Основы программирования

ФИСТ 1 курс
Власенко
Олег
Федосович

Лекция 3

Функции. Локальные переменные.
Передача параметров.
Рекурсия.
Рисование рекурсивных картинок

Что такое подпрограмма?

Процедуры и функции в Pascal.

```
procedure ReadArray;
begin
end;

function Abs(x:single): single;
begin
end;
```

Функции в Си.

```
void read_array () {
}

float abs(float f) {
}
```

Зачем нужны подпрограммы?

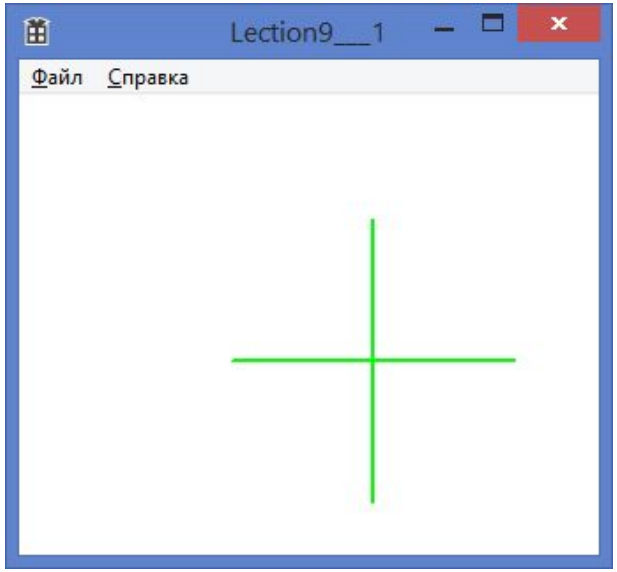
Зачем нужны подпрограммы?

- **Писать меньше кода - Повторяющийся код реализовать один раз, а вызывать многократно (sin(), printf() …)**
- **Сделать код проще для редактирования - Разделить длинный код на части (произвольно)**
- **Упростить код - Разбить сложный алгоритм на части**
- **Повысить уровень абстракции – уйти от низкоуровневых операций на уровень предметной области**

- **Создавать библиотеки для повторного использования – стандартная библиотека Си состоит из функций**
- **Писать большие программы (до десятков и сотен**

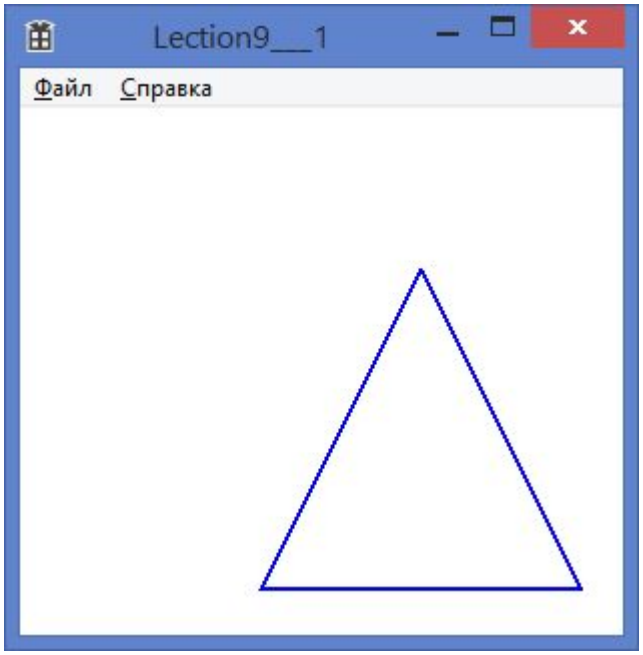
Рисование креста

```
void Cross(HDC hdc, int cx, int cy, int size) {
      HPEN hPen;
      hPen = CreatePen(PS_SOLID, 2, RGB(0, 255, 0));
      SelectObject(hdc, hPen);
      MoveToEx(hdc, cx - size, cy, NULL);
      LineTo(hdc, cx + size, cy);
      MoveToEx(hdc, cx, cy - size, NULL);
      LineTo(hdc, cx, cy + size);
      DeleteObject(hPen);
} …
 case WM_PAINT:     {
            PAINTSTRUCT ps;
            HDC hdc = BeginPaint(hWnd, &ps);
      Cross(hdc, 200, 150, 80);
      EndPaint(hWnd, &ps);
       }
```



Рисование треугольника

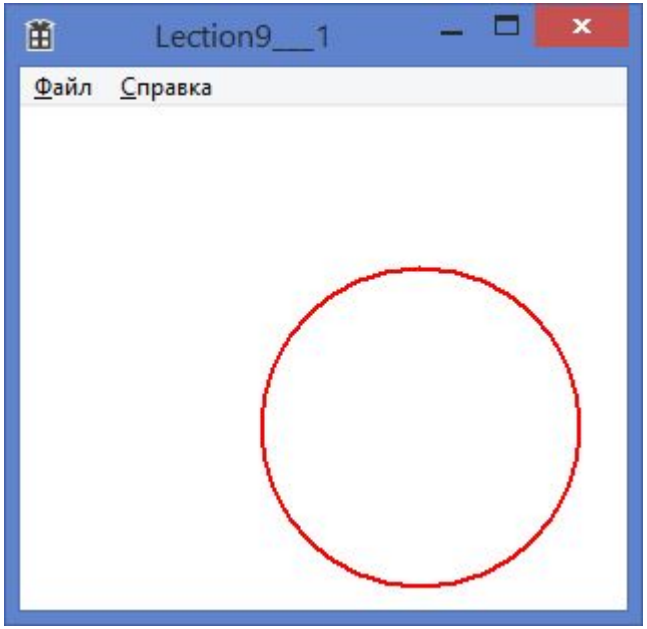
```
void Triangle(HDC hdc, int cx, int cy, int size) {
    HPEN hPen;
    hPen = CreatePen(PS_SOLID, 2, RGB(0, 0, 255));
    SelectObject(hdc, hPen);

    MoveToEx(hdc, cx, cy - size, NULL);
    LineTo(hdc, cx + size, cy + size);
    LineTo(hdc, cx - size, cy + size);
    LineTo(hdc, cx, cy - size);

    DeleteObject(hPen);
}
...
Triangle(hdc, 200, 160, 80);
```



