

Введение

Задолго до изобретения компьютеров люди умели «оцифровывать» изображения двумя способами: ярким примером первого является вышивание крестиком по канве (по сути, здесь мы имеем дело с *растровой графикой* — изображение «собирается» из отдельных фрагментов разных цветов), а второго — описание эллипса как «сплюсненной окружности», которую несложно «целиком» задать формулами (*векторная графика* конструирует изображение из математически чётко определённых кривых). Образно говоря, в растровой графике форма «вырастает» из цвета, а в векторной графике форма первична, и заполнить её можно любым цветом как в раскраске для малышей.

Таким образом, векторное изображение можно точно описать словами и числами (например, прямоугольник определяется шириной, высотой, координатами левой верхней вершины, цветом и т. д.), поэтому для хранения такого изображения достаточно обычного текстового файла. Одним из языков для таких файлов является приобретающий всё большую популярность язык SVG (Scalable Vector Graphics, то есть масштабируемая векторная графика). В принципе, «нарисовать» несложную картинку на SVG можно и в обычном Блокноте — для прямоугольника понадобится всего несколько строк. Если сохранить этот файл в формате SVG, то картинку (не текст!) можно будет посмотреть и в Internet Explorer, поскольку SVG основан на XML. Такой способ создания векторных изображений чрезвычайно трудоёмок — гораздо удобнее воспользоваться одним из редакторов векторной графики. Впрочем, в некоторых случаях не обойтись без прямого редактирования текстового файла.

В данном пособии излагаются элементы векторной графики на основе программы Inkscape, которую мы предпочли другим широко известным редакторам векторной графики (Adobe Illustrator, CorelDRAW и др.) по нескольким причинам: достаточно мощная, она бесплатна, использует открытый формат SVG и устанавливается как в Windows, так и в Linux. Последнюю стабильную версию Inkscape можно найти на сайте inkscape.org — при написании этого пособия мы использовали версию 0.48. Мы надеемся, что предлагаемое пособие окажется полезным при изучении такого увлекательного предмета, как (векторная) компьютерная графика. Тем, кто захочет освоить Inkscape в деталях, мы рекомендуем обстоятельное сочинение (правда, не на русском языке) Тавмджонга Ба, доступ к электронной версии которого очень прост — следует выбрать пункт «Руководство по Inkscape» меню «Справка».

Окно программы Inkscape и общие сведения

После запуска окно Inkscape имеет вид:

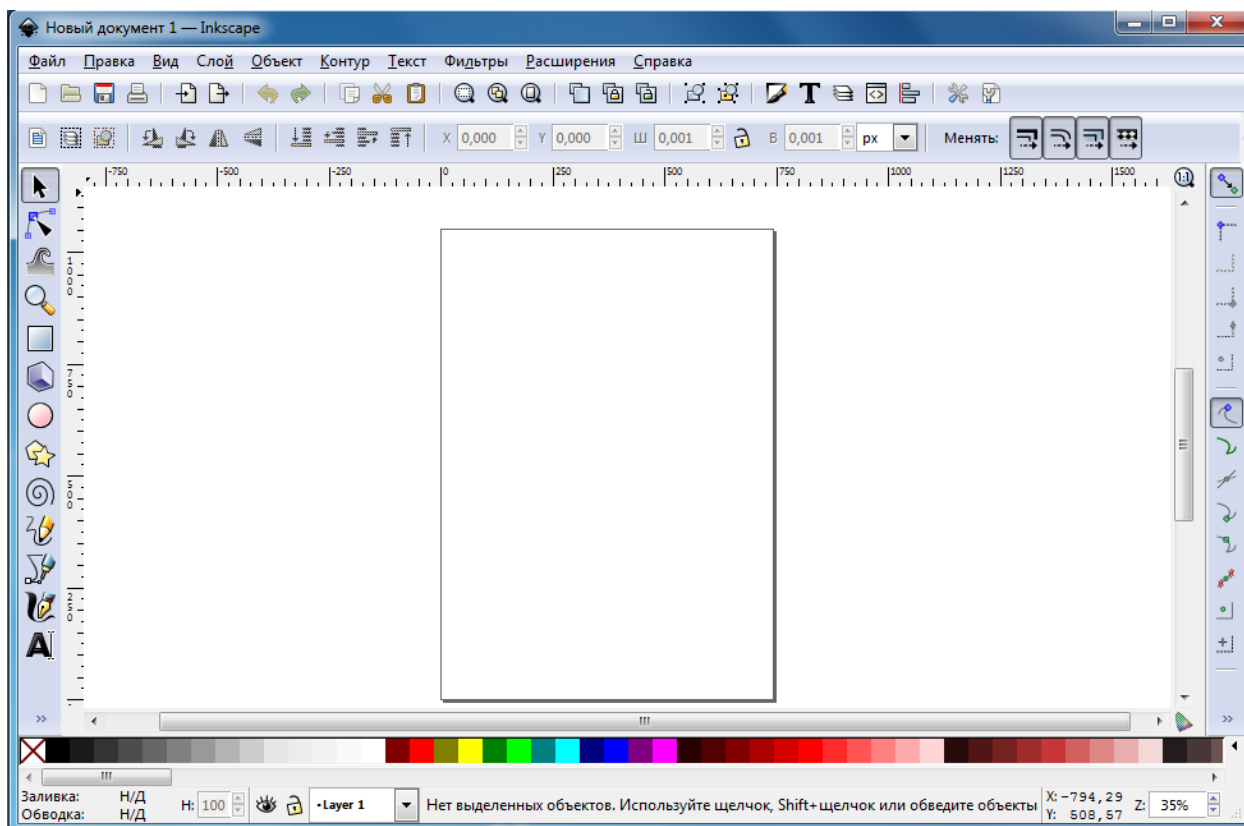


Рис. 1. Главное окно Inkscape

На рис. 1 представлен стандартный вид окна Inkscape, который можно получить, выбирая подпункт «По умолчанию» пункта «Вид» обычного меню Windows. В том же пункте «Вид» можно выбрать иной вид окна, а также настроить окно «под себя», манипулируя видимостью тех или иных его элементов в подпункте «Показать или скрыть». Настоятельно рекомендуем «поиграть» с последним подпунктом — это позволит заучить названия панелей, используемые в дальнейшем без пояснений.

Основную часть окна занимает *холст*, частью которого является *страница*, выводимая на печать. Перемещение по холсту осуществляется при помощи **Ctrl + стрелки перемещения курсора**, а также стандартных полос прокрутки Windows. Увеличить или уменьшить изображение можно простым нажатием клавиш **+** или **-** на клавиатуре. Изменить масштаб можно также

инструментом «Лупа» ( на панели инструментов). Кстати, обратите внимание, как меняется содержимое панели параметров инструментов при смене последнего.

Как обычно, многие действия можно осуществить несколькими способами. Например, изменение масштаба достижимо выбором подпункта «Масштаб» пункта меню «Вид». Там же можно найти необходимые для этого сочетания клавиш (исчерпывающие сведения по этому вопросу можно получить в подпункте «Использование клавиатуры и мыши» пункта меню «Справка»).

«Тонкая» настройка Inkscape возможна в диалоговом окне «Настроить Inkscape» пункта меню «Файл». Например, по умолчанию диалоговые окна можно пристыковывать справа к главному окну программы (мышью перетаскивая диалоговое окно за серую панель в верхней его части). Не всем это нравится — в разделе «Окна» диалога «Настроить Inkscape» находим пункт «Поведение диалогов» и выбираем опцию «Свободно перемещаются по экрану». В дальнейшем мы будем пользоваться исходными настройками Inkscape.

Пожалуй, чаще всего используется инструмент «Выделитель» ( на панели инструментов). В дальнейшем, если не оговорено противное, будем считать, что мы находимся в режиме выделения, так что обороты наподобие «выделим объект» или «выделенные объекты» расшифровываться не будут.

Не следует забывать про стандартные возможности отменить последнее действие (кнопка ) и повторить последнее отменённое действие (кнопка ). Разумеется, доступна также история действий (команда «История действий» в пункте меню «Правка»).

Диалог «Свойства документа» (пункт меню «Файл») приходится открывать почти так же часто, как и саму программу. Для нас интерес представляют четыре первые вкладки: «Страница», «Направляющие», «Сетки» и «Прилипание». Что это такое, мы сейчас и увидим.

Пример

Нашей целью является получение следующего изображения:

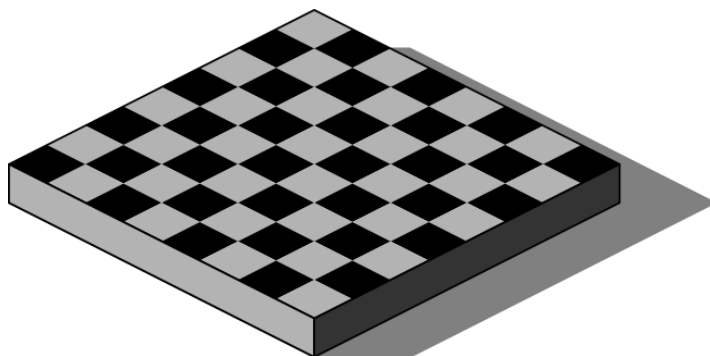


Рис. 2. Шахматная доска

Итак, последовательно изложим все необходимые действия (предупреждение: приводимая последовательность шагов не является оптимальной и направлена на достижение ещё одной цели, а именно вместить в один пример как можно больше).

Запускаем Inkscape, на панели инструментов выбираем «Лупу» и на панели параметров инструментов нажимаем кнопку  («Масштабировать так, чтобы целиком уместить страницу в окне»).

Открываем диалоговое окно «Свойства документа», на вкладке «Страница» которого устанавливаем следующие значения:

- «Единица измерения»: **cm**.
- «Размер страницы»: **A4** (обратите внимание на то, сколько стандартных размеров поддерживает Inkscape).
- «Другой размер», «Единицы»: **cm**.

Получаем стандартный альбомный лист $21 \times 29,7$ см.

На вкладке «Сетки» выбираем «Прямоугольная сетка», «Создать» и далее:

- «Единицы сетки»: **cm**.
- «Интервал по X»: **0,5**.
- «Интервал по Y»: **0,5**.

В результате мы увидим перед собой разлинованный альбомный лист. Обратите внимание на линейки слева и сверху, найдите начало координат, оцените размеры страницы и густоту линовки, а также проследите за отображением текущих координат указателя мыши в строке состояния справа снизу в окне Inkscape.

Убедитесь, что на вкладке «Прилипание» выставлен флажок «Всегда прилипать» в разделе «Прилипание к сеткам».

Инструментом «Прямоугольник» (кнопка  на панели инструментов) изобразите какой-нибудь прямоугольник (рисование осуществляется мышью с нажатой левой кнопкой). Обратите внимание на то, как работает прилипание к узлам сетки. На панели команд нажмите кнопку , открывающую диалог «Заливка и обводка», и на вкладке «Обводка» нажмите кнопку  («Нет заливки»). В этом же диалоге на вкладке «Заливка» нажмите на кнопку «Сплошной цвет» (всплывающая подсказка не даст ошибиться) и установите значения красной R (red), зелёной G (green) и синей B (blue) составляющих в 179 (светло-серый цвет). Того же можно добиться, выбрав на панели «Образцы цветов» соответствующий оттенок (строка состояния должна при этом подсказывать «Цвет: **30% Gray**»). Вообще, почаще смотрите на строку состояния, поскольку она очень помогает в работе с данной программой.

Теперь выделяем наш прямоугольник (считаем, что находимся в режиме выделения) и в пункте меню «Контур» нажимаем «Оконтурить

объект» (строка состояния подскажет нам, что теперь вместо прямоугольника мы видим перед собой контур из четырёх узлов). На панели инструментов нажимаем кнопку  («Редактировать узлы контура или рычаги узлов»), на панели параметров инструментов устанавливаем единицы измерения координат в сантиметры и аккуратно перетаскиваем мышью узлы контура в точки с координатами (11; 24,5), (10; 25), (9; 24,5) и (10; 24). Получаем ромб с вершинами в узлах сетки.

