Соответственно, точка черного - точка изображения с минимальной яркостью (самая черная). Серая точка находится между белой и черной.

Итак, набор из трех пипеток предназначен для установки значений белой и черной точек и значения коэффициента гаммы путем указания их непосредственно на редактируемом изображении с помощью выбора соответствующей пипетки.

Помимо пипеток, управляющих точками, уровни имеют ползунки-треугольники между крайними треугольниками, характеризующими значение светов и теней изображения, расположены третий треугольник, который предназначен для управления яркостью в области средних тонов изображения. Этот элемент управления в растровой графике имеет специальное название - коэффициент гамма, а действия выполняемые путем перемещения среднего треугольника, называют настройкой гаммы. Установка значения этого параметра меньше 1 (это значение задается по умолчанию), приводит к затемнению изображения и, наоборот, больше 1 - к осветлению изображения в области средних тонов. В обоих случаях происходит изменение контрастности изображения.

Гамма - коэффициент контраста в средних тонах изображения.

Параметрами раздела **Выходные уровни (Output Levels)** можно управлять точно так же, как и входными параметрами. Однако в отличие от

них, здесь перемещение левого треугольника приводит к осветлению более темных пикселов (теней), и, наоборот, перемещение правого треугольника затемняет более светлые пиксели (света).

Нажатие кнопки **Авто (Auto)** является альтернативой выполнения специальной команды **Авто Уровни (Auto Levels)**. Оно приводит к запуску процедуры автоматической тоновой коррекции, сущность которой состоит в отбрасывании заранее установленного количества самых светлых и самых темных пикселов изображения.

Список **Канал (Channel)** предоставляет доступ к любому цветовому каналу с помощью раскрывающегося списка. С его помощью вы можете выполнять настройки входных и выходных значений яркости отдельно для каждого канала раздельно.

### Примечание

Смысл тоновой коррекции состоит в придании изображению максимального динамического диапазона, что в свою очередь это напрямую связано с настройкой яркости изображения. Однако не только гистограммы и уровни служат для оценки и коррекции яркости и контрастности изображения (его тоновой коррекции). Photoshop предоставляет широкий набор подобных средств, среди которых можно отметить инструменты **Кривые (Curves)**, **Яркость (Brightness)** и **Контраст (Contrast)**.

### Кривые

Для вызова этого инструментального средства в Photoshop используется команда **Изображение (Image) | Коррекция (Adjust) | Кривые (Curves)** или соответствующая ей комбинация клавиш **Ctrl+M**. По принципу действия команда **Кривые** близка к команде **Уровни**, но только здесь для настройки яркости изображения вместо гистограммы используется инструментальное средство, известное под именем настроечная кривая в

виде прямой линии с наклоном 45 градусов. Если кривая в исходном состоянии не изменена, то все входные (исходные) и выходные (отредактированные) пиксели имеют идентичные значения яркости - рис. 48.

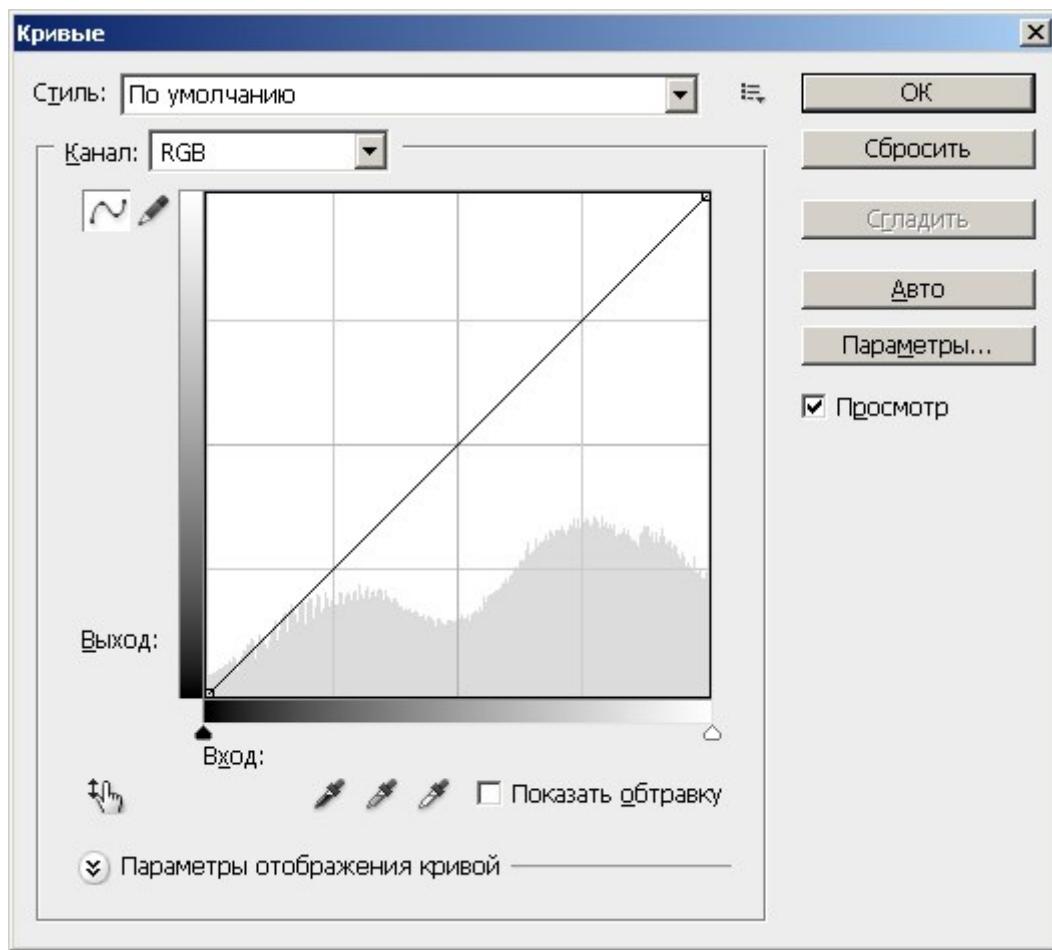


Рисунок 48. Инструмент Кривые.

Кривая (curve) - это график, с помощью которого осуществляется преобразование спектрального диапазона исходного изображения (входные данные) к спектральному диапазону скорректированного изображения (выходные данные).

Если в инструменте **Уровни** для настройки яркости используются только три области (света, тени и средние тона), то в инструменте **Кривая** вы меняете контраст одновременно во многих яркостных диапазонах изображения. В этом главное отличие этих инструментов, один из которых более тонкий, а другой - грубее.

Устанавливая наклон кривой более 45 градусов (выпуклая кривая вверх), вы расширяете диапазон тонов или цветов, входящих в соответствующие области изображения, делая его контрастнее и светлее. Наоборот, установка вогнутой вниз кривой приводит к сужению диапазона тонов и, как следствие, - к уменьшению контраста и затемнению изображения.

Используйте вогнутые настроечные кривые для исправления недостаточной экспозиции (недостаток деталей в тенях) и выпуклые - для избыточной экспозиции (недостаток деталей в светах).

Большая часть элементов управления (пипеток и ползунков) окна диалога **Кривые (Curves)** не отличается от уже рассмотренного ранее окна диалога **Уровни (Levels)**. Поэтому имеет смысл остановиться только на новых элементах. Это кнопка свободного рисования кривых (**Draw to Modify the curve**) с изображением карандаша. Если в обычном режиме редактирование формы кривой производится путем установки на кривой до 16 точек и последующего перетаскивания их с помощью мыши, то с использованием инструмента **Freehand (Свободная)** вы можете нарисовать с помощью мыши любую форму настроечной кривой. После окончания рисования нажмите на кнопку **Плавный (Smooth)** для сглаживания острых углов кривой.

## **Яркость/Контрастность**

Команда **Яркость (Brightness)/Контрастность (Contrast)** используется для одновременной коррекции яркости и контраста изображения, то есть не раздельной настройкой каждого из трех тональных диапазонов (теней, средних тонов и светов), а коррекции сразу всего изображения. И хотя это средство не обладает гибкостью и возможностями рассмотренных ранее инструментов **Кривые (Curves)** и **Уровни (Levels)**, зато оно выигрывает в простоте и быстроте своей работы.