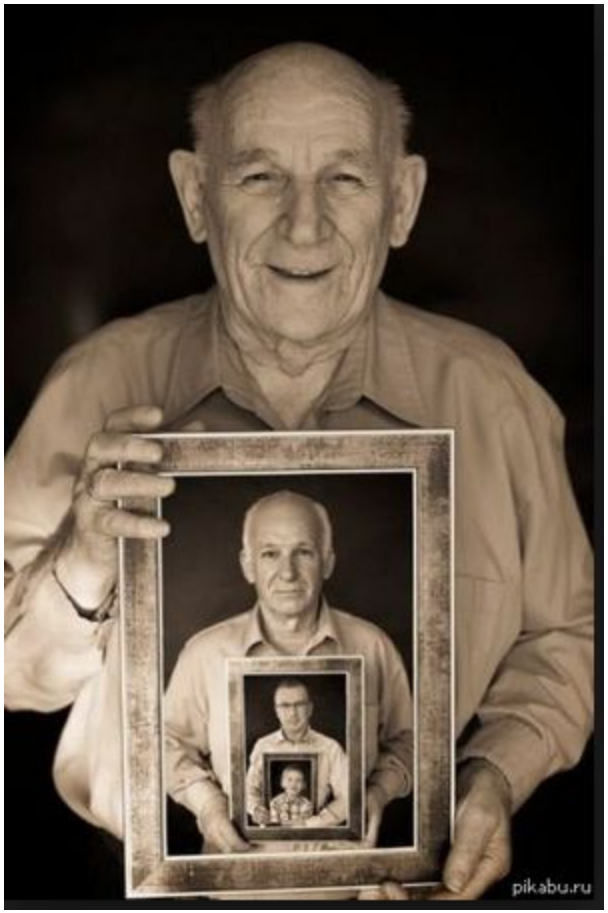
Рисование окружности

```
void Circle(HDC hdc, int cx, int cy, int size) {
    HPEN hPen;
    hPen = CreatePen(PS_SOLID, 2, RGB(255, 0, 0));
    SelectObject(hdc, hPen);
    Ellipse(hdc, cx - size, cy - size, cx + size, cy + size);

    DeleteObject(hPen);
}
...
```

Circle(hdc, 200, 160, 80);