Выделяем получившийся ромб и на панели команд нажимаем на кнопку  («Продублировать выделенные объекты»). Получаем второй экземпляр нашего ромба, расположенный точно поверх оригинала. Перетаскиваем новый ромб в сторону и стыкуем с первым справа снизу (прилипание к узлам сетки не даст нам промахнуться). Заливаем новый ромб чёрным цветом (красный, зелёный и синий компоненты на вкладке «Заливка» — в ноль).

Воспользуемся тем, что $64 = 2^6$. Выделяем оба ромба, удерживая нажатой клавишу “Shift”, дублируем (кнопка ) и пристыковываем новую пару к предыдущей справа снизу. Повторяем эту операцию для четырёх получившихся клеток нашей доски. Теперь выделяем все восемь клеток (для этого можно нажать стандартные “Ctrl”+”A” при включённой английской раскладке клавиатуры), дублируем и пристыковываем новый ряд слева снизу со смещением на одну клетку вниз. Выступающую клетку просто перетаскиваем на освободившееся место. Имеющиеся два ряда за два действия мгновенно превращаются в восемь.

Упражнение

Доработайте изображение, добавив объём и тени. Возможно, при этом понадобится спрятать тени под доску, что достигается с помощью кнопки



(«Опустить выделение на задний план»), которую можно обнаружить на

панели параметров инструментов в режиме выделения или в пункте меню «Объект».

Теперь сохраняем наш рисунок: пункт меню «Файл», а затем «Сохранить как». Файл можно назвать “chessboard”, расширение “.svg” присваивается по умолчанию. Далее преобразуем рисунок в растровый формат (с расширением “.png”): пункт меню «Файл», «Экспортировать в растр», имя файла (можно оставить “chessboard”), кнопка «Экспорт». Открываем “chessboard.png” любой программой просмотра и постепенно увеличиваем картинку — «растровость» изображения сразу же бросается в глаза. Векторное же изображение можно увеличивать до тех пор, пока позволяет Inkscape — никаких погрешностей мы не обнаружим (см. рис. 3).

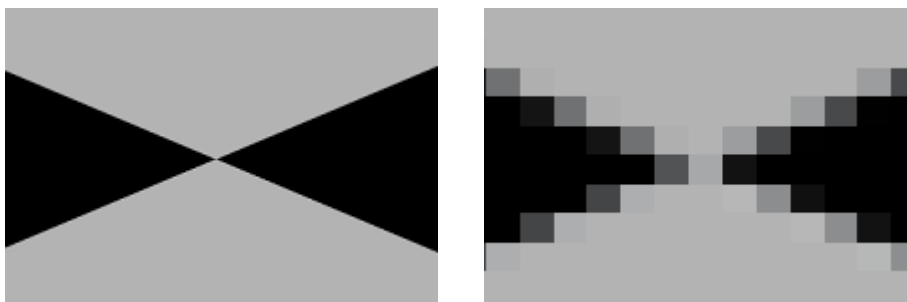


Рис. 3. Векторное (слева) и растровое (справа) представления одного и того же участка шахматной доски

Элементарные фигуры

Наилучший способ быстро освоить предлагаемые Inkscape возможности по рисованию и редактированию пяти простейших фигур («Прямоугольник», «Параллелепипед», «Эллипс», «Звезда» и «Спираль» на панели инструментов) — это самостоятельно поэкспериментировать со **всеми** их характеристиками на панели параметров инструментов; во время рисования, осуществляемого мышью с нажатой левой кнопкой, стоит внимательно следить за подсказкой в строке состояния, поскольку в ней поясняется, как влияет на фигуру нажатие (и удерживание) различных

клавиш на клавиатуре (особенно “Ctrl” и “Shift” в самых различных ситуациях). Поэтому мы не будем подробно останавливаться на всех фигурах и их свойствах, а кратко упомянем только те из них, которые, по нашему мнению, могут вызвать известные затруднения.

- Прежде всего, общей для всех фигур является возможность изменения формы и размера. В этом нам помогают два набора по восемь стрелок каждый, появляющиеся вокруг выделенной фигуры. Переключение между наборами осуществляется щелчком по фигуре. Перекрестие, появляющееся для второго набора, играет двоякую роль, но мы всегда будем называть его центром вращения объекта. Заметим, что этот центр можно перетащить даже за пределы самого объекта. Обязательно стоит исследовать влияние на фигуру каждой стрелки. Подробнее о природе этих трансформаций рассказано ниже в параграфе «Аффинные преобразования».
- Больше всего вопросов возникает в связи с трёхмерными параллелепипедами (рис. 4). Как и следовало ожидать, параллелепипед имеет восемь основных управляющих точек, соответствующих его вершинам. Понятно, что с их помощью можно менять все три измерения нашего «кирпича» (не забываем также про “Ctrl” и “Shift”). Важную роль играет также перетаскивание перекрестия в центре «кирпича».

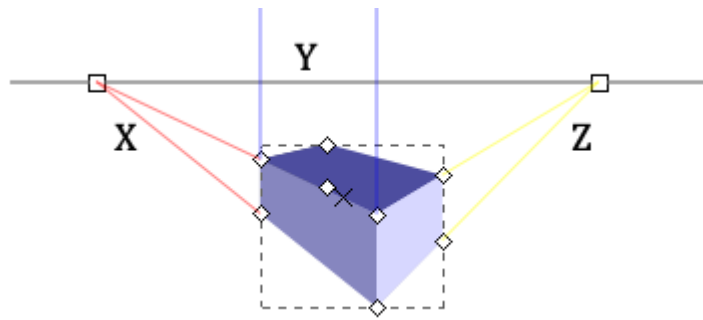


Рис. 4. Трёхмерный параллелепипед.

Выяснить, где какая ось координат, очень просто: достаточно понажимать на каждую из кнопок  (панель параметров инструментов), свою для каждой из трёх осей. На рис. 4 видны также точки схода X и Z по осям абсцисс и аппликата (по каждой из осей они появляются и исчезают по нажатию на кнопку ). Ясно, что прямая XZ на рис. 4 представляет собой линию горизонта. Если точки схода по какой-либо из осей нет (то есть кнопка параллельности  нажата), считается, что она находится в бесконечно удалённой точке, направление на которую задаётся углом в градусах в окне ввода рядом с соответствующей кнопкой параллельности (обязательно поэкспериментируйте с этим направлением и поймите, от какого луча отсчитывается угол).

Легко заметить далее, что, нарисовав несколько параллелепипедов подряд, мы получим одни и те же точки схода для них всех (это значит, что их соответственные стороны параллельны). Как их «разъединить», нам подскажет строка состояния (следует просто навести указатель мыши на общую точку схода нескольких параллелепипедов).

Наконец, с каждой из шести граней параллелепипеда можно работать отдельно. Для этого следует перейти в режим выделения, щёлкнуть правой кнопкой мыши по параллелепипеду и выбрать пункт «Войти в группу номер такой-то» в появившемся ниспадающем меню.

После этого выделяем нужную грань и меняем её атрибуты. Добраться до невидимых граней можно, просто опустив передние на задний план (см. выше упражнение к примеру).

- При рисовании эллипсов (окружностей при нажатой клавише “Ctrl”) обязательно исследуйте влияние клавиши “Alt”.
- Фигура «Звезда» имеет две управляющие точки на контуре. Обязательно попробуйте всевозможные положения обеих — результат может показаться сильно отличающимся от звезды в привычном понимании этого слова (см. рис. 4). При этом на вкладке «Заливка» диалогового окна «Заливка и обводка» обязательно исследуйте действие кнопок  (всплывающая подсказка и эксперимент, надеемся, избавят нас от долгих разъяснений).

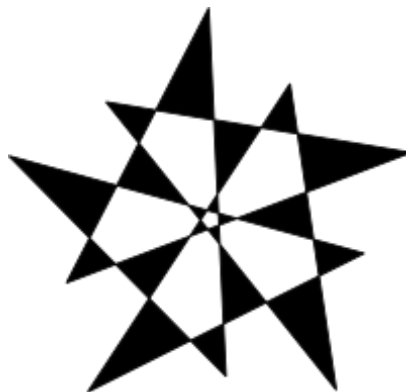


Рис. 5. Это — тоже пятиугольная звезда.

- Фигура «Спираль» также имеет две управляющие точки на своих концах. Исследуйте работу клавиши “Alt” при перетаскивании вверх-вниз внутренней управляющей точки.

Наведение порядка

Теперь рассмотрим несколько возможностей Inkscape по упорядочению (в различных смыслах) объектов на холсте.

Упорядочение по глубине

Прежде всего, упомянем так называемое упорядочение по глубине, которое определяет, какой из двух объектов изображается программой поверх второго (см. упражнение к примеру). Для этого служат команды, пиктограммы которых представлены на рис. 6.



Рис. 6. «На дно», «На один уровень вниз», «На один уровень вверх», «На поверхность».

Эти команды доступны на панели параметров инструментов в режиме выделения (для выделенного объекта) или в пункте меню «Объект» (там же указаны соответствующие клавиатурные сокращения). Назначение этих команд совершенно понятно из самих пиктограмм.

Вопрос-шутка

Можно ли получить с помощью упорядочения по глубине следующую картинку (см. рис. 7)?

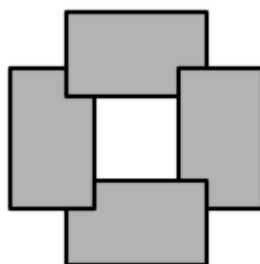


Рис. 7. Сделано в Inkscape.

Слои

Документ Inkscape можно превратить в «альбом», то есть мы можем добавить ещё несколько страниц для рисования, которые называются в таком случае *слоями*. Сначала мы имеем только один слой (“Layer 1”), атрибуты которого отображаются в строке состояния (рис. 8).



Рис. 8. Атрибуты слоя.

Слева направо пиктограммы снабжены такими всплывающими подсказками: «Скрыть или открыть текущий слой» (то есть мы имеем возможность управлять видимостью слоя), «Заблокировать или разблокировать текущий слой» (на заблокированном слое ничего нарисовать нельзя). Полный контроль над слоями можно получить с помощью пункта меню «Слой» и диалогового окна «Слои», которое вызывается командой  на панели команд или всё в том же пункте меню. Все перечисленные там операции над слоями самоочевидны; особое внимание стоит уделить смешиванию цветов с различных слоёв (так называемый «Режим» в диалоге «Слои»), непрозрачности, а также возможности переносить выделенные объекты из одного слоя в другой (пункт меню «Слой»).

Пример применения слоёв: на одном слое изображаем комнату с голыми стенами, на нескольких других — различные варианты отделки, ещё

несколько слоёв отведены под расстановку мебели, на отдельном слое можно сохранить все надписи и т. д.

Копирование, дублирование и клонирование объектов

В Inkscape следует различать эти операции. Оставляя подробности для самостоятельного исследования, остановимся лишь на некоторых моментах.

Прежде всего, все эти возможности доступны, как обычно, в пункте меню «Правка», а некоторые наиболее востребованные вынесены на панель команд.

Как всегда, копирование подразумевает работу с общесистемным буфером обмена. Команда «Вставить на место»  не только воспроизводит сам объект, но и сохраняет его координаты на холсте (выясните, что будет, если в одном экземпляре Inkscape единицей измерения служит пиксель, а в другом — сантиметр). Ещё более изощрённо выглядит команда «Вставить стиль» , которая вместо объекта «берёт» из буфера обмена его атрибуты (цвет заливки, например) и присваивает их другому (выделенному) объекту.

Дублирование  объектов уже обсуждалось в примере рисования шахматной доски.