Для изучения возможностей окна диалога **Яркость/Контрастность** (**Brightness-Contrast**) воспользуемся конкретным примером. Приведенное для этой цели изображение кота на рис. 49 имеет чрезмерно высокую контрастность, и низкую яркость, и, следовательно, плохую проработку деталей в тенях и светах. Попытаемся эти недостатки исправить.

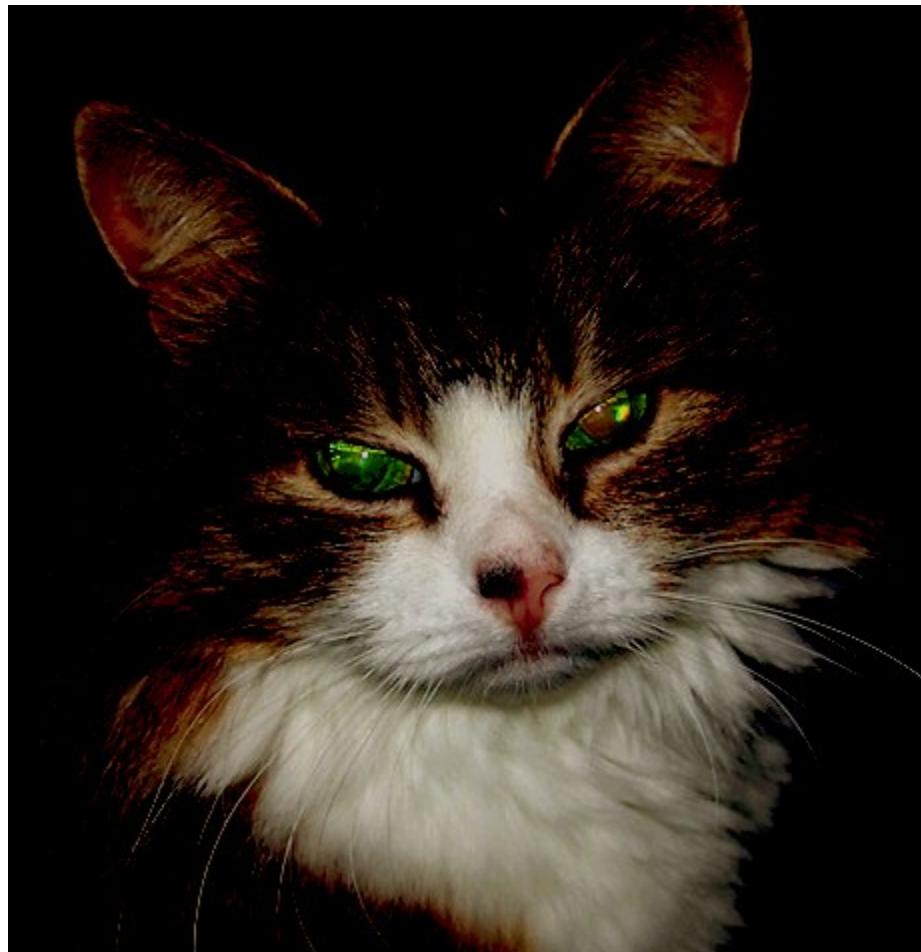


Рисунок 49. Кот неяркий и избыточно контрастный

Для тоновая коррекция такого изображения выполните команду **Изображение (Image) | Коррекция (Adjust) | Яркость/Контрастность** (**Brightness/Contrast**). При этом открывается окно диалога **Яркость/Контрастность** (**Brightness/Contrast**) - рис. 50.

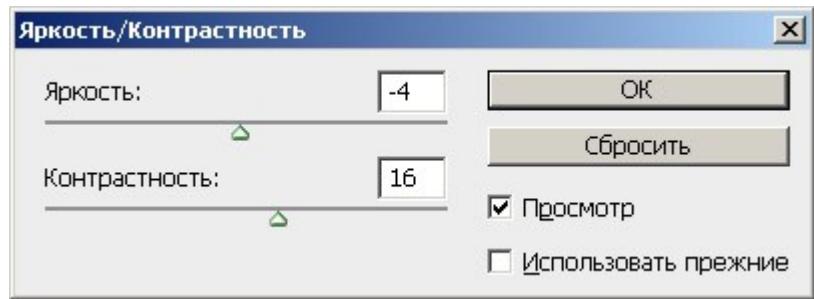


Рисунок 50. Окно диалога Яркость/Контрастность (Brightness/Contrast)

Перемещая движок параметра **Яркость** (**Brightness**) вправо (повышая яркость), установите его значение до оптимальной величины яркости вашего изображения. Переместите движок параметра **Контрастность** (**Contrast**) влево до оптимального значения с целью снижения контраста изображения. Оцените полученный результат в окне активного изображения. Если он вас удовлетворяет, нажмите на кнопку **OK** (рис. 51).



Рисунок 51. Исходное изображение отредактировано

## **Работа со слоями**

Представьте себе, что у вас на столе несколько кусков стекла (или прозрачных полиэтиленовых пленок, или бумажных калек), наложенных друг на друга. На каждом стекле вы что-то нарисовали специальным фломастером и теперь смотрите на все это сверху. Считайте, что стекла - это и есть слои. Результирующее изображение при этом получается как сумма изображений на слоях.

В графических редакторах слой (layer) - дополнительный холст для рисования. Каждый слой изображения повторяет параметры основного изображения (размеры, разрешение, цветовую модель, число каналов). Соответственно, пропорционально количеству используемых слоев возрастает размер файла изображения.

Не увлекайтесь созданием большого числа слоев без необходимости. Два слоя в 2 раза увеличивают размер файла исходного изображения, три слоя - в 3 раза.

Слой можно сделать невидимым или полупрозрачным. Слои в многослойном изображении можно поменять местами или часть слоев удалить. Применение слоев расширяет возможности в работе с цифровыми изображениями.

Сохранить рисунок со слоями можно только в некоторых специальных графических форматах, например, PSD или TIFF.

Для работы со слоями в Adobe Photoshop есть специальная палитра, которую вы можете вызвать с помощью команды **Window (Окно) | Layers (Показать Слои)** - рис. 52.