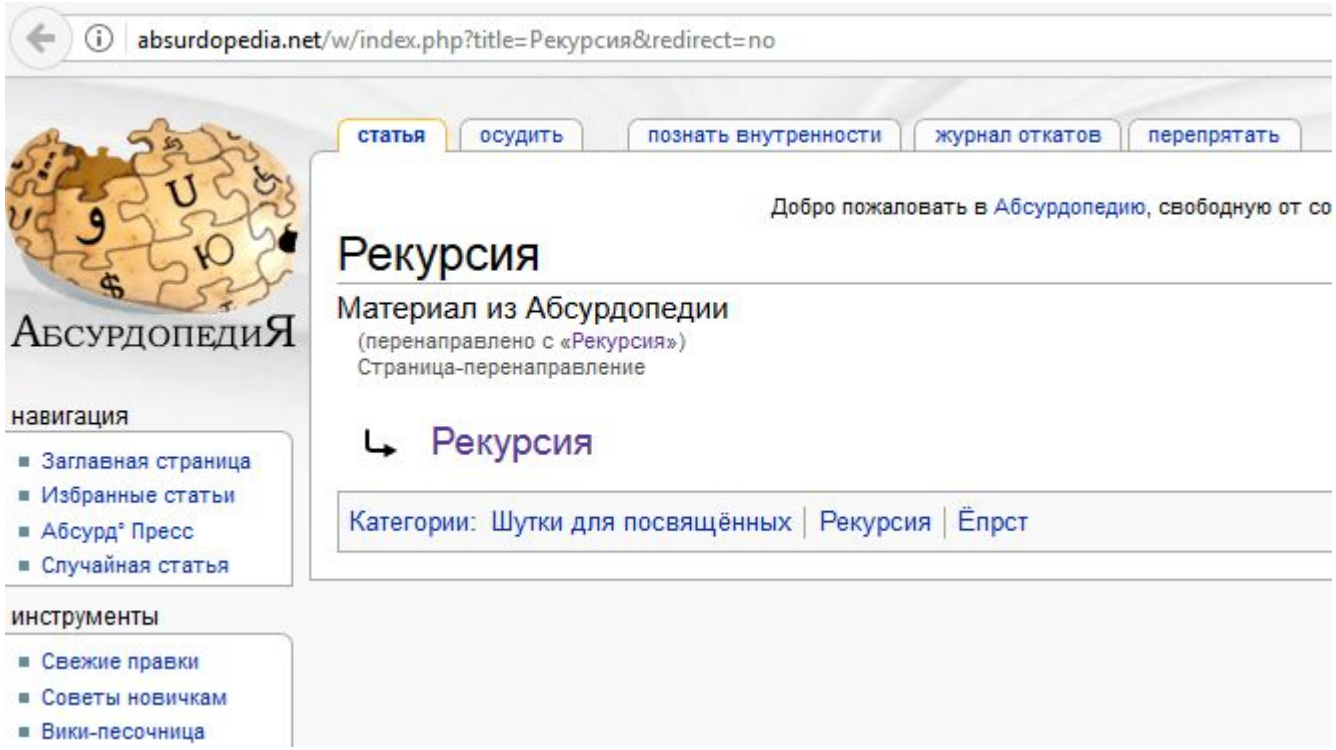


Рекурсия



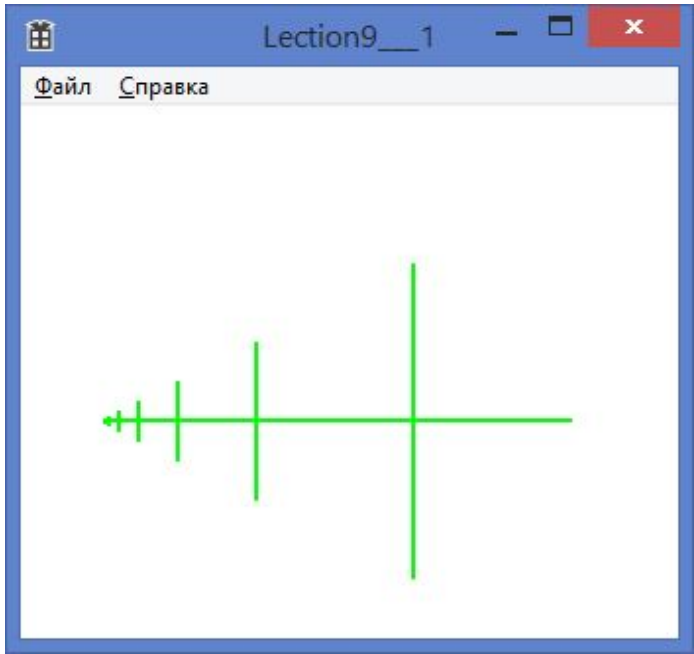
Рекурсия

Рекурсия


absurdopedia.net/w/index.php?title=Рекурсия&redirect=no
АБСУРДОПЕДИЯ
статья
осудить
познать внутренности
журнал откатов
перепрятать
Добро пожаловать в Абсурдопедию, свободную от со
Рекурсия
Материал из Абсурдопедии
(перенаправлено с «Рекурсия»)
Страница-перенаправление
Рекурсия
Категории: Шутки для посвящённых | Рекурсия | Ёпрст
навигация
Заглавная страница
Избранные статьи
Абсурд° Пресс
Случайная статья
инструменты
Свежие правки
Советы новичкам
Вики-песочница

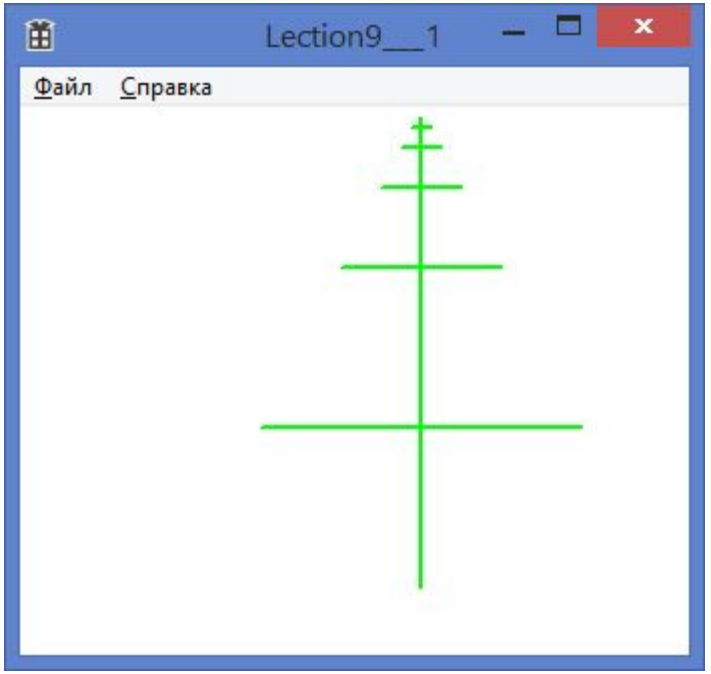
Рисование рекурсивного креста

```
void RecursiveCross(HDC hdc, int cx, int cy, int size) {
      Cross(hdc, cx, cy, size);
      if (size < 2) {
            return;
      }
      RecursiveCross(hdc, cx - size, cy, size / 2);
}
…
 case WM_PAINT:     {
            PAINTSTRUCT ps;
            HDC hdc = BeginPaint(hWnd, &ps);

      RecursiveCross(hdc, 200, 160, 80);

      EndPaint(hWnd, &ps);
       }
```