Возможности по клонированию объектов представлены на рис. 9 (напоминаем, что диалог «Настроить Inkscape» позволяет кое-что изменить в поведении клонов, но мы не меняли настройки).

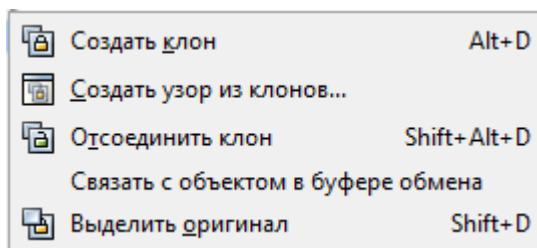


Рис. 9. Подменю «Клоны» пункта меню «Правка»

Клон отличается от дубля своей зависимостью от оригинала. Например, создаём прямоугольник и клонируем его командой «Создать

клон». Клон подобно дублю появляется в точности над прямоугольником (не забываем следить за строкой состояния в режиме выделения). Теперь можно оттащить клон в сторону (сразу же делаем вывод о свободе перемещения клона, обладающего к тому же самостоятельностью в вопросе формы и размера, поскольку клон имеет свои два набора по восемь стрелок). Попытка изменить заливку и обводку клона ни к чему не приведёт, тогда как изменение этих атрибутов у оригинала сразу же отражается на клоне (самостоятельно исследуйте изменение формы и размера оригинала). Клон может получить свободу и стать самостоятельным объектом (команда «Отсоединить клон»). Если перед нами клон, то найти его «хозяина» позволяет команда «Выделить оригинал». Можно заставить выделенный клон сменить «хозяина»; новый «хозяин» должен быть предварительно скопирован (“Ctrl+C”) в буфер обмена (команда «Связать с объектом в буфере обмена»). Наконец, команда «Создать узор из клонов» вызывает диалоговое окно с тем же названием. Возможности этого диалога достаточно велики: на рис. 10 приведена простейшая демонстрация его возможностей.

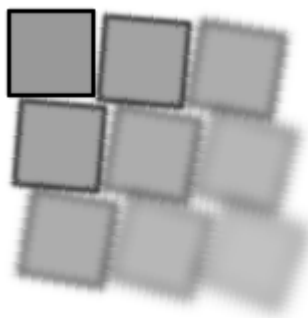


Рис. 10. Результат нескольких щелчков мышью в диалоге «Создать узор из клонов».

Мы настоятельно рекомендуем не пожалеть времени и изучить всё, что предлагает этот диалог.

Группы

Несколько объектов можно объединить в группу. Для этого сначала нужно выделить интересующие нас объекты, удерживая нажатой клавишу “Shift”, а затем выполнить команду «Сгруппировать» (кнопка  на панели команд или в пункте меню «Объект»). Наоборот, выделив имеющуюся группу, можно её «расформировать» (кнопка  там же). Сведённые в одну группу объекты могут иметь различные атрибуты: заливка, обводка, форма и координаты на холсте могут быть у каждого объекта свои. Однако после объединения в группу изменение этих атрибутов касается всех её членов в равной степени, то есть группа в этом смысле рассматривается как самостоятельный объект. Обычный щелчок по любому члену группы выделяет сразу всю группу. Тем не менее, можно получить доступ к отдельному члену группы, не разрушая её. Это достигается выделением интересующего нас объекта при нажатой клавише “Ctrl”, после чего мы можем редактировать именно этот объект. Отметим также, что группы в свою очередь также могут быть объединены в группы следующего уровня и т. д.

Прилипание, сетки, направляющие

С тем, что такое прилипание к сеткам и какая от него польза, мы уже узнали на примере рисования шахматной доски. На самом деле, как то явствует из вкладки «Прилипание» диалогового окна «Свойства документа» пункта меню «Файл», прилипание возможно к объектам, сеткам и направляющим. В этом порядке мы их и рассмотрим, но сначала отметим некоторые существенные для дальнейшего моменты. Прежде всего, кнопки управления прилипанием расположены на панели параметров прилипания, расположенной, как правило, справа в главном окне программы. Панель параметров прилипания поделена на четыре секции, в первой из которых находится всего одна кнопка «Включить прилипание» , назначение

которой понятно из названия. Кроме того, эта пиктограмма показывает, что то, к чему прилипают (мы будем называть это целью), на всех кнопках окрашено в зелёный цвет, а то, что прилипает (для нас это будет прилипающей точкой), — в синий (впрочем, зелёный цвет истолковывается чуть более широко — см. далее). Сам факт прилипания отмечается на несколько секунд перекрестием и надписью, из которой можно узнать, что к чему прилипло. Понятно, что в случае слипания двух точек можно и не различать скрупулёзно цель и прилипающую точку (слияние получено и всё!), просто цель неподвижна, а прилипающая точка — нет. Заметим также, что мы не претендуем на исчерпывающее описание **всех** случаев прилипания.

Итак, во второй секции находятся кнопки управления прилипанием к площадкам объектов (под площадкой объекта в Inkscape понимается наименьший ограничивающий объект прямоугольник со сторонами, параллельными осям координат). Для площадок можно указать следующие цели и прилипающие точки: края (то есть стороны прямоугольника), углы (то есть вершины прямоугольника), центры краёв (то есть середины сторон прямоугольника) и центр площадки (то есть точка пересечения диагоналей прямоугольника, которую не стоит путать с центром вращения объекта — см. параграф «Элементарные фигуры»). В качестве примера нарисуйте, например, эллипс и звезду, перейдите в режим выделения и проделайте перечисленные ниже шаги.

- Активируйте кнопки «Включить прилипание»  и «Прилипнуть к углам площадки»  (здесь ошибка; следовало назвать эту команду «Прилипнуть углами площадки», поскольку здесь углы являются прилипающими точками).

- Теперь активируйте кнопку «Прилипнуть к краям площадки»  и перетаскиванием звезды добейтесь появления надписи «Угол площадки к стороне площадки».
- То же самое для кнопки «Прилипнуть к углам площадки»  (вот теперь — «к углам»!). Добейтесь появления надписи «Угол площадки к углу площадки».
- Далее идёт кнопка «Прилипнуть центром краёв площадки и к нему» . Несмотря на зелёный цвет, в данном случае середины сторон ограничивающего прямоугольника служат как целями, так и прилипающими точками (угол площадки всегда является прилипающей точкой). Добейтесь появления надписей «Средняя точка стороны площадки к средней точке стороны площадки» и «Угол площадки к средней точке стороны площадки».
- Наконец, исследуйте действие кнопки «Прилипнуть центрами площадок и к ним» . Получите надписи «Средняя точка площадки к средней точке площадки» и «Угол площадки к средней точке площадки».

В заключение разговора о прилипании к объектам заметим, что возможно использование сразу нескольких режимов — например, существует надпись «Средняя точка площадки к средней точке стороны площадки».

В третьей секции представлены возможности, предоставляемые Inkscape для прилипания к самим объектам, которые здесь воспринимаются как контуры (относящаяся к контурам терминология разъяснена в параграфе «Кривые Безье и произвольные контуры»). Уже при работе с площадками эллипса и звезды мы могли заметить, что если были активированы ведущая кнопка третьей секции «Прилипнуть узлами или их рычагами» , а также кнопки «Прилипнуть к контурам»  и «Прилипнуть центром вращения и к

нему» , то для звезды можно было встретить описания «Острый узел к контуру» и «Острый узел к центру вращения объекта». Понятно, что в этом случае эллипс и звезда воспринимаются программой как контуры. Именно для работы с последними и предназначена третья секция. Итак, убедитесь, что нажаты кнопки  и , нарисуйте несколько контуров и исследуйте следующие «сервисы» Inkscape.

- «Прилипнуть к контурам» . Здесь целью служит неподвижный контур, а прилипающими точками — узлы перемещаемого нами контура, поэтому мы можем получить подписи «Сглаженный узел к контуру» и «Острый узел к контуру».
- «Прилипнуть к пересечениям контуров» . Аналогично предыдущему. Стоит лишь отметить, что точка пересечения контуров не обязана быть узлом ни одного из них. Понятно, что встречаются случаи «Сглаженный узел к пересечению контуров» и «Острый узел к пересечению контуров».
- «Прилипнуть к острым узлам» . Целью являются острые узлы неподвижного контура, а прилипающими точками — узлы (острые и сглаженные) перетаскиваемого контура. Возникающие при этом подписи понятны.
- «Прилипнуть к сглаженным узлам» . Цель — сглаженные узлы, а прилипающие точки — узлы любого вида.
- «Прилипнуть средними точками линий и к таковым» . Под «средней точкой линии» здесь понимается середина какого-нибудь отрезка, в качестве которого может выступать сторона многоугольника, звезды и т. п., а также прямолинейный сегмент контура. Возможны уведомления «Острый узел к средней точке линии», «Сглаженный узел к средней точке линии» и «Средняя точка линии к средней точке линии».

Задание: добейтесь появления сообщения «Угол к средней точке линии». Когда это происходит? Имеет ли смысл добиваться появления надписи «Средняя точка линии к острому узлу»?

- «Прилипнуть центрами объектов и к ним» . Под «центром объекта» здесь имеется в виду центр его площадки. Получите подписи «Сглаженный узел к средней точке объекта», «Острый узел к средней точке объекта» и «Средняя точка объекта к средней точке объекта».
- Наконец, кнопка «Прилипнуть центром вращения и к нему» . Нарисуйте, скажем, прямоугольник и эллипс, «уведите» их центры вращения куда-нибудь в сторону и получите извещение «Центр вращения объекта к центру вращения объекта». Понятно, как получить целый ряд других случаев прилипания.

Последняя, четвёртая, секция начинается с кнопки «Прилипнуть к краю страницы» , назначение и применение которой совершенно очевидны (получите, для примера, надписи «Сглаженный узел к краю страницы» и «Острый угол к углу страницы»). Прилипание к краям страницы может быть полезно, например, при создании очень симпатичных рамок для наших творений. Однако наиболее интересными представляются возможности прилипания к сеткам (активируется кнопкой «Прилипнуть к сеткам» ) и направляющим (кнопка «Прилипнуть к направляющим» ).

С одной стороны, прилипание к сеткам было рассмотрено в примере рисования шахматной доски лишь вкратце. С другой стороны, элементы управления на вкладке «Сетки» диалогового окна «Свойства документа» (пункт меню «Файл») имеют столь саморасшифровывающиеся названия, что нам остаётся добавить совсем немного. Прежде всего, мы можем создать несколько сеток, для каждой из которых будет заведена отдельная вкладка со всеми необходимыми атрибутами (в частности, сетку можно сделать невидимой). Попутно заметим, что сетки не являются элементами рисунка,

поэтому в результате их всё равно не будет видно. Сетки могут быть прямоугольными (как тетрадный лист в клеточку) и аксонометрическими (рис. 11).

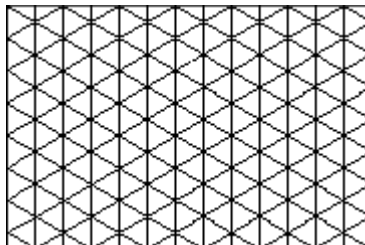


Рис. 11. Аксонометрическая сетка в Inkscape.

Для аксонометрических сеток мы настоятельно рекомендуем попробовать различные значения для таких параметров, как «Интервал по Y», «Угол X» и «Угол Z». В заключение отметим, что целью прилипания всегда служат не линии сетки, а точки пересечения линий сетки. От этого недостатка свободны так называемые направляющие.