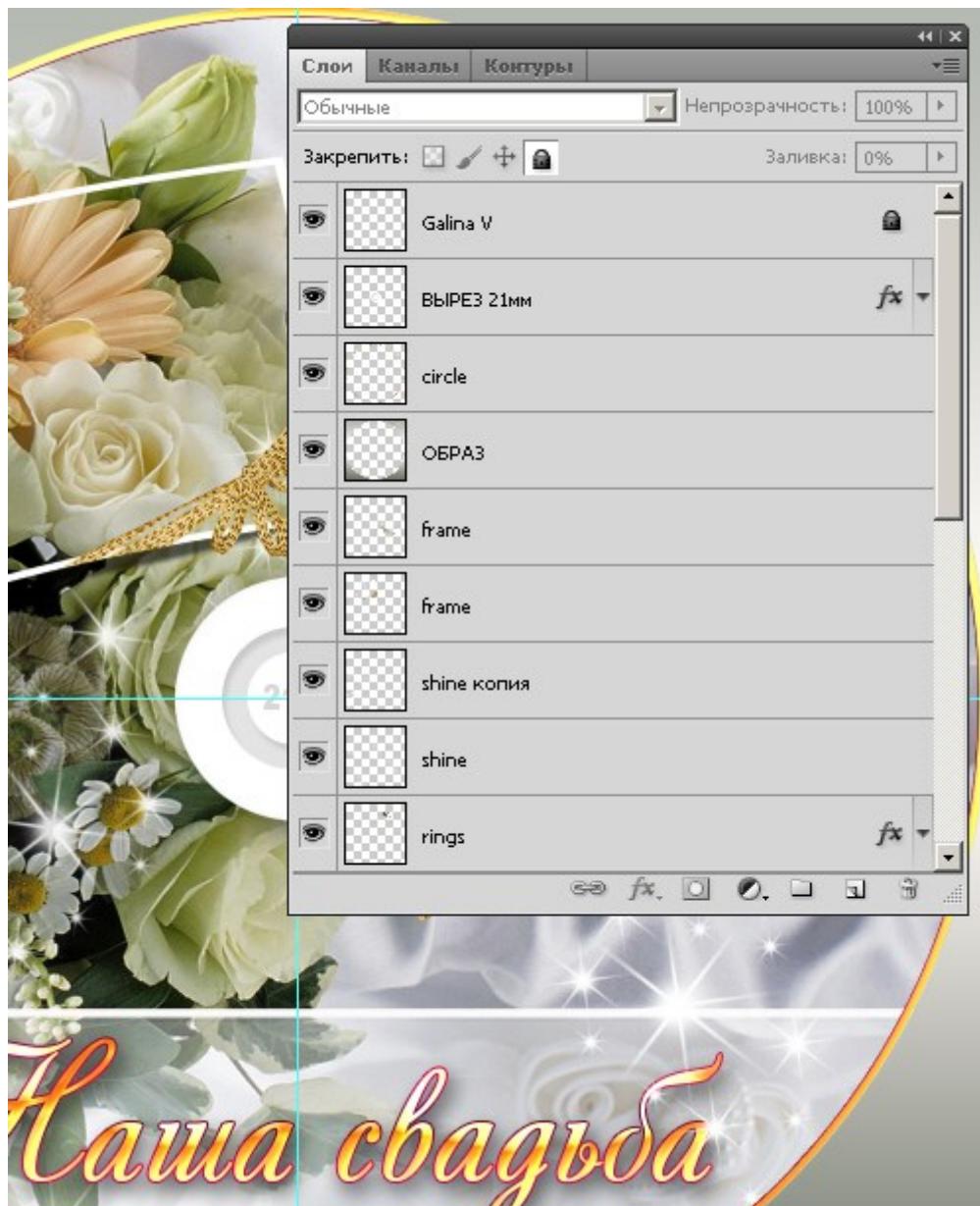


Рисунок 52. Палитра Слой (Layers)

На палитре **Layers** отображается список всех слоев, с их названиями, миниатюрами изображений и специальными пиктограммами. Ниже приведено название и назначение некоторых атрибутов этой палитры.

В области **Закрепить** расположены атрибуты блокировки слоев, позволяющие блокировать прозрачность, цвет и положение слоя.

Пиктограмма с изображением глаза (**Show/Hide**) управляет доступностью слоя для редактирования. Щелкните на ней, чтобы скрыть или

показать слой в окне изображения. Если на палитре рядом со слоем изображен глаз, это значит, что слой включен.

По поводу кнопки **New layer style** (**Добавить стиль слоя**) следует заметить, что стиль это набор параметров для слоя, который может быть быстро применен к лежащим на нем объектам.

Щелчок на пиктограмме **New layer** (**Создать новый слой**) приводит к созданию нового слоя.

В пакет программ Adobe Photoshop так же входит программа **Bridge**. Название этой утилиты переводится с английского как "мост" - это справедливо, так как она действительно объединяет все приложения пакета в единый комплекс и помогает им обмениваться данными между собой. В первую очередь эта утилита является файловым менеджером, но не просто аналогом проводника с функцией предпросмотра файлов. **Bridge** может просматривать файлы всех распространенных графических форматов, документы PDF, в том числе многостраничные, рисунки, созданные в **Illustrator**. В эту утилиту встроены поиск, сортировка, присвоение метаданных и пакетная обработка в приложениях CS5. Вы можете применять **Bridge** чтобы просматривать, редактировать, открывать файлы, включая документы не-Adobe приложений. Все метаданные документа при этом можно просмотреть во всплывающих подсказках, в панели (палитре) метаданных. При желании вы можете создавать в **Bridge** свои аналоги "**Избранного**" - виртуальные папки с коллекциями документов, не меняя при этом их физического расположения на диске. Присутствуют все необходимые для файлового менеджера функции, такие как перемещение, копирование, удаление документов, несколько специализированных - поворот (вращение) изображений, пакетное переименование файлов, использование метаданных при импорте фотографий с цифровых камер.

## Глава 5. Гравировка на плоскости

Рассмотрим пример гравировки на плоскости (2D гравировка) на примере установки «МиниМаркер 2». Данный лазерный комплекс для гравировки оснащен 20 Вт волоконным лазером с длинной волны излучения 1,064 мкм. Система сканирования представляет собой два гальваносканера (координаты «х» и «у») которые отклоняют луч лазера на объектив. В фокальной плоскости объектива, где происходит гравировка, луч фокусируется в пятно ~50 мкм. Излучение лазера импульсное, с длительностью импульса десятки нс. Этих параметров достаточно для того, чтобы нержавеющая сталь испарялась с поверхности обрабатываемого материала.



Рисунок 53. Внешний вид установки.

Оборудование управляется программой SinMark. Ее внешний вид представлен на рис. 54. Основные элементы это кнопки начала гравировки «старт» и «стоп», панель управления и выбор режима гравировки. Рассмотрим некоторые элементы подробнее. Кнопка «джойстик» включает пилотный лазер, который показывает габариты наносимого изображения. Ниже есть две дополнительные команды – «крестовидный джойстик» меняет вид джойстика с прямоугольного на крестовидный, оси которого проходят через центр маркируемого изображения; «активный джойстик» включает мощный лазер по контуру вместо пилотного красного. Описание режимов гравировки для некоторых материалов представлены в конце этой главы.

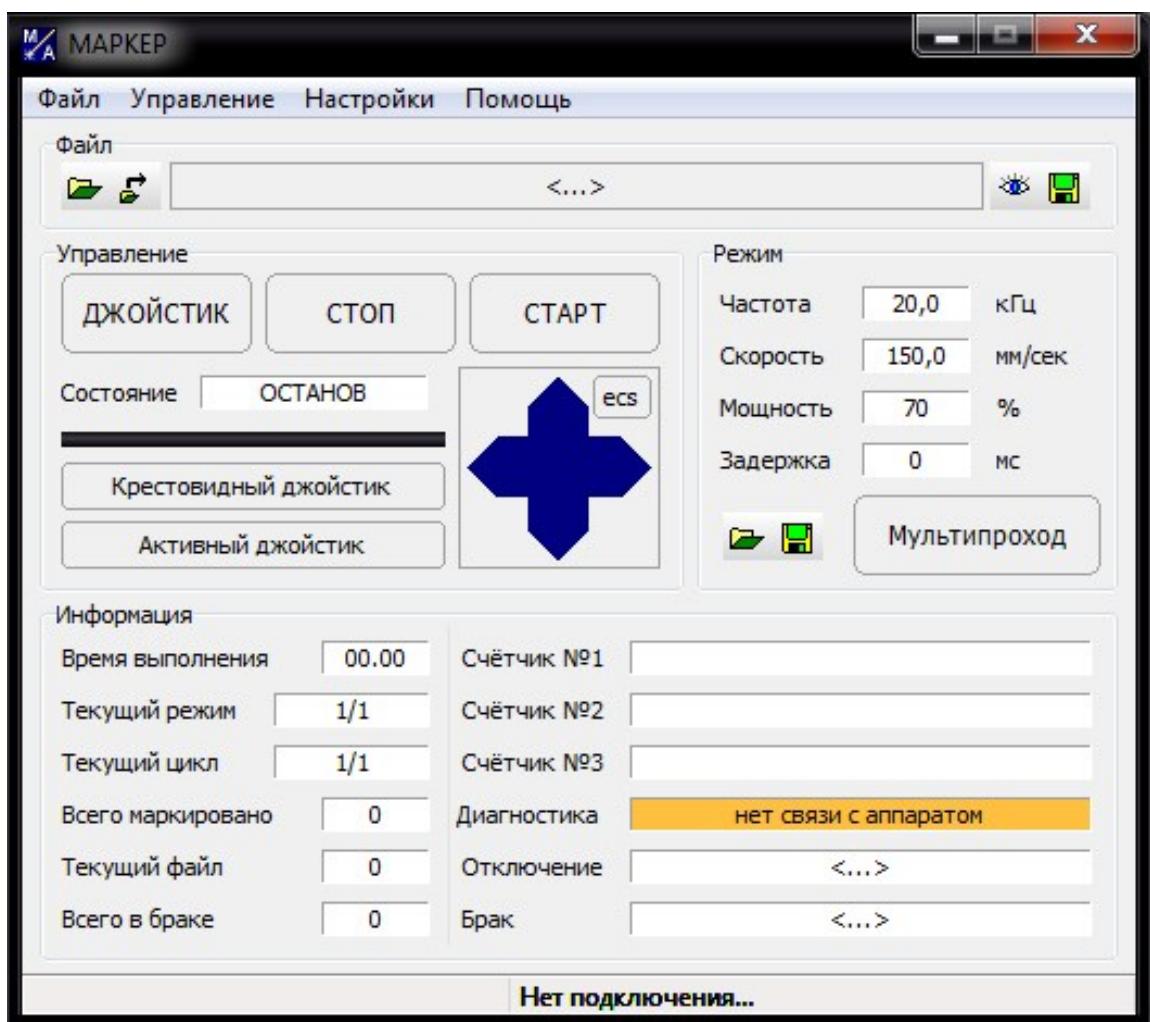


Рисунок 54. Внешний вид программы SinMark.