Рисование рекурсивного креста

```
void RecursiveCross(HDC hdc, int cx, int cy, int size) {
    Cross(hdc, cx, cy, size);
    if (size < 10) {
        return;
    }

    RecursiveCross(hdc, cx, cy - size, size / 2);
}
…

RecursiveCross(hdc, 200, 160, 80);
```



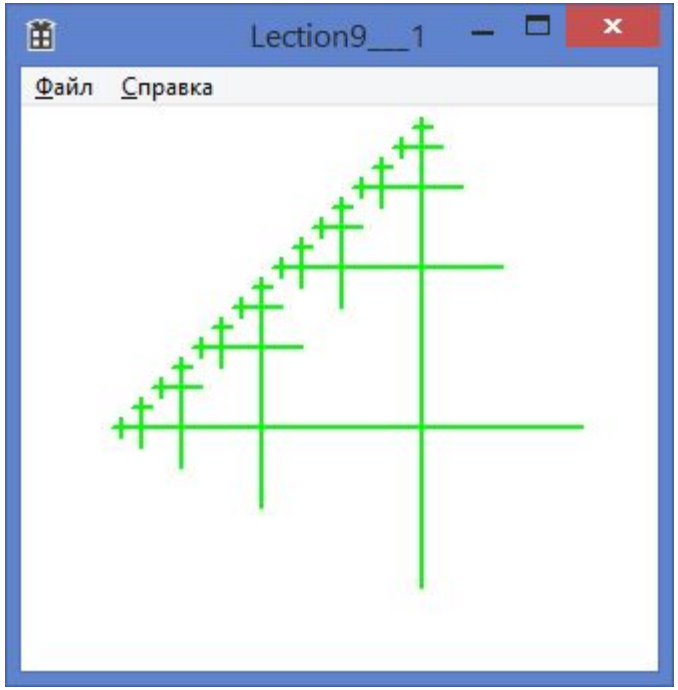
Рисование рекурсивного креста

```
void RecursiveCross(HDC hdc, int cx, int cy, int size) {
    Cross(hdc, cx, cy, size);
    if (size < 10) {
        return;
    }
    RecursiveCross(hdc, cx - size, cy, size / 2);
    RecursiveCross(hdc, cx, cy - size, size / 2);
}…

RecursiveCross(hdc, 200, 160, 80);
```

?

Рисование рекурсивного креста

```
void RecursiveCross(HDC hdc, int cx, int cy, int size) {
    Cross(hdc, cx, cy, size);
    if (size < 10) {
        return;
    }
    RecursiveCross(hdc, cx - size, cy, size / 2);
    RecursiveCross(hdc, cx, cy - size, size / 2);
}...

RecursiveCross(hdc, 200, 160, 80);
```



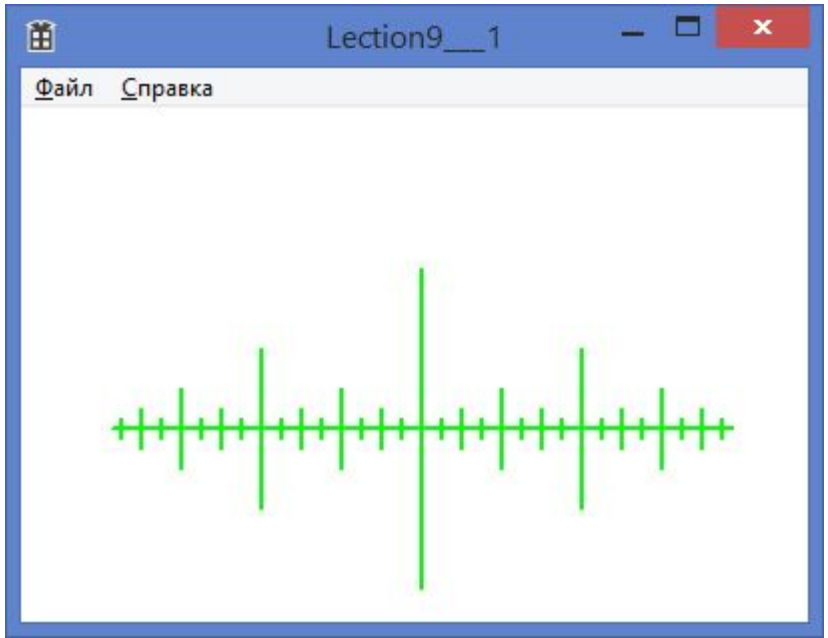
Рисование рекурсивного креста

```
void RecursiveCross(HDC hdc, int cx, int cy, int size) {
    Cross(hdc, cx, cy, size);
    if (size < 10) {
        return;
    }
    RecursiveCross(hdc, cx - size, cy, size / 2);
    RecursiveCross(hdc, cx + size, cy, size / 2);
}…

RecursiveCross(hdc, 200, 160, 80);
```

?