Под направляющей понимается прямая, прилипание к которой возможно в любой её точке и которая не является видимым элементом итогового изображения. Горизонтальные направляющие берутся прямо «с потолка»: достаточно переместить указатель мыши почти в любое место на горизонтальной линейке (ось абсцисс в верхней части главного окна), нажать левую кнопку мыши и «стянуть» направляющую вниз. Совершенно аналогично получаются вертикальные и наклонные направляющие. Первые «вытягиваются» из линейки по оси ординат в левой части главного окна, а последние — из любой линейки, если начинать «вытягивание» достаточно близко к одному из двух видимых её концов. Ещё один способ получить сразу четыре направляющие — команда «Направляющие вокруг страницы» пункта меню «Правка».

Итак, назначение направляющих — служить целью прилипания; при этом прилипающей точкой может быть практически что угодно (получите, например, сообщение «Центр вращения объекта к направляющей»). Более того, точки пересечения направляющих и точки пересечения направляющих

с линиями какой-нибудь сетки также являются целями для прилипания. В свою очередь, сами направляющие могут прилипнуть практически к чему угодно, если соответствующий пункт отмечен на вкладке «Направляющие» диалогового окна «Свойства документа». В случае простого перетаскивания мышью прилипающей точкой служит так называемое «начало координат», которым обладает всякая направляющая и которое «следует» за указателем мыши (рис. 12).



Рис. 12. Момент прилипания «начала координат» одной направляющей к другой.

Если удерживается нажатой клавиша “Shift”, перетаскивание заменяется вращением вокруг неподвижного «начала координат», и «прилипающей точкой» становится небольшой участок направляющей, непосредственно примыкающий к указателю мыши (обязательно посмотрите, что происходит для клавиши “Ctrl” и сочетания “Ctrl” + “Shift”). Аккуратного размещения позволяет также добиться диалоговое окно, которое можно «вызвать» двойным щелчком по интересующей нас направляющей (рис. 13).

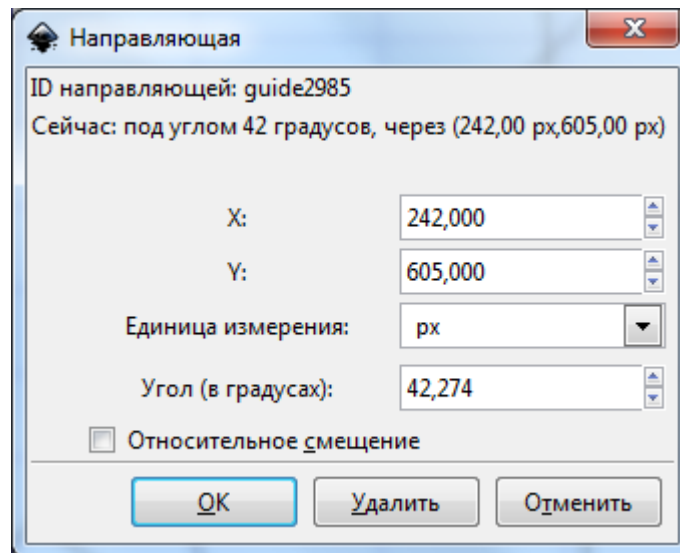


Рис. 13. Полный контроль над направляющей.

Наконец, множество удобств проистекает из того факта, что большинство объектов можно превратить в направляющие. Например, нарисуете какой-нибудь прямоугольник, повернёте его и выполните команду «Объекты в направляющие» пункта меню «Объект». Мы увидим, что стороны прямоугольника превратились в направляющие. Правда, исчез сам прямоугольник, но это легко поправимо.

В заключение, можно констатировать, что прилипание представляет собой удивительно простой и мощный инструмент для математически выверенного размещения объектов на холсте.

Выравнивание и расстановка объектов

Пункт меню «Объект» содержит команду «Выровнять и расставить», вызывающую диалоговое окно с тем же названием.

Возможности выравнивания объектов, предоставляемые Inkscape, весьма наглядно отображены в пиктограммах этого окна, сопровождаемых подробными всплывающими подсказками. Мы не будем заниматься утомительным перечислением всех случаев — трудолюбивый студент попробует всё сам! — и приведём простой пример. Изобразите на чистом холсте в разных местах несколько простейших объектов: два-три прямоугольника, столько же эллипсов и звезду. Теперь выделите все

объекты, в списке «Ориентир» (он же «якорь», то есть то, относительно чего происходит выравнивание) выберите пункт «Страница» и нажмите кнопку «Центрировать по вертикальной оси» . Сделайте шаг назад (кнопка ) , активируйте опцию «Считать выделение группой» и снова нажмите «Центрировать по вертикальной оси». Разница должна быть очевидной. Обязательно исследуйте влияние опции «Считать выделение группой» в том случае, когда «якорем» является «Выделение». И последнее замечание: когда мы выбираем «Наибольший объект» или «Наименьший объект» в качестве «ориентира», имеются в виду площадки объектов, причём в случае выравнивания по горизонтали (первая строчка) берётся ширина площадки, а по вертикали (вторая строчка) — её высота.

Все возможности по расстановке объектов (вторая часть диалогового окна «Выровнять и расставить») — опять-таки имеются в виду площадки объектов — более чем хорошо поясняются пиктограммами и всплывающими подсказками. Небольшая самостоятельная практика — и никаких затруднений.

Задача

Разобраться с оставшимися «сервисами» диалога «Выровнять и расставить», а также изучить диалог «Расставить по сетке» (вызывается одноимённой командой пункта меню «Диалог»).

Кривые Безье и произвольные контуры

Определение

Предположим, что нам даны четыре точки на плоскости в прямоугольных декартовых координатах: $E_1(x_1, y_1)$ и $E_2(x_2, y_2)$ (концевые точки), $C_1(x_3, y_3)$ и $C_2(x_4, y_4)$ (управляющие точки). Мы ищем гладкую кривую (см. рис. 1), удовлетворяющую двум условиям:

- она должна соединять точку E_1 с точкой E_2 ;
- при движении по этой кривой из E_1 в E_2 вектор касательной в точке E_1 и вектор $\overrightarrow{E_1C_1}$ должны быть сонаправлены (аналогично в точке E_2 — см. рис.).

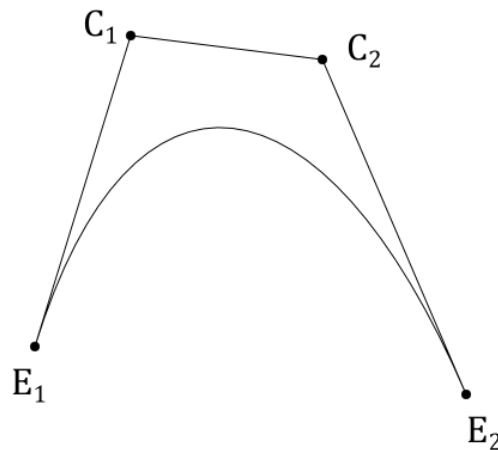


Рис. 1

Рассмотрим кривую, параметрические уравнения которой имеют вид:

$$X(t) = (1 - t)^3 x_1 + 3(1 - t)^2 t x_3 + 3(1 - t) t^2 x_4 + t^3 x_2$$

$$Y(t) = (1 - t)^3 y_1 + 3(1 - t)^2 t y_3 + 3(1 - t) t^2 y_4 + t^3 y_2$$

Устная подстановка показывает, что при $t = 0$ получается точка E_1 , а при $t = 1$ — точка E_2 . Автоматическое вычисление производных $\frac{dX}{dt}$ и $\frac{dY}{dt}$ при $t = 0$ даёт $3\overrightarrow{E_1C_1}$, а при $t = 1$ получается $3\overrightarrow{C_2E_2}$, что и требовалось (t изменяется от 0 до 1 включительно). Эта кривая называется кубической (только такие и будут рассматриваться всюду ниже) кривой Безье по имени французского инженера Пьера Безье, применявшего подобные кривые в своей практике.

Упражнение

Всенепрерывно проверьте высказанные утверждения о производных $\frac{dx}{dt}$ и $\frac{dy}{dt}$.

Средние точки кривой Безье

Пусть K — середина отрезка E_1C_1 , L — середина отрезка C_1C_2 , M — середина отрезка C_2E_2 , N — середина отрезка KL , O — середина отрезка LM , а P — середина отрезка NO (см. рис. 2). Тогда справедливы следующие утверждения:

- точка P лежит на данной кривой Безье;
- точка P получается при $t = \frac{1}{2}$ (см. выше параметрические уравнения кривой);
- E_1 и P являются концевыми, а K и N — управляющими точками самостоятельной кривой Безье (аналогично для второй половины данной кривой), так что отрезок NO касается нашей кривой в точке P .

Более того, t можно положить равным любому числу из интервала от 0 до 1 и все три утверждения останутся верными. Например, при $t = \frac{1}{3}$ получаем, что следует брать точку K так, чтобы $\overrightarrow{E_1C_1} = 3\overrightarrow{E_1K}$, то есть K делит направленный отрезок E_1C_1 в отношении 1 к 2, L делит C_1C_2 в отношении 1 к 2, M — отрезок C_2E_2 , N — отрезок KL , O — отрезок LM , а P — отрезок NO (все — в том же отношении).

Как следствие получаем, что кривая Безье не выходит за пределы выпуклой оболочки своих концевых и управляющих точек (т. е. за пределы выпуклых четырёхугольника или треугольника с вершинами в этих точках).

Упражнение

Зная, что координаты середины отрезка являются средними арифметическими координат его концов, проверить все высказанные утверждения.

Задача

Прodelать то же самое для произвольного значения параметра t из интервала от 0 до 1.

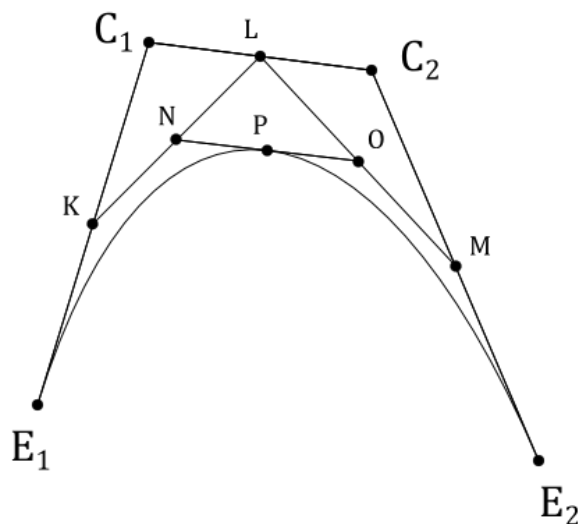


Рис. 2

Рисование кривых Безье в Inkscape

Итак, рисуем кривую Безье, задавая конечные точки E_1 , E_2 и управляющие точки C_1 , C_2 :

- на панели инструментов выбираем инструмент «Рисовать кривые Безье и прямые линии»  (убедитесь в том, что на панели параметров инструментов выбран режим «Рисовать кривую Безье» );
- в выбранной точке E_1 нажимаем левую кнопку мыши;
- удерживая кнопку, перемещаемся в точку C_1 ;
- отпускаем кнопку, находим точку E_2 и выбираем её нажатием левой кнопки мыши;
- удерживая кнопку, переходим в новую точку (эта точка не станет C_2 , но будет симметричной ей относительно E_2);
- отпускаем кнопку и нажимаем “Enter”.

Кривая Безье готова! Теперь можно «поиграть» с концевыми и управляющими точками, выбрав на панели инструментов пункт «Редактировать узлы контура или рычаги узлов»  (проследите за тем, чтобы на панели параметров инструментов была нажата кнопка «Показывать рычаги выбранных узлов» ). Следуя Inkscape, далее мы тоже будем называть концевые точки узлами, а управляющие точки — рычагами узлов (иногда для краткости под рычагом будем понимать отрезок, соединяющий концевую точку с соответствующей ей управляющей точкой — контекст подскажет, что имеется в виду).

Задача

Проверить прямым построением на холсте, что узлы — это концевые точки, а рычаги узлов — это управляющие точки.

Подсказка

Используйте средние точки кривой Безье.