Некоторые важные элементы управления находятся во вкладке «настройки» панели управления. В закладке «режимы» можно настроить

скорость пассивных векторов и скорость джойстика (см рис. 55). Луч лазера, когда происходит гравировка, не всегда включен. Лазер нарисовал активный вектор (награвировал линию), затем выключился, и переместился в следующую точку, с которой нужно продолжить гравировку. Это перемещение и есть пассивный вектор. Чем больше скорость пассивных вектором, тем быстрее сделается гравировка, однако при больших скоростях гальваносканеры не будут успевать позиционироваться в нужную точку, что приведет к ухудшению качества гравировки. Оптимальное значение 3000 – 4000 мм/сек. Скорость джойстика определяет только то, насколько быстро пилотный лазер рисует габариты наносимого изображения. На качество гравировки этот параметр не влияет.

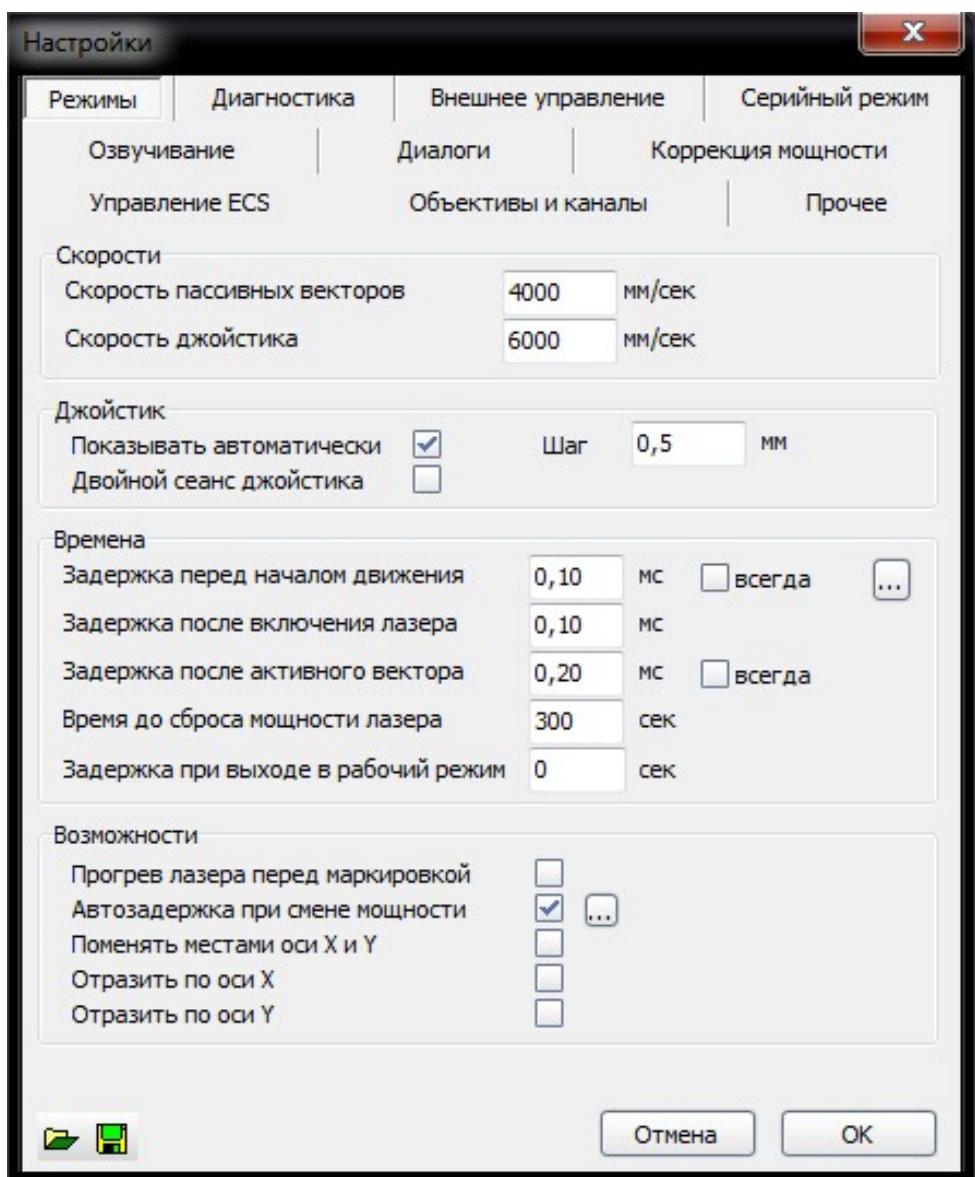


Рисунок 55. Вкладка «настройки».

В закладке «объективы и каналы» кнопкой «изменить...» можно менять объективы. К данному оборудованию может идти в комплекте до 4х объективов. Размер поля маркировки которых 50x50 мм, 100x100 мм, 160x160 мм и 250x250 мм, соответственно.