Рисование рекурсивного креста

```
void RecursiveCross(HDC hdc, int cx, int cy, int size) {
    Cross(hdc, cx, cy, size);
    if (size < 10) {
        return;
    }
    RecursiveCross(hdc, cx - size, cy, size / 2);
    RecursiveCross(hdc, cx + size, cy, size / 2);
}…

RecursiveCross(hdc, 200, 160, 80);
```



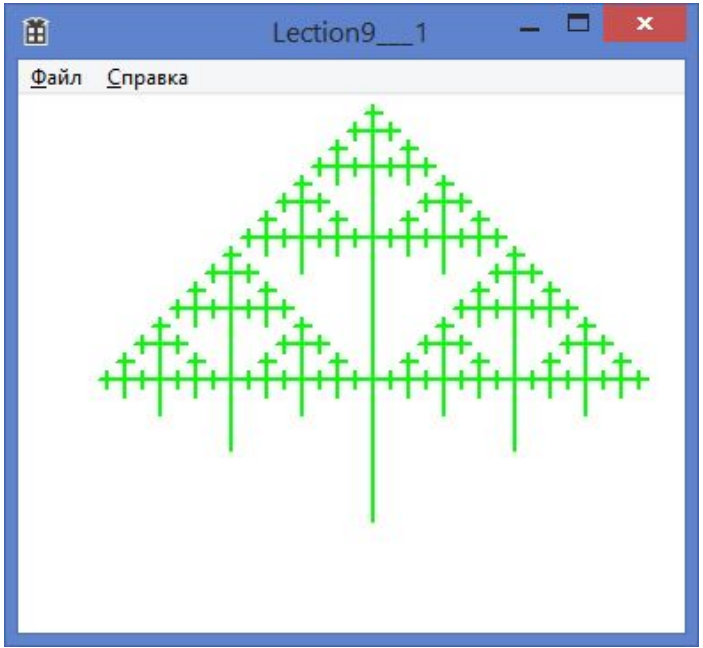
Рисование рекурсивного креста

```
void RecursiveCross(HDC hdc, int cx, int cy, int size) {
    Cross(hdc, cx, cy, size);
    if (size < 10) {
        return;
    }
    RecursiveCross(hdc, cx - size, cy, size / 2);
    RecursiveCross(hdc, cx, cy - size, size / 2);
    RecursiveCross(hdc, cx + size, cy, size / 2);
}
...
RecursiveCross(hdc, 200, 160, 80);
```

?

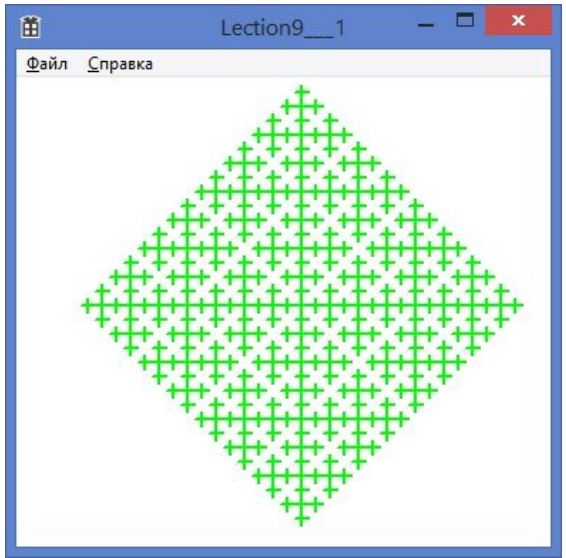
Рисование рекурсивного креста

```
void RecursiveCross(HDC hdc, int cx, int cy, int size) {
    Cross(hdc, cx, cy, size);
    if (size < 10) {
        return;
    }
    RecursiveCross(hdc, cx - size, cy, size / 2);
    RecursiveCross(hdc, cx, cy - size, size / 2);
    RecursiveCross(hdc, cx + size, cy, size / 2);
}
...
RecursiveCross(hdc, 200, 160, 80);
```



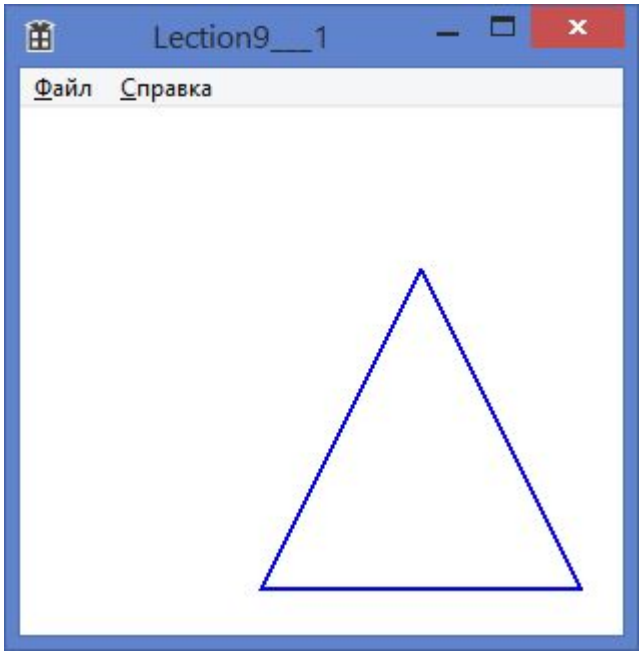
Рисование рекурсивного креста

```
void RecursiveCross(HDC hdc, int cx, int cy, int size) {
    Cross(hdc, cx, cy, size);
    if (size < 10) {
        return;
    }
    RecursiveCross(hdc, cx - size, cy, size / 2);
    RecursiveCross(hdc, cx, cy - size, size / 2);
    RecursiveCross(hdc, cx + size, cy, size / 2);
    RecursiveCross(hdc, cx, cy + size, size / 2);
}
...
RecursiveCross(hdc, 200, 160, 80);
```