Рисование произвольных контуров

Теперь понятно, как с помощью кривых Безье можно получать произвольные контуры: следует просто последовательно соединить концевыми точками между собой несколько таких кривых и, если нужно, замкнуть контур. Можно изобразить практически любой контур за один раз: для этого можно повторять 2-й, 3-й и 4-й шаги (см. выше) требуемое число раз и в конце рисования нажать “Enter”. При этом контур по умолчанию получится гладким, поскольку Inkscape автоматически располагает две управляющие точки и общую для них концевую точку на одной прямой (то есть касательные к двум сопряжённым кривым Безье совпадают в точке сопряжения).

Inkscape предоставляет достаточно богатые возможности для редактирования полученных контуров. Инструмент «Редактировать узлы контура или рычаги узлов» ( на панели инструментов) позволяет, в частности:

- добавлять новые узлы  между соседними узлами контура после их выделения (соседние узлы контура являются концевыми точками некоторой кривой Безье, называемой в данном контексте сегментом контура);
- удалять выделенные узлы контура ;
- слить выделенные концевые узлы контура в один  (при этом количество узлов уменьшается на единицу);
- разорвать контур в выделенном узле  (количество узлов увеличивается на единицу);
- соединить концевые узлы двух контуров или замкнуть один контур  (количество узлов не изменяется);

- удалить сегмент между двумя выделенными неконцевыми узлами 
(количество узлов не изменяется);
- сделать острыми выделенные узлы  (получить «клюв»), то есть касательные к двум сопряжённым кривым Безье могут и не совпадать друг с другом в точке сопряжения (на холсте такие узлы помечаются ромбами);
- сгладить выделенные узлы , которые на холсте отмечаются квадратами (операция, обратная предыдущей);
- сделать выделенные узлы симметричными  (рычаги общего для двух сегментов узла становятся параллельными и равными по длине);
- сделать выделенные узлы автоматически сглаженными  (в отличие от обычного сглаженного узла автоматически сглаженный узел «подчиняется» самой программе, которая «увязывает» длину и направление рычагов такого узла с соседними узлами);
- сделать выделенные сегменты прямыми  (самоочевидная опция);
- сделать выделенные сегменты кривыми (Безье) .

Автоматическое сглаживание и симметризация узлов существенно облегчают создание «особенно» гладких контуров, перекладывая основную часть работы на Inkscape.

После всего вышесказанного становится понятно, что кубические кривые Безье и создаваемые на их основе произвольные контуры представляют собой мощный и простой в использовании аппарат для создания практически любых (векторных) изображений.

Аффинные преобразования

Определение

Аффинным называется преобразование плоскости, задаваемое в декартовых координатах формулой

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A & C \\ B & D \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} E \\ F \end{pmatrix},$$

причём определитель матрицы $\begin{pmatrix} A & C \\ B & D \end{pmatrix}$ не равен нулю. Здесь, как обычно, штрихованные координаты — это координаты точки-образа, а нештрихованные — координаты точки-прообраза.

На рис. 3 представлен пример простейшего аффинного преобразования — так называемого сдвига вдоль одной из осей.



Рис. 3

Перечислим без доказательства основные свойства аффинных преобразований.

- Аффинное преобразование представляет собой биекцию плоскости на себя, то есть различные точки переходят в различные, и у каждой точки плоскости есть прообраз.

- Прямая переходит в прямую (с сохранением порядка точек), отрезок — в отрезок, треугольник — в треугольник, параллельные прямые — в параллельные прямые, а пересекающиеся прямые — в пересекающиеся прямые. Как следствие, параллелограмм переходит в параллелограмм. Заметим, однако, что прямоугольник может перейти в параллелограмм, поскольку углы при аффинных преобразованиях могут и не сохраняться.
- Аффинные преобразования образуют группу, то есть преобразование, обратное аффинному, также является аффинным, а последовательное выполнение аффинных преобразований представляет собой снова аффинное преобразование.
- Аффинные преобразования могут изменять длины отрезков, причём коэффициент изменения длины может изменяться от отрезка к отрезку. Более точно: если разбить все прямые плоскости на пучки попарно параллельных между собой (эти пучки мы для краткости будем называть направлениями на данной плоскости), то можно утверждать, что длины отрезков, лежащих на прямых одного направления, изменяются в одно и то же число раз, но коэффициент изменения длин отрезков может зависеть от направления.
- В группе аффинных преобразований плоскости можно выделить подгруппу преобразований подобия, то есть таких аффинных преобразований, у которых коэффициент изменения длин отрезков не зависит от направления. Преобразования подобия описываются следующей парой условий: $A^2 + B^2 = C^2 + D^2$ и $AC + BD = 0$.
- Два направления назовём главными для данного аффинного преобразования, если они удовлетворяют двум условиям: они перпендикулярны и их образы также перпендикулярны. Любые перпендикулярные направления являются главными для любого преобразования подобия. Любое аффинное преобразование, не являющееся подобием, обладает в точности одной парой главных

направлений, вдоль которых достигается минимум и максимум коэффициента изменения длин отрезков.

- Для любых двух треугольников ABC и $A'B'C'$ найдётся единственное аффинное преобразование, переводящее A в A' , B в B' , C в C' . В сочетании с предыдущим пунктом данное свойство позволяет устно доказать следующее утверждение: любое аффинное преобразование представляется в виде композиции (то есть последовательного выполнения) некоторого движения (см. последний пункт) и двух (ортогональных) сжатий к двум взаимно перпендикулярным прямым. Это свойство даёт хорошее представление как о разнообразии аффинных преобразований, так и о том, что с их помощью можно сделать. В частности, любая окружность переходит при аффинном преобразовании в эллипс.
- Аффинное преобразование с матрицей $\begin{pmatrix} A & C \\ B & D \end{pmatrix}$ изменяет площади всех фигур в $|AD - BC|$ раз.
- В подгруппе подобий плоскости можно (и нужно!) выделить подгруппу движений плоскости, которые не изменяют длин отрезков вообще (в частности, не изменяют углов, поскольку любой треугольник переходит в равный себе треугольник). Основными движениями плоскости являются параллельный перенос, поворот вокруг некоторой точки на определённый угол и отражение относительно некоторой прямой. Точнее, любое движение плоскости представляет собой одно из трёх: параллельный перенос, поворот или скользящее отражение, то есть отражение относительно некоторой прямой с последующим параллельным переносом вдоль этой же прямой.

Задача

Доказать все высказанные утверждения.

Аффинные преобразования, подобия и движения в Inkscape

В самом общем виде аффинные преобразования представлены в Inkscape на вкладке «Матрица» диалогового окна «Трансформировать»  (пункт меню «Объект»).

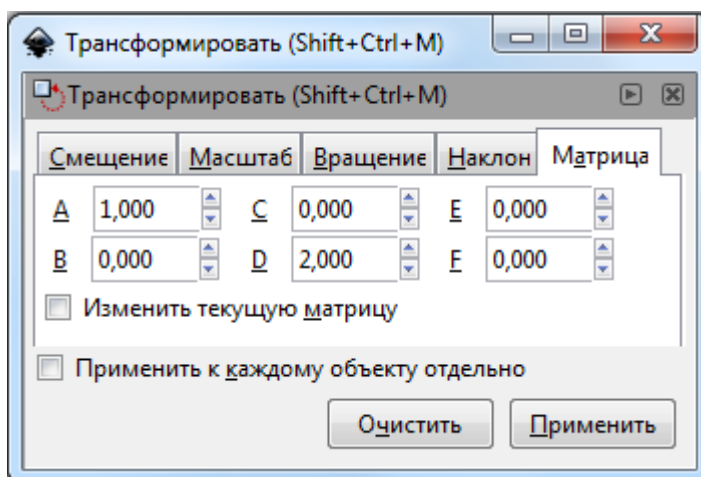


Рис. 4.

Достаточно только задать числовые значения коэффициентов $A \dots F$, имеющих тот же смысл, что и в определении аффинных преобразований (см. выше). Понятно, что такой способ преобразования объектов требует, как правило, некоторых предварительных вычислений — плата за универсальность. В этом же окне имеются ещё 4 вкладки, предназначение и правильное использование которых понятны из их названий. На рис. 4 приведён пример использования поворотов эллипса на 15 градусов.

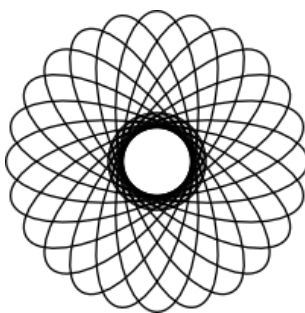


Рис. 4

Впрочем, приблизительные параллельные переносы проще осуществить с помощью мыши, выделив и перетащив объект по холсту (при нажатой клавише “Ctrl” перемещение происходит параллельно одной из осей координат).

Второй способ трансформирования объектов заключается в их выделении и использовании стрелок изменения формы (рис. 5) в двух режимах, переключение между которыми осуществляется щелчками мыши по выделенному объекту.

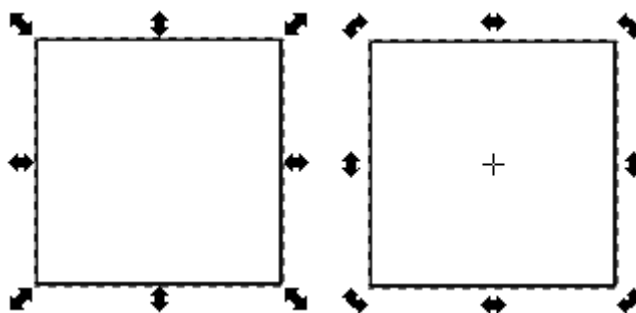


Рис. 5

В первом режиме перетаскивание стрелок, расположенных по бокам ограничивающего объект прямоугольника, приводит к сжатию или растяжению параллельно осям координат, а перетаскивание угловых стрелок позволяет масштабировать объект параллельно сразу обеим осям (при нажатой клавише “Ctrl” получим преобразование подобия). Во втором режиме боковые стрелки осуществляют аффинный сдвиг объекта вдоль одной из осей координат, в то время как угловые стрелки поворачивают объект на требуемый угол вокруг точки, выделяемой в Inkscape

перекрестием, которое в свою очередь можно перетащить в нужную точку холста (при этом разрешается покинуть пределы объекта).

Наконец, некоторые движения плоскости можно выполнить и с помощью кнопок  на панели параметров инструментов в режиме выделения. Ясно, что речь идёт о поворотах на 90 градусов и отражениях относительно параллельных осей координат прямых.

Вопрос

Как выполнить отражение относительно произвольной прямой?

Цвет в Inkscape

Понятно, что «правильное» окрашивание объектов зачастую представляет собой очень трудную задачу даже при решении некоторых несложных дизайнерских задач, а уж попытка создать фотореалистичное или художественное произведение требует от пользователя Inkscape быть настоящим художником. В этом пособии мы не сможем даже перечислить все инструменты Inkscape для работы с цветом — удачные приёмы использования этих инструментов здесь вовсе не рассматриваются.

Диалоговое окно «Заливка и обводка»

Вызывать его приходится постоянно (кнопка  на панели команд или в пункте меню «Объект»), так что читатель уже имеет определённый опыт работы с ним (и понимает разницу между заливкой и обводкой). Прежде всего, обе вкладки «Заливка» и «Обводка» содержат один и тот же набор кнопок (рис. 19), назначение которых не зависит от того, с чем мы работаем, поэтому ограничимся вкладкой «Заливка».



Рис. 19. Семь вариантов заливки и обводки.

Рассмотрим последовательно каждый из вариантов заливки.