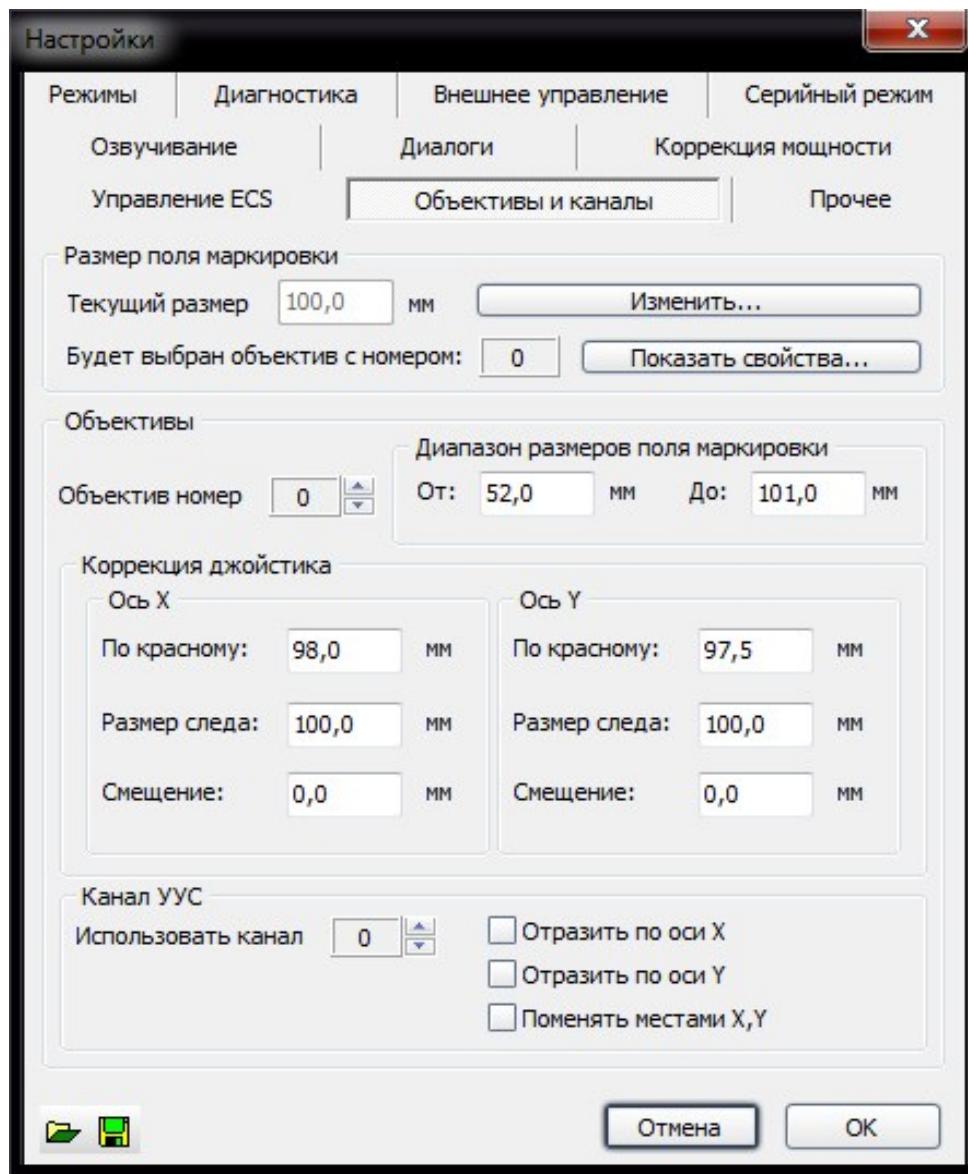


Рисунок 56. Закладка «объективы»

Давайте загрузим макет, который мы подготовили в программе CorelDraw. Для этого достаточно перетащить файл 123.bmp на главное окно программы SinMark. Открылось окно импорта файла. Галочка «позитив» делает инверсию изображения, «включить выезд» задает расстояние на котором лазер позиционируется до начала гравировки, «дву направленная развертка» позволяет гравировать как в прямом направлении, так и при обратном ходе луча. Это сокращает время гравировки, однако может

возникнуть ситуация, когда строки награвированные в прямом и обратном направлении смещаются друг относительно друга. Для компенсации этого сдвига существует параметр «сдвиг строк чет-нечет».

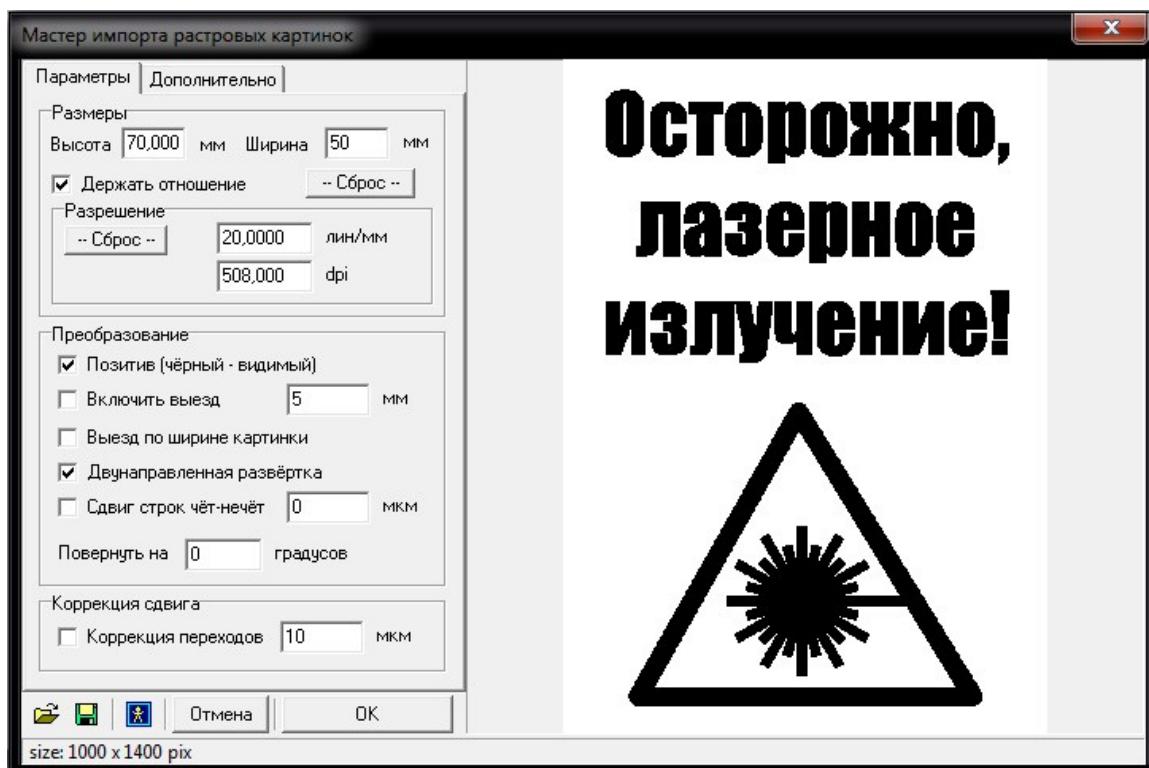


Рисунок 57. Вкладка «параметры».

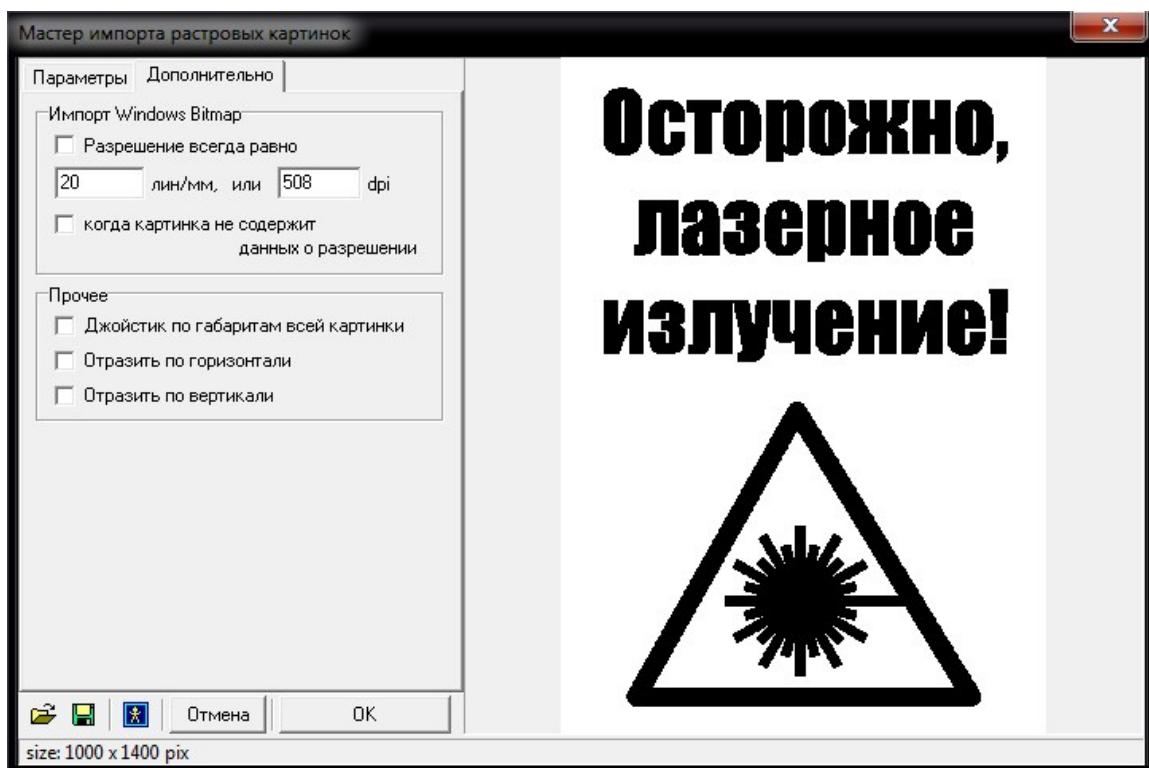


Рисунок 58. Вкладка «дополнительно».

Во вкладке «дополнительно» есть галочка «Джойстик по габаритам всей картинки». Она меняет режим отображения джойстика – либо по габаритам всей картинки (та самая граница маркировки, которую мы сделали не видимой), либо по габаритам только гравируемой области.