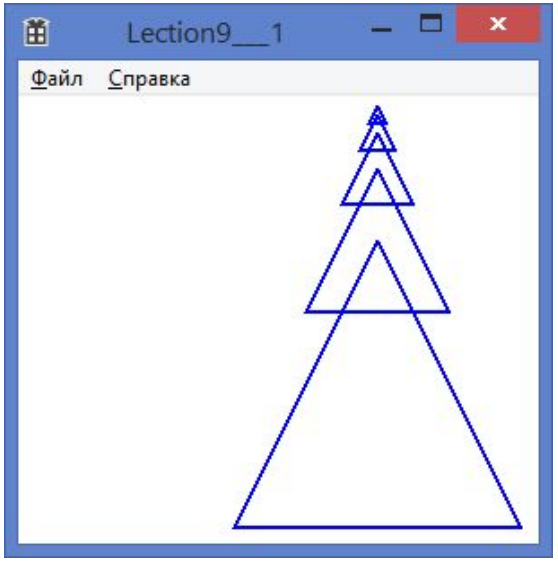
Рисование треугольника

```
void Triangle(HDC hdc, int cx, int cy, int size) {
    HPEN hPen;
    hPen = CreatePen(PS_SOLID, 2, RGB(0, 0, 255));
    SelectObject(hdc, hPen);

    MoveToEx(hdc, cx, cy - size, NULL);
    LineTo(hdc, cx + size, cy + size);
    LineTo(hdc, cx - size, cy + size);
    LineTo(hdc, cx, cy - size);

    DeleteObject(hPen);
}
...
Triangle(hdc, 200, 160, 80);
```



Рисование рекурсивной фигуры с треугольником

```
void RecursiveTriangle(HDC hdc, int cx, int cy, int size) {
    Triangle(hdc, cx, cy, size);

    if (size < 10) {
        return;
    }

    RecursiveTriangle(hdc, cx, cy - size, size / 2);

}...
RecursiveTriangle(hdc, 200, 160, 80);
```



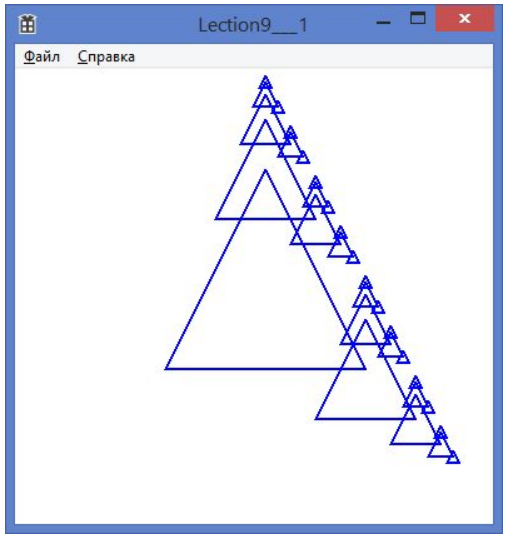
Рисование рекурсивной фигуры с треугольником

```
void RecursiveTriangle(HDC hdc, int cx, int cy, int size) {
    Triangle(hdc, cx, cy, size);

    if (size < 10) {
        return;
    }

    RecursiveTriangle(hdc, cx, cy - size, size / 2);
    RecursiveTriangle(hdc, cx + size, cy + size, size / 2);
}...
RecursiveTriangle(hdc, 200, 160, 80);
```

?

Рисование рекурсивной фигуры с треугольником

```
void RecursiveTriangle(HDC hdc, int cx, int cy, int size) {
    Triangle(hdc, cx, cy, size);

    if (size < 10) {
        return;
    }

    RecursiveTriangle(hdc, cx, cy - size, size / 2);
    RecursiveTriangle(hdc, cx + size, cy + size, size / 2);
}...
RecursiveTriangle(hdc, 200, 160, 80);
```

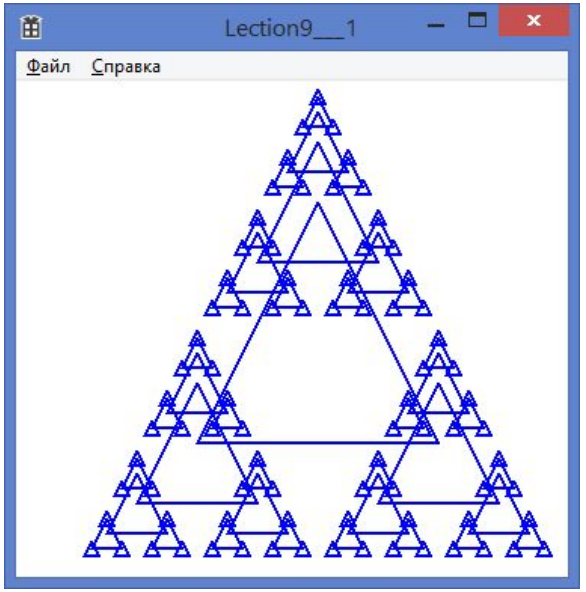


Рисование рекурсивной фигуры с треугольником

```
void RecursiveTriangle(HDC hdc, int cx, int cy, int size) {
    Triangle(hdc, cx, cy, size);
    if (size < 10) {
        return;
    }
    RecursiveTriangle(hdc, cx, cy - size, size / 2);
    RecursiveTriangle(hdc, cx + size, cy + size, size / 2);
    RecursiveTriangle(hdc, cx - size, cy + size, size / 2);
}
```

...