- «Нет заливки»  . Пояснять нечего.
- «Сплошной цвет»  . В простых случаях проще всего выбрать один из цветов, представленных в нижней части главного окна Inkscape (так называемые «Образцы цветов»). В сложных случаях диалоговое окно «Заливка и обводка» позволяет «настроить» цвет по своему вкусу. Мы очень кратко рассмотрим лишь два способа: цветовые модели RGB и HSL.
 - Вкладка «RGB». На этой вкладке можно по отдельности установить значения красной, зелёной и синей составляющих цвета (см. пример с шахматной доской) как перетаскивая ползунки, так и «вбивая» готовые чисел от 0 до 255. Кроме того, мы можем регулировать прозрачность заливки, устанавливая значения альфа-канала «А» от 0 (полная прозрачность) до 255 (полная непрозрачность). Очень полезна возможность «Размывание» (от 0 до 100): нечёткие тени и световые пятна, эффект тумана, удалённость от наблюдателя и т. п. Наконец, в самом низу расположен ползунок «Непрозрачность» (от 0 до 100), назначение которого может поначалу вызвать недоумение у тех, кто знаком с альфа-каналом. Подробности здесь не место, однако следующий эксперимент помогает приблизиться к пониманию разницы (рис. 18).



Рис. 18. Квадрат и прямоугольник.

Сначала нарисуйте красный квадрат без обводки (на вкладке «Заливка»: $R = 255, G = 0, B = 0, A = 255$, размывание равно 0, непрозрачность — 100; обводки нет, то есть на вкладке «Обводка» нажата кнопка ). Затем перекройте часть квадрата синим прямоугольником с толстой чёрной обводкой (на вкладке «Заливка»: $R = 0, G = 0, B = 255, A = 255$, размывание равно 0, непрозрачность — 100; на вкладке «Обводка»: кнопка , $R = 0, G = 0, B = 0, A = 255$, размывание — 0, непрозрачность — 100; на вкладке «Стиль обводки» задайте ненулевую толщину обводки по своему усмотрению). Наконец, посмотрите, как влияет на результат альфа-канал и ползунок «Непрозрачность» на вкладке «Заливка» синего прямоугольника. В этом пособии, когда речь идёт о прозрачности, всегда имеется в виду соответствующий ползунок, а не альфа-канал (всегда 255).

- Вкладка “HSL”. Как быть, если вдруг понадобилось изобразить объект, скажем, нежного сиренево-голубого цвета? Кажется, в этом случае модель HSL быстрее приводит к успеху. Здесь: Hue — оттенок (грубо говоря, какой-нибудь цвет радуги), Saturation — насыщенность (грубо говоря, отклонение от нейтрального серого), Lightness — яркость (если яркость равна 255, то мы получаем просто белый цвет, а если 0, то чёрный).

- «Линейный градиент»  и «Радиальный градиент»  для экономии места рассмотрим вместе. Под градиентом понимается

плавный переход от одного цвета к другому. Примеры применения градиентов представлены на рис. 20.

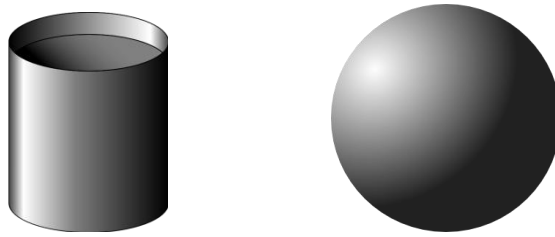


Рис. 20. «Освещение» с помощью линейного (слева) и радиального (справа) градиентов.

В этом пособии невозможно рассказать обо всех технических тонкостях (на художественные мы никогда и не замахивались!) работы с градиентами, поэтому мы просто приведём несколько типичных примеров.

- Нарисуйте произвольный прямоугольник и залейте его непрозрачным чистым красным цветом. Теперь нажмите на кнопку «Линейный градиент». Появится отрезок, концы которого мы будем называть опорными точками. При этом начальная опорная точка (та, что слева; обозначается квадратиком) по-прежнему задаёт полностью непрозрачный красный цвет, а конечная (справа; обозначается кружочком) — полностью прозрачный. Далее, на панели инструментов нажмите кнопку «Создавать и править градиенты»  и поэкспериментируйте с расположением этих опорных точек, перетаскивая их мышью (разумеется, можно покидать пределы прямоугольника). Затем по очереди выделяйте каждую из них и меняйте её цвет и прозрачность. Наконец, в любом месте представляющего градиент отрезка двойным щелчком создайте новую опорную точку (изображается ромбиком), выделите её и измените её цвет. Ясно, что количество промежуточных опорных точек, их цвет и

расположение на градиенте (то есть на представляющем его отрезке) зависит только от нашей фантазии. Именно так за несколько минут получился рис. 21. Лишние опорные точки удаляются выделением и нажатием широко известной клавиши.

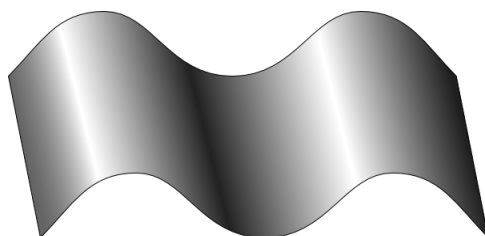


Рис. 21. Ещё одна имитация освещения.

- Прodelайте то же самое с радиальным градиентом. Обратите внимание на то, что на этот раз начальная опорная точка одна, а конечные и промежуточные разбиваются на пары. Непременно поэкспериментируйте с цветом и расположением всех опорных точек. Одним из результатов этих экспериментов должен быть «эллиптический» градиент. Обязательно посмотрите, что произойдёт, если перетаскивать начальную опорную точку при нажатой клавише **Shift**, то есть сместить центр градиента. На рис. 22 приведён простейший пример радиального градиента с несколькими промежуточными опорными точками и смещённым центром.

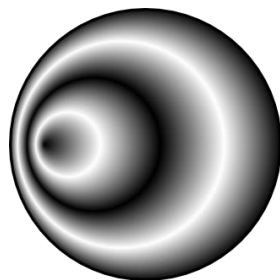


Рис. 22. Радиальный градиент с несколькими промежуточными опорными точками.

- Что делать, если одному объекту требуется назначить сразу несколько градиентов (см. рис. 23)?

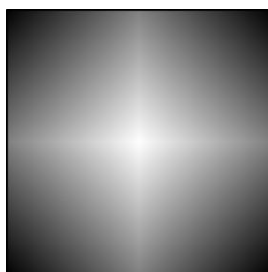


Рис. 23. Квадрат с двумя линейными градиентами.

Этого можно добиться, например, так: делаем несколько экземпляров объекта, «разносим» их, каждому экземпляру приписываем свой градиент, а затем делаем все экземпляры частично прозрачными и «сваливаем их в одну кучу».

- «Текстура» . Использовать готовые стандартные текстуры очень просто: надо только нажать на кнопку  и выбрать из ниспадающего списка нужную текстуру (рис. 24).



Рис. 24. Текстура «Волна».

Текстуры можно перемещать, поворачивать и масштабировать. Для этого они снабжены тремя управляющими точками (изображаются крестиком, кружочком и квадратиком), которые в случае пропажи можно обнаружить выделением нужного объекта и выбором инструмента редактирования узлов контура  на панели инструментов (обязательно поработайте с ними, не забывая про **Ctrl**). Разумеется, стандартных текстур не хватает, поэтому в Inkscape предусмотрена возможность создания собственных текстур. Приведём два простых примера.

- Результат представлен на рис. 25. Получается он совсем быстро. Обзаведясь произвольным контуром, рисуем звезду, выделяем её и выполняем команду «Объект(ы) в текстуру» пункта «Текстура» меню «Объект». Теперь новая текстура возглавляет список стандартных текстур под каким-нибудь техническим названием вроде «pattern6326». Далее действуем как обычно: выделяем наш контур и «выписываем» ему «pattern6326».

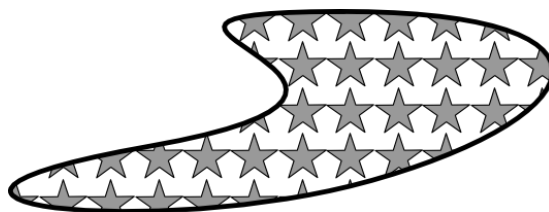


Рис. 25. «Авторская» текстура.

Превратить в текстуру можно и несколько выделенных объектов.

- Результат представлен на рис. 26. В текстуру можно превратить и понравившуюся картинку. Для этого следует в меню «Файл» выбрать пункт «Импортировать», найти эту картинку и дальше действовать как в предыдущем примере.

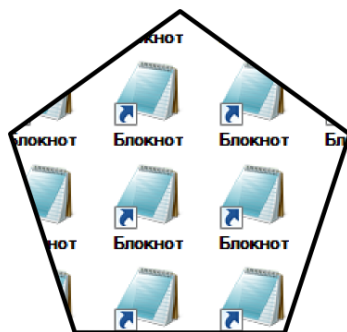


Рис. 26. Текстурой является значок известной программы.

- «Образец» . Ограничимся примером. Предположим, что несколько объектов должны быть окрашены в один и тот же цвет. Через некоторое время этот цвет перестал нас устраивать, и мы решили его изменить. Опять перебирать все объекты? А если их несколько десятков? А если какой-нибудь из них временно перекрыт другими (находится на невидимом слое и т. п.) и мы не вспомним о нём? Понятно, что в таком случае желательно привязывать не цвет к объекту, а объект к цвету. Сделать это можно так. Имея объект требуемого цвета, вызываем диалоговое окно «Образцы цветов» с помощью одноимённой команды меню «Вид». Изначально никаких «образцов» нет — только отсутствие заливки. Выделяем наш объект и вызываем диалог «Заливка и обводка», в котором и нажимаем кнопку . В окне «Образцы цветов» появляется желанный образец. Теперь рисуем сколь угодно долго, каждый раз выбирая именно этот образец для намеченных объектов. Итак, получилась сложная композиция, составленная из большого числа разнообразно окрашенных объектов, некоторые из которых радуют глаз «избранным» цветом. Выделяем любой из них и изменяем его «окраску» — тут же все остальные его

«товарищи по цвету» окрасятся точно так же (вместо этого можно редактировать и сам образец, выбрав его в окне «Образцы цветов»). Простой вопрос: как «открепить» какой-нибудь из этих объектов от «группы» и окрасить его индивидуально?

- Наконец, «Убрать заливку» . Клону нельзя иметь свой цвет — он наследует цвет оригинала. Если по каким-либо причинам клоны всё-таки должны засиять всеми цветами радуги, то просто «убирают заливку»  оригинала.

Обводка и маркеры

Третья вкладка окна «Заливка и обводка» называется «Стиль обводки». Большинство из представленных на ней возможностей мы оставляем для самостоятельного изучения, а здесь на двух примерах кратко рассмотрим так называемые маркеры.

- Результат представлен на рис. 27. На панели инструментов выбираем «Рисовать кривые Безье и прямые линии» и рисуем произвольный контур. На рис. 27 контур имеет 6 узлов: начальный, конечный и 4 промежуточных. На вкладке «Стиль обводки» из ниспадающих списков выбираем «Маркер начала» (здесь — ромб), «Маркер середины» (здесь — ножницы) и «Маркер конца» (здесь — квадрат), а саму обводку делаем пунктирной.

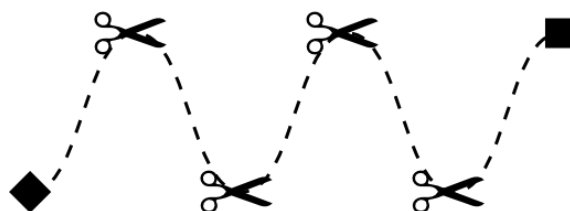


Рис. 27. Простейший пример с маркерами.

Видно, что маркеры располагаются в узлах контура. Если объект не контур, мы всегда можем «оконтурить» его (см. соответствующую команду в меню «Контур»).

- Можно создавать свои маркеры (рис. 28).