После нажатия на кнопку «OK» программа загрузит файл, и останется только выбрать режим из табл. 1 и нажать на кнопку «Старт». Запуститься процесс гравировки.

Таблица 1. Режимы гравировки для некоторых материалов.

Материал	Частота	Скорость	Мощность
Сталь «черный» цвет	20	100	90
Сталь «белый» цвет	30	500	55
Алюминий «белый» цвет	25	250	65
Алюминий «черный» цвет	20	80	100
Двухслойный пластик для лазерной гравировки «RawMark»	99	30	70
Черный акрил	25	400	40
Черная кожа	30	300	65
Белая кожа	25	500	50

Данная таблица представляет собой примерные режимы гравировки. Если с металлами все немного проще – больше мощности и меньше скорости получается черный цвет, наоборот – белый, то с не металлами дело обстоит сложнее. Например, некоторые виды пластика не гравируются вообще, то есть излучение практически не поглощается данным материалом, и лазерный луч не оказывает особого воздействия на материал. Так же возможна обратная ситуация, когда не правильный режим может привести к порче материала, например некоторые виды кожи можно легко пережечь, и получить место тонкой линии гравировки выжженную и обугленную полосу шириной в несколько миллиметров.

## Глава 6. 3D гравировка внутри стекла

Гравировка внутри стекла представляет собой набор точек, а точнее микротрещин. Лазерный луч фокусируется объективом в пятно размером ~30 мкм. В том месте, где сфокусировался лазерный луч, происходит пробой стекла и появляется маленькая трещина. Далее лазер позиционируется в соседнюю точку и после следующего импульса излучения появляется еще одна трещина. Набор таких микротрещин и формирует 2D – 3D изображение внутри стекла.

Для того чтобы сделать гравировку внутри стекла необходимо подготовить макет в программе 3D MAX. Т.к. 3D MAX представляет собой очень сложный графический пакет, то описание создания 3D модели и принципы работы в этой программе здесь не приведены. Курс обучения работе с 3D MAX по объему многократно превосходит данное руководство, поэтому ниже приведены основные моменты по гравировке внутри стекла уже готовой 3D модели в расчете на то, что читатель знаком с программой 3D MAX.

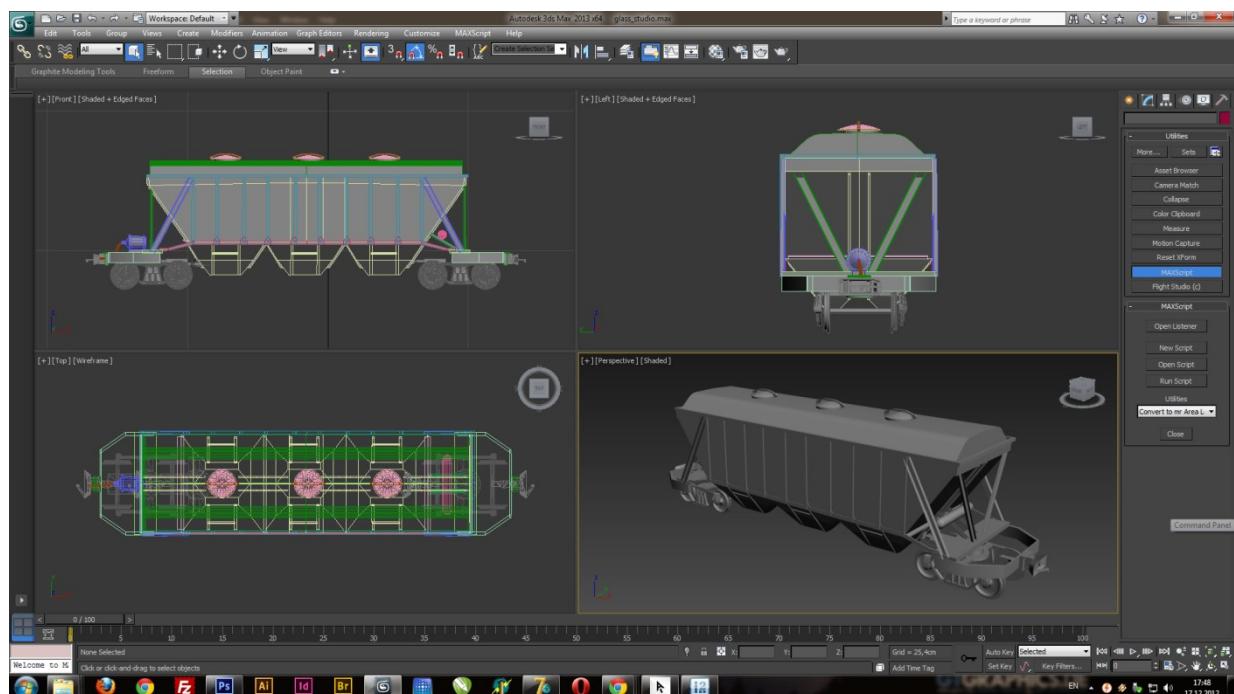


Рисунок 59. Общий вид модели в 3D max.

После подготовки и масштабирования 3D модели (рис. 59) необходимо экспортовать полученный объект в файл с расширением \*.obj (см. рис 60).

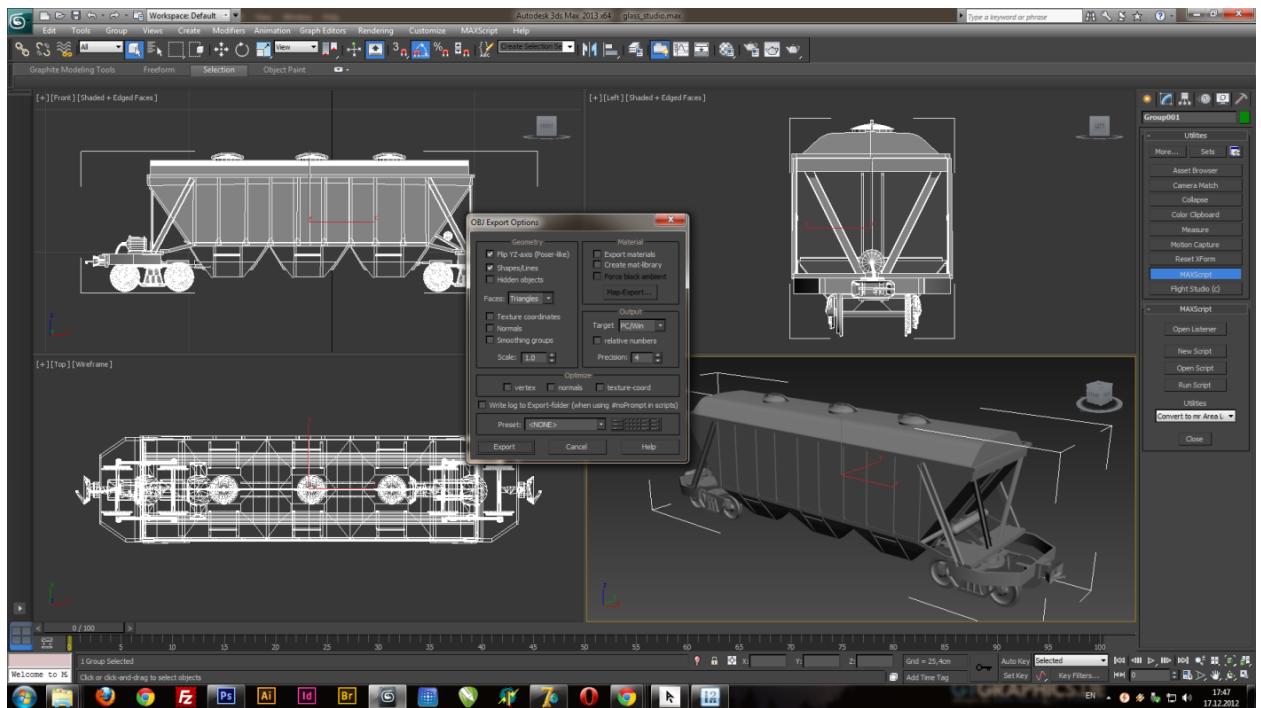


Рисунок 60. Меню экспорта.

Далее полученный файл необходимо загрузить в программу Voxelworx. В этой программе происходит окончательная подготовка файла и его преобразование в массив точек.