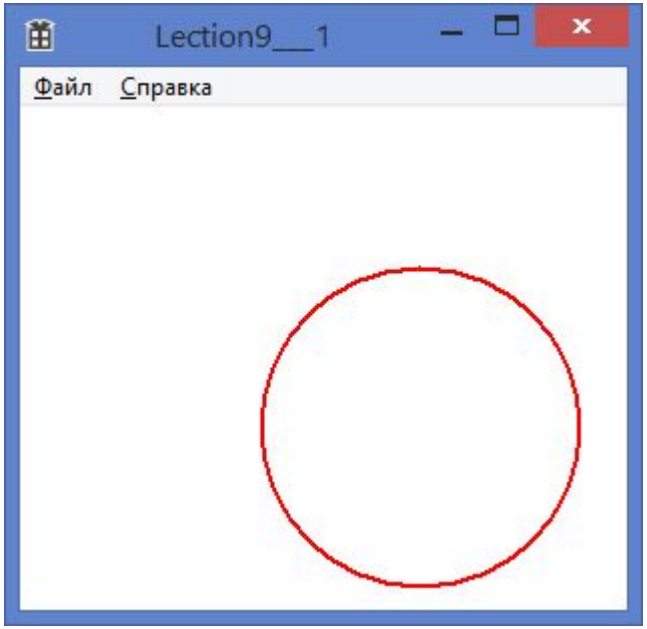
```
RecursiveTriangle(hdc, 200, 160, 80);
```



Рисование окружности

```
void Circle(HDC hdc, int cx, int cy, int size) {
    HPEN hPen;
    hPen = CreatePen(PS_SOLID, 2, RGB(255, 0, 0));
    SelectObject(hdc, hPen);
    Ellipse(hdc, cx - size, cy - size, cx + size, cy + size);

    DeleteObject(hPen);
}
...
```

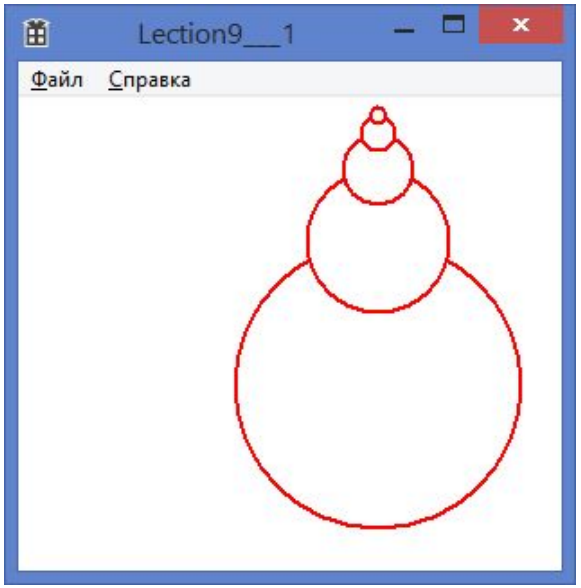
Circle(hdc, 200, 160, 80);



Рисование рекурсивной окружности

```
void RecursiveCircle(HDC hdc, int cx, int cy, int size) {
    Circle(hdc, cx, cy, size);

    if (size < 10) {
        return;
    }

    RecursiveCircle(hdc, cx, cy - size, size / 2);
}...
```

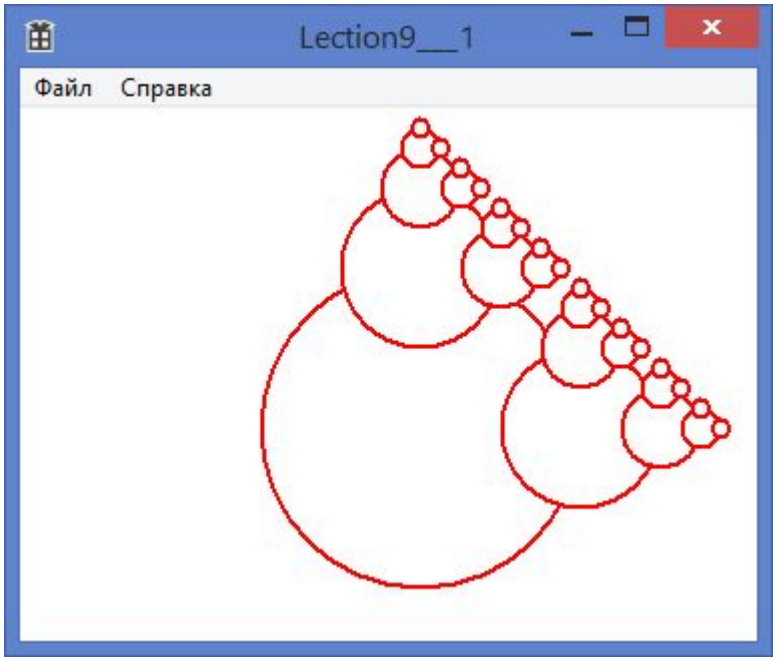
RecursiveCircle(hdc, 200, 160, 80);



Рисование рекурсивной окружности

```
void RecursiveCircle(HDC hdc, int cx, int cy, int size) {
    Circle(hdc, cx, cy, size);
    if (size < 10) {
        return;
    }
    RecursiveCircle(hdc, cx, cy - size, size / 2);
    RecursiveCircle(hdc, cx + size, cy, size / 2);
}...
```