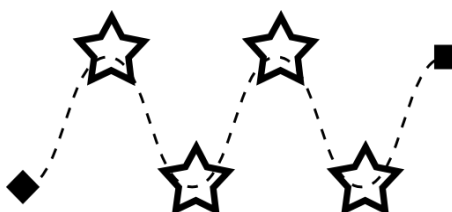


Рис. 28. «Авторские» маркеры.

Для этого выделите нужные объекты и выполните команду «Объекты в маркер» меню «Объект». После этого в списке доступных маркеров **должна** появиться новая строчка с названием вроде «marker4202» (правда, иногда перед этим приходится пустить в дело один из имеющихся маркеров).

Пипетка

Применение этого «инструмента» столь же просто, как и устройство реальной пипетки. В самом деле, предположим, что перед нами несколько объектов разных цветов. Мы решили назначить объекту «А» цвет объекта «Б». Для этого мы выделяем объект «А», на панели инструментов выбираем пипетку  и «забираем» цвет у объекта «Б» (щелчок мыши на «Б»). Всё очень просто, но есть некоторые приятные особенности.

- Во-первых, «забрать» цвет можно сразу у нескольких объектов, просто обведя их пипеткой. Точнее говоря, выбрав пипетку, перетаскиванием мыши мы можем нарисовать воображаемый (но хорошо видимый на холсте!) круг, и объект «А» будет окрашен «средним» цветом тех цветов, которые попали в круг.
- Во-вторых, если при щелчке по «Б» нажата клавиша **Alt**, «А» будет окрашен в так называемый «обратный» цвет (сравните значения RGB для обоих).
- В-третьих, пипетка — как и всякий уважающий себя инструмент! — имеет непустую панель параметров инструментов. Кнопки «Снять» и «Назначить» управляют переносом прозрачности (альфа-канал) с «Б» на «А». Самостоятельное наблюдение за прозрачностью этих объектов гораздо эффективнее многословных объяснений.
- Наконец, когда пипетка активна, нажатие **Ctrl+C** заносит RGBA-кодировку цвета под пипеткой в общесистемный буфер обмена, откуда его можно «впечатать» куда угодно.

Заливка областей

Как и во всех программах такого рода, в Inkscape есть кнопка «Заливать замкнутые области» . Пиктограмма идеально отражает предназначение этого инструмента. На нескольких примерах поясним, как с ним работать.

- Результат представлен на рис. 29. Сначала нарисуем две фигуры без заливки так, чтобы они частично перекрывались. Затем переходим в режим выделения (можно просто нажать клавишу **Пробел** на клавиатуре), щёлкаем мышью в любом свободном месте холста (чтобы не осталось ни одного выделенного объекта) и выбираем какой-нибудь цвет из палитры (чтобы этот цвет стал текущим). Наконец, нажимаем на кнопку  и щёлкаем внутри намеченной области, которая тут же

окрасится в выбранный цвет. На самом деле Inkscape создал новый контур, ограничивающий эту область, и залил его нужным цветом, а исходные объекты не изменились. Чтобы убедиться в этом, достаточно оттащить залитую область в сторону и прочитать подсказку в строке состояния.

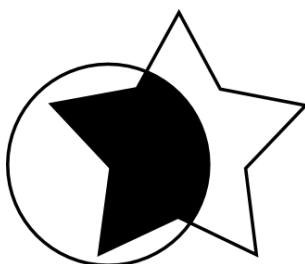


Рис. 29 «Область залита, создан контур с 16 узлами» — сообщает Inkscape.

- Теперь обратим внимание на панель параметров этого инструмента. На что влияют параметры «Чем залить» и «Порог»? Проведём небольшой эксперимент. Нарисуем зелёный квадрат (то есть G и A — 255, остальные — нули), а внутри него — красный (то есть R и A — 255, остальные — нули). Далее делаем текущим серый цвет, нажимаем на кнопку , из списка «Чем залить» выбираем «Синий» и устанавливаем значение «Порога» в 0. Щелчок в любом месте каждого из квадратов заливает оба квадрата серым цветом. Потом чуть-чуть подправим зелёный квадрат и зададим для его синей составляющей значение 1. Теперь заливка коснётся только одного из квадратов. Наконец, немного увеличим значение порога — опять залиты оба квадрата! Дело в том, что Inkscape определяет цвет стартового пикселя (место щелчка) и для каждого нового пикселя решает, заливать его или нет, сравнивая цветовые характеристики обоих пикселей. Сначала мы выбрали синюю компоненту, и Inkscape залил оба квадрата, поскольку у обоих квадратов она была равна нулю и все пиксели были одинаково «синие». Затем мы «испортили» пиксели одного из квадратов, и

Inkscape тут же стал различать квадраты. Увеличение порога притупляет бдительность Inkscape, и программа снова перестаёт различать пиксели. Эта возможность может быть очень полезна при упрощении чересчур сложных векторных изображений, которые часто получаются при векторизации растров.

- Уже отмечалось, что при заливке области Inkscape создаёт новый контур, повторяющий её границы. Это естественно, поскольку Inkscape — редактор **векторной** графики. Столь же естественной выглядит возможность увеличения или уменьшения создаваемого при заливке контура (см. панель параметров инструментов). На рис. 30 слева показан исходный контур, а справа — результат нескольких уменьшающихся заливок попеременно то белого, то чёрного цвета. В конце концов Inkscape «выдал» невесёлое сообщение: «**Слишком сильная втяжка**, в результате ничего не осталось».



Рис. 30. «Увеличить/уменьшить на: -10 pt».

- Можно ли носить воду в решете? В книге Я. И. Перельмана «Занимательная физика» на этот вопрос даётся утвердительный ответ. Inkscape тоже отвечает утвердительно — хотя и на свой манер. Дело в том, что Inkscape можно заставить не замечать небольшие разрывы на границе областей, и тогда разливающаяся «краска» не будет проникать сквозь такие границы. В качестве примера можно нарисовать квадрат со сплошной обводкой, а внутри него другой — уже с пунктирной. «Запускаем» наш инструмент и на панели его параметров находим раздел под названием «Закрыть интервалы», где выбираем любой пункт кроме «Нет». Теперь можно приступать к заливке. Если пунктир не останавливает окрашивание, можно просто уменьшить изображение

и попробовать ещё раз, поскольку при заливке областей Inkscape работает с экранными пикселями.

Текст

Inkscape предоставляет достаточно широкий набор средств для работы с текстом. Работа начинается с кнопки  на панели инструментов, после чего можно вводить сам текст. Это можно сделать двумя способами. Во-первых, можно просто щёлкнуть мышью в нужном месте и начать печатать. При этом переходить на новую строку придётся вручную, нажимая, как обычно, **Enter**. Во-вторых, мышью можно сначала выделить некоторый прямоугольник, за пределы которого текст никогда не выйдет. В этом случае перенос на новую строку происходит автоматически, а когда прямоугольник заполнится, новые символы не будут отображаться на экране. Однако они никуда не исчезают: их можно увидеть, просто увеличив прямоугольник. В обоих случаях Inkscape создаёт так называемый текстовый объект, который можно перемещать, поворачивать и т. п. (рис. 31). У этого объекта даже есть собственная прилипающая точка, порождающая сообщения вроде «Линия шрифта текста к пересечению линий сетки».



Рис. 31. Мы смотрим на рекламные щиты снизу или сверху?

Редактирование уже имеющегося текста также начинается с кнопки  и щелчка по намеченному текстовому объекту. Сейчас мы кратко рассмотрим панель параметров этого инструмента, но перед этим — чтобы избежать «энциклопедических» повторений! — подчеркнём, что зачастую, но не всегда, если выделен какой-то фрагмент текста, то изменения коснутся

только этого фрагмента, а если ничего не выделено (то есть выделен сам текстовый объект) — всего текстового объекта в целом.

- Первый раздел панели позволяет обычным образом установить шрифт, его размер и начертание (например, полужирный).
- Второй раздел содержит знакомые всем команды выравнивания текста: по левому краю, по центру и т. д.
- Третий раздел даёт возможность набирать нижние и верхние индексы. Пример представлен на рис. 32. Получается он очень просто: сначала без затей набираем «H2O», потом выделяем цифру два и нажимаем кнопку . Выделенная двойка становится нижним индексом.



Рис. 32. Вода.

- Четвёртый раздел представлен на рис. 33. Ниже все его элементы управления описаны слева направо.



Рис. 33. 4-й раздел снабжён интуитивно понятными пиктограммами.

- Во-первых, мы можем регулировать расстояния между строками (посмотрите, что произойдёт, если мы выделим только часть какой-нибудь строки).
- Во-вторых, можно управлять расстоянием между буквами (рис. 34).

Мне нравится I n k s c a r e !

Рис. 34. Название программы выделено разрядкой.

- В-третьих, Inkscape может изменять расстояния между словами.
- В-четвёртых, горизонтальный кернинг, то есть изменение горизонтального интервала между символами. На рис. 35 мы набрали первое слово и оставили его «как есть», тогда как во втором изменили интервал между первыми двумя буквами.

Удалось? Удалось!

Рис. 35. В первом слове не хватает только запятой после «у».

Мы не будем подробно объяснять, в чём отличие этого пункта от второго, а только отметим, что убрать ручной кернинг можно с помощью соответствующей команды меню «Текст» (это замечание справедливо также для пятого и шестого пунктов).

- Наконец, два последних варианта представлены на рис. 36.

Так бы_вае_т.

Рис. 36. Смещение по вертикали в первом слове и вращение — во втором.

Если ничего не выделено, то смещаются все буквы от курсора до конца строки, а вращается только непосредственно следующая за курсором буква.

- Пятый (и последний) раздел позволяет выбрать ориентацию текста: горизонтальная или вертикальная.

Для работы с текстом в Inkscape также есть уже упоминавшееся меню «Текст», предлагающее много полезных команд. Первые три вызывают

диалоговые окна «Текст и шрифт», «Редактор шрифтов SVG» и «Глифы». Первое и третье достаточно стандартны, а описание второго выходит за рамки данного пособия. Следующие пять команд весьма интересны и позволяют получить нетривиальные эффекты.

- «Разместить по контуру». Пример приведён на рис. 37.



Рис. 37. Текст по контуру.

Делается это очень просто: выделяем текстовый объект и контур, выполняем команду «Разместить по контуру». Замечательно, что после связывания двух этих объектов мы можем редактировать каждый из них, не нарушая этой связи (на рис. 37 был отредактирован текст: подправлены интервалы между буквами, слово приподнято над кривой и т. п.) Более того, «изогнутый» текст можно оттащить в сторону — связь не потеряется, и текст по-прежнему будет отзываться на изменения контура.

- «Снять с контура». Понятная команда, разрывающая связь между текстовым объектом и контуром. Предварительно достаточно выделить только текстовый объект. Текст «выпрямляется» в одну строку, но сохраняет «редакторскую правку».
- «Заверстать в блок». Пример приведён на рис. 38.

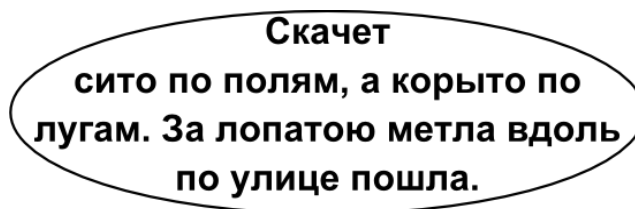


Рис. 38. «Федорино горе» К. И. Чуковского.

Порядок работы с «блоками» точно такой же, как и в случае контуров. Дополнительно можно отметить, что допускается «завёрстывание» текста сразу в несколько фигур, которые надо выделять в порядке, обратном тексту (рис. 39).



Рис . 39. Сначала был выделен правый эллипс.

- «Вынуть из блока». См. команду «Снять с контура».
- «Преобразовать в текст». Эта команда также «вынимает» текст из блока, но не разворачивает его в одну строку, а пытается сохранить взаимное расположение слов на холсте.