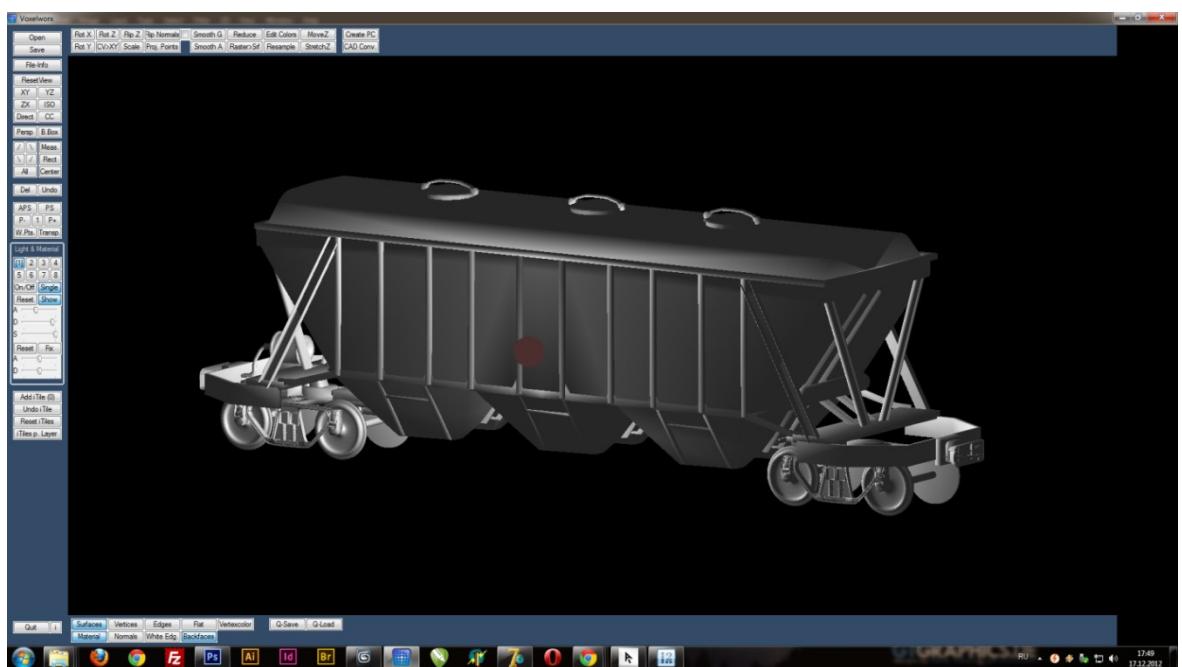


Рисунок 61. Подготовленная модель в voxelworx.

При нажатии на кнопку «Cad Conv.», расположенную справа на панели управления, происходит преобразование 3D модели в массив точек и их экспорт в формат \*.cad (см рис. 62). С файлами данного формата работает программа VitroNC, которая является аналогом программы SinMark, только предназначена для управления оборудованием по гравировке внутри стекла.

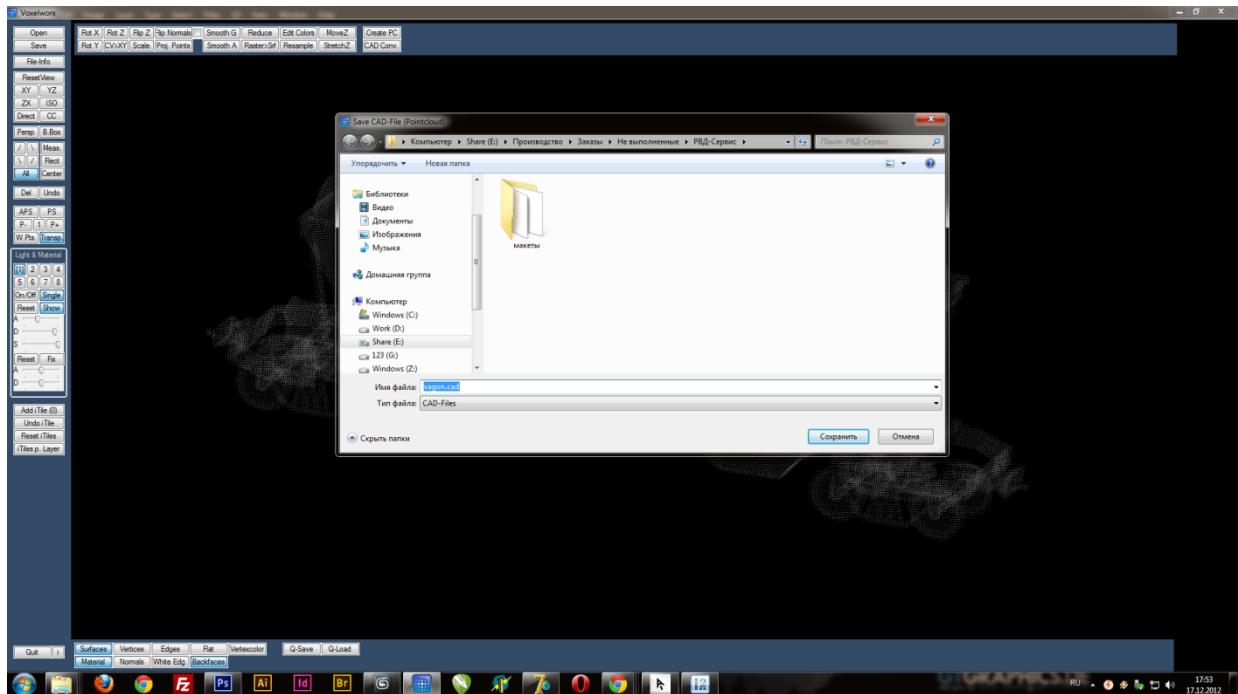


Рисунок 62. Меню экспорта из программы voxelworx.

На рис. 63. Представлено главное окно программы VitroNC. Рассмотрим его основные элементы:

- кнопки в поле «Info» позволяют загружать, и просматривать загруженные файлы;
- в поле «Axis» можно перемещать стол вверх и вниз вручную
- в поле «Glas» задается высота заготовки из стекла, а так же смещение гравируемой модели относительно центра и показатель преломления материала стекла;
- в поле «Scanner» задается смещение в плоскости XY;
- кнопка «Start» запускает процесс гравировки.