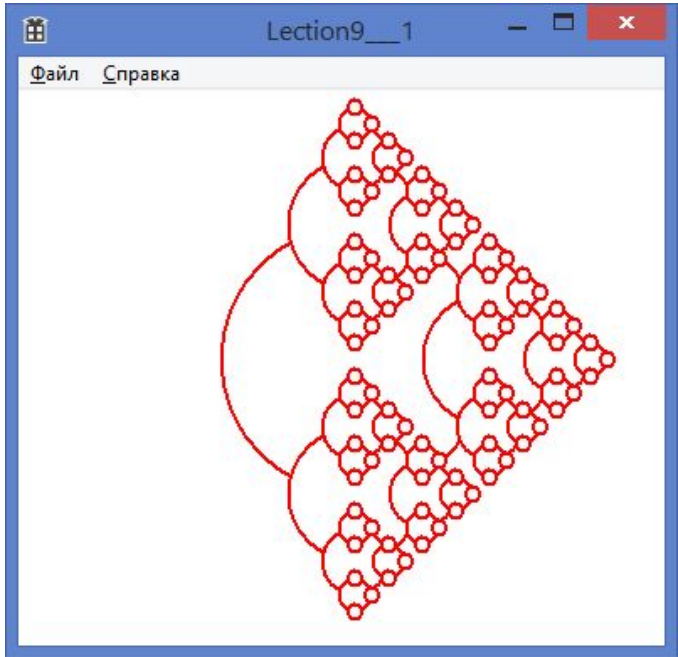
```
RecursiveCircle(hdc, 200, 160, 80);
```



Рисование рекурсивной окружности

```
void RecursiveCircle(HDC hdc, int cx, int cy, int size) {
    Circle(hdc, cx, cy, size);
    if (size < 10) {
        return;
    }
    RecursiveCircle(hdc, cx, cy - size, size / 2);
    RecursiveCircle(hdc, cx + size, cy, size / 2);
    RecursiveCircle(hdc, cx, cy + size, size / 2);
}...
```

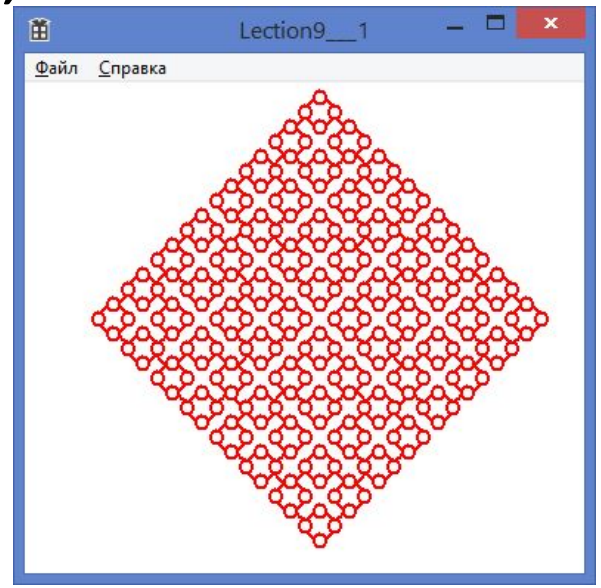
```
RecursiveCircle(hdc, 200, 160, 80);
```



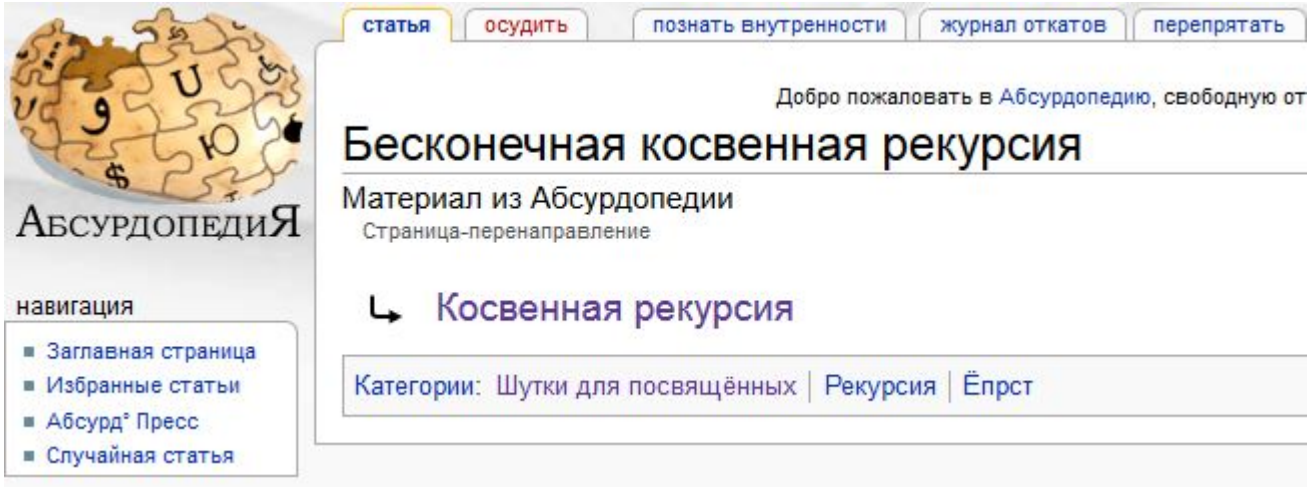
Рисование рекурсивной окружности