Наконец, три простых замечания. Во-первых, текст — целиком или побуквенно — можно раскрасить во все цвета радуги совершенно стандартными средствами (не будем забывать и про обводку). Пример представлен на рис. 40.



Рис. 40. Вторая буква не окрашена, но обведена пунктиром.

Во-вторых, по-прежнему применимы градиенты (рис. 41). Непременно поэкспериментируйте с многострочным текстом и различными градиентами.



Рис. 41. Линейный градиент.

Совершенно замечательно, что текст при этом остаётся самим собой: его по-прежнему можно редактировать обычным образом.

В-третьих, если стандартных приёмов не хватает, можно пойти на крайние меры, а именно — превратить буквы в контуры (команда «Оконтурить объект» меню «Контур»). Правда, мы потеряем редактируемый текст и получим груду обыкновенных контуров, но — красота требует жертв! Рис. 42 получен так: мы набрали текст, оконтурили его (получилась группа из 7 объектов), разгруппировали «текст» (команда «Разгруппировать» меню «Объект») и применили линейный градиент.



Рис. 42. Семь контуров.

На рис. 43 текст *пришлось* превратить в набор контуров, чтобы применить один из встроенных в Inkscape эффектов.

ОЗНОБ

Рис. 43. Команда «Дрожание узлов» подменю «Изменение контура» меню «Расширения».

Векторизация растровых изображений

Inkscape может преобразовать растровое изображение в векторное. Разумеется, сложное растровое изображение может порождать контуры с тысячами узлов, но в простых случаях (см. рис. 44) удаётся достаточно быстро получить приемлемый результат.

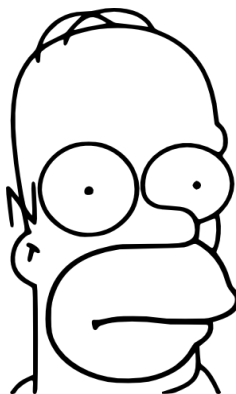


Рис. 44. Этот контур состоит из 212-и узлов.

Поясним, как можно получить понравившийся контур.

- Где угодно достаём нужный файл (несложного) растрового изображения.
- Выполняем команду «Импортировать» (меню «Файл»), которая вызывает диалоговое окно «Выберите файл для импорта».
- Находим и открываем наше растровое изображение (Inkscape задаст ещё один вопрос, на который можно ответить как угодно, поскольку нам нужен только контур).

- Выделяем растр и в меню «Контур» выбираем команду «Векторизовать растр», которая запускает одноимённый диалог (рис. 45).

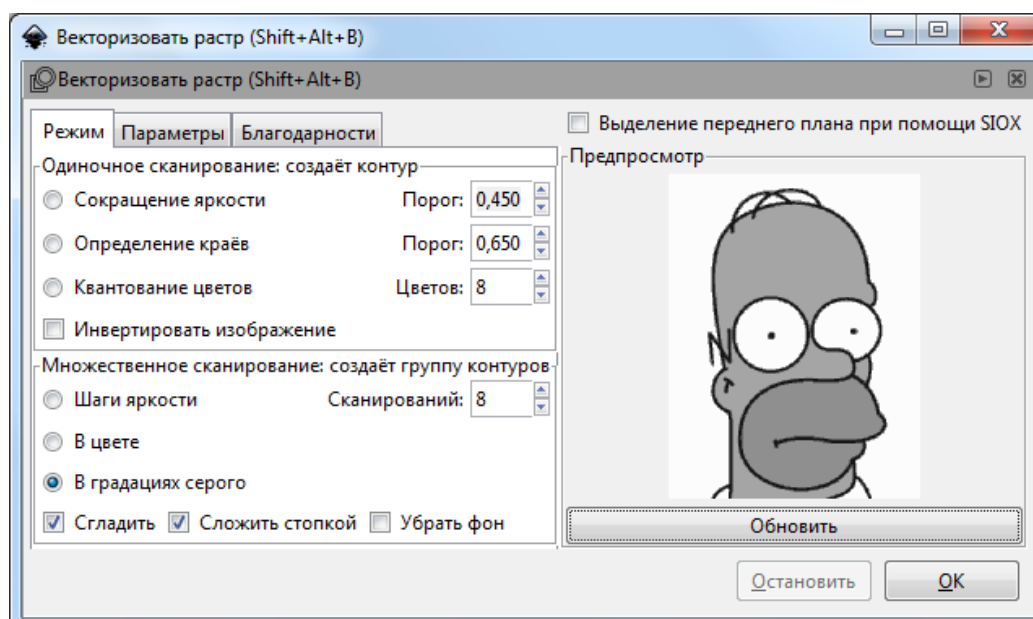


Рис. 45. Предварительный просмотр.

- На вкладке «Режим» находим раздел «Множественное сканирование: создаёт группу контуров» и выбираем в нём пункт «В градациях серого».
- Всё остальное оставляем по умолчанию и смотрим, что получится, нажимая на кнопку «Обновить».
- Кнопка «ОК». Поверх растрового изображения Inkscape помещает группу из нескольких контуров (в случае с Гомером Симпсоном их получилось ровно 8).
- Теперь можно закрыть диалог и оттащить группу контуров в сторону. Судьба растра нас больше не интересует; его можно и оставить для сравнения.
- Далее начинается творческая работа с контурами. Например, здесь мы разгруппировали контуры и растащили их в разные стороны. Один из восьми контуров показан на рис. 46.

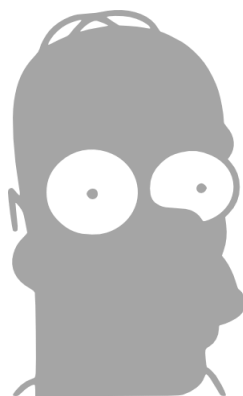


Рис. 46. Контур с заливкой, но без обводки.

Мы удалили все контуры, кроме одного (рис. 44). Кстати, одним из контуров был простой прямоугольник, ограничивавший растр, поскольку мы не воспользовались умением Inkscape убирать фон (см. соответствующую опцию на рис. 45).

Завершив пример, рассмотрим диалог «Векторизовать растр» подробнее. Напомним, что контур может состоять из нескольких не связанных между собой кусков.

- «Сокращение яркости» (один контур). Векторизация даёт один контур, охватывающий те области, яркость которых *меньше* установленного «Порога», который может изменяться от 0 до 1. На рис. 47 слева направо представлены исходный растр (бывший чёрный круг с размытием, установленным в 30) и три его векторизации, полученные при значениях порога 0,450, 0,200 и 0,050 соответственно.

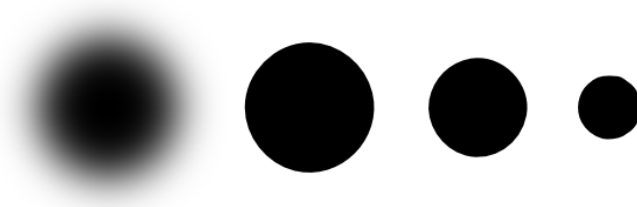


Рис. 47. Чем больше порог, тем больше область.

- «Определение краёв» (один контур). Название довольно точно отражает суть этого метода векторизации. Избежать многословных объяснений по поводу соответствующего этому методу «Порога» поможет следующий простой эксперимент. Нарисуйте два concentric circles разных радиусов и залейте их близкими оттенками серого цвета так, чтобы один круг был едва виден на фоне другого. Превратите картинку в растр (см. пример в начале пособия) и импортируйте его. Поэкспериментируйте с различными значениями «Порога» от 0 до 1: при больших значениях порога Inkscape не будет замечать границы меньшего круга, а при малых — заметит!
- «Квантование цветов» (один контур). Понять отличие этого метода от предыдущего нам опять поможет простой пример. Изобразите какой-нибудь прямоугольник и залейте его линейным градиентом (скажем, от красного к зелёному). Растеризуйте картинку и импортируйте обратно новоиспечённый растр. «Определение краёв» уже не сработает: градиент обеспечивает плавное изменение яркости от пикселя к пикселю, и никаких ярко выраженных границ просто нет. В то же время «Квантование цветов» создаёт контур, ограничивающий области, отличающиеся друг от друга именно по цвету. Понятно, что чем больше цветов мы указали в окошке справа от переключателя, тем «тоньше» будет векторный «снимок».
- Назначение общей для трёх методов опции «Инвертировать изображение» легко выяснить самостоятельно.

- «Шаги яркости» (количество контуров *должно совпасть* с количеством сканирований). По сути, то же «Сокращение яркости» (см. выше), выполненное несколько раз с разными порогами. Для рис. 48 мы «заказывали» 2 сканирования, после которых получилось 3 (sic!) контура, объединённых в группу. Их можно разгруппировать и продолжить с ними работу.



Рис. 48. Уровни яркости (ср. с рис. 47).

- «В цвете» (несколько контуров). В очень упрощённом виде этот метод векторизации можно описать так: Inkscape «представляет себе» картинку раскрашенной столькими цветами, сколько сканирований мы запросили, а потом для каждого цвета создаёт свой контур (разумеется, при этом Inkscape «старается» воспроизвести исходную цветную картинку как можно лучше). Посмотрим на примере, чем этот метод отличается от «шагов яркости». Нарисуйте круг и снабдите его радиальным градиентом от красного центра к зелёному краю (или наоборот). Как и прежде, растеризуйте картинку и импортируйте её. Векторизуйте её «в цвете» с 8-ю сканированиями (по умолчанию), разгруппируйте получившиеся контуры и растащите их по сторонам. Среди контуров наверняка появятся и такие, какие представлены на рис. 49.



Рис. 49. При плавном переходе от красного к зелёному Inkscape увидел и такие контуры (по форме, а не по цвету!).

Если проделать то же самое с градиентом от чёрного к белому, то контуры будут намного более тривиальными: всё-таки переход от чёрного к белому «составить» из градаций серого гораздо проще, чем переход от красного к зелёному.

- «В градациях серого» (несколько контуров). Повторяет предыдущий пункт, но в переводе на «чёрно-белый язык». Здесь будет очень поучительно сравнить между собой три последних метода на примере градиента от красного к зелёному (обязательно проделайте это). Именно этот метод мы выбрали для векторизации Гомера Симпсона, поскольку изначально картинка была многоцветной, а нам хотелось выделить только его чёрный контур.
- Кратко о трёх опциях для множественного сканирования. «Сгладить»: перед сканированием рисунок «размывается» по Гауссу, что уменьшает количество резких переходов между соседними пикселями. «Сложить стопкой»: каждый новый контур «охватывает» лежащие *над ним* контуры. «Убрать фон»: удаляется самый нижний контур, который при «складывании стопкой» просто ограничивает прямоугольник, занимаемый растром.
- Наконец, на вкладке «Параметры» представлены опции, пригодные для всех методов векторизации. «Убрать пятна»: залейте прямоугольник текстурой «Горошек средний», создайте растр и попробуйте векторизацию при различных значениях «Размера». «Сгладить углы»: нарисуйте прямоугольник, превратите его в растр и векторизуйте при различных значениях «Порога». «Оптимизировать контуры»: чем

больше «Сглаживание», тем меньше узлов содержат получающиеся контуры.

На прощание, Гомер может и подмигнуть нам (рис. 47).

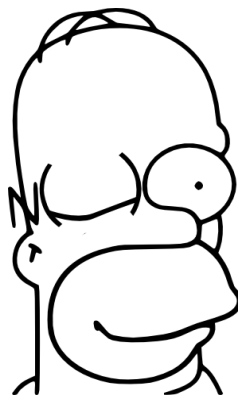


Рис. 47. Пример отредактированного контура.

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

К. В. Матюшичев

**Введение в векторную графику
на основе Inkscape**

Учебное пособие

Петрозаводск
Издательство ПетрГУ

2012