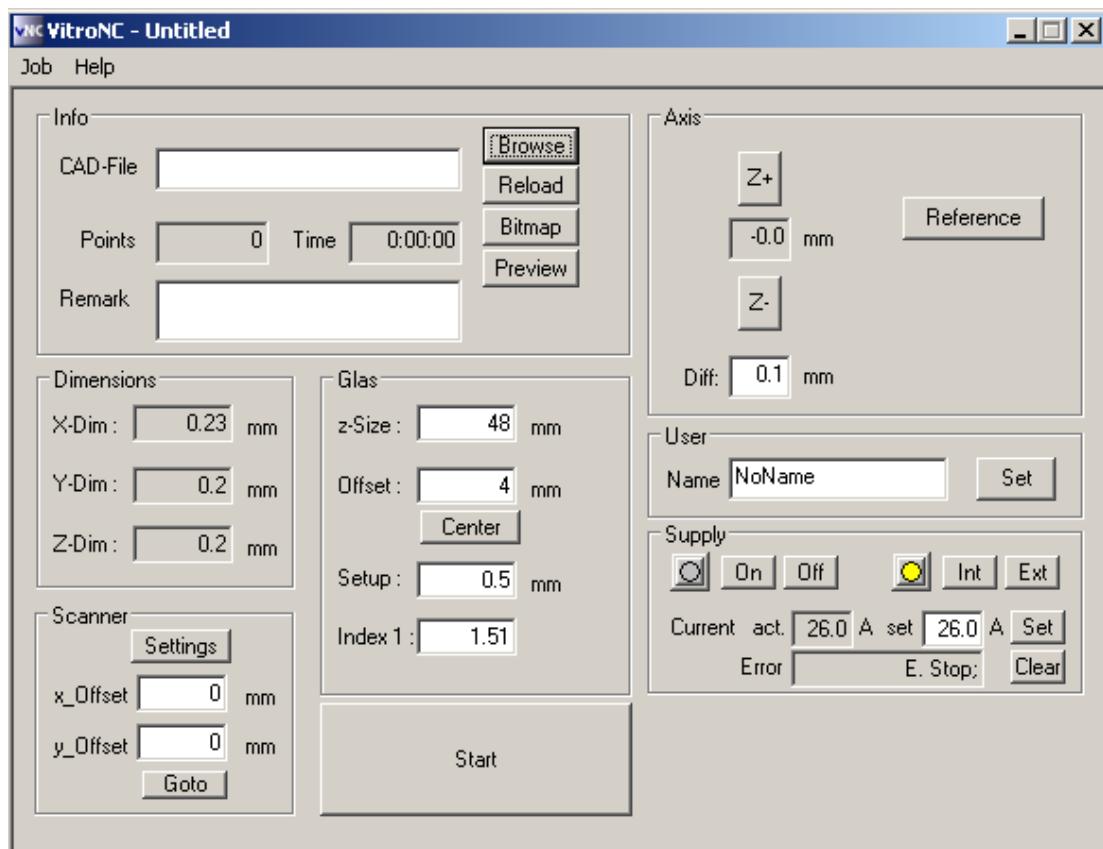


Рисунок 63. Общий вид программы VitroNC.

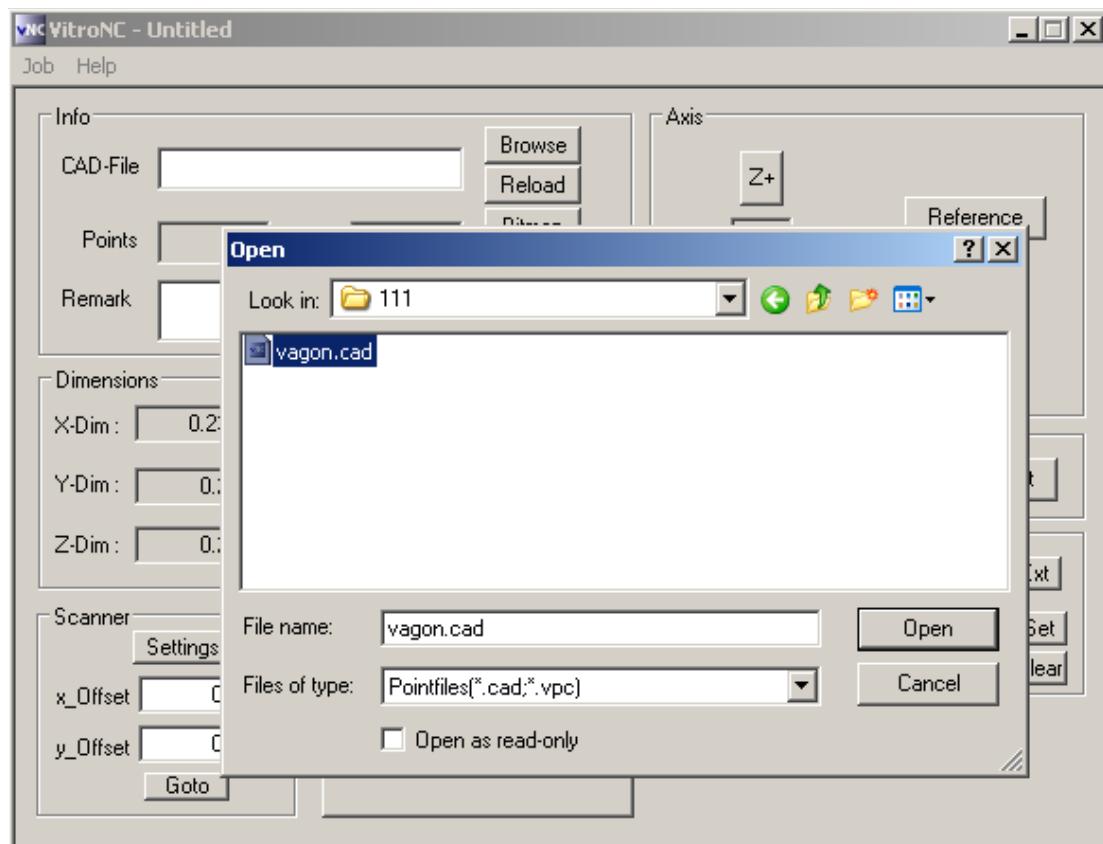


Рисунок 64. Загрузка файла \*.cad для гравировки внутри стекла.

Для загрузки полученной модели нажимаем кнопку «Browse» и указываем путь к файлу. После выставления толщины стекла, а так же смещений, если они необходимы, выставляем ток в поле справа. Данное значение тока изменяется от 24 А до 30 А, и является эквивалентом поля «мощность» в программе SinMark. Нажав кнопку «Start» запуститься процесс гравировки внутри стекла.

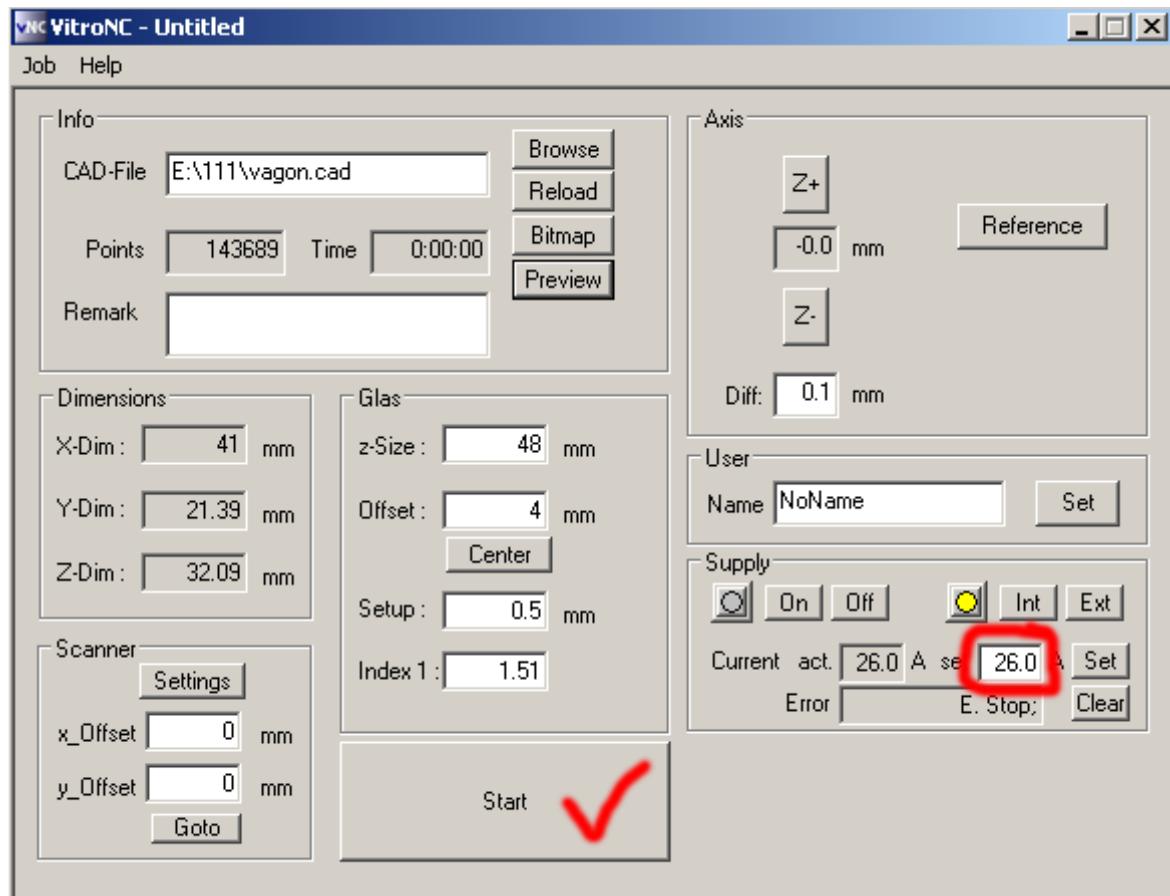


Рисунок 65. Запуск гравировки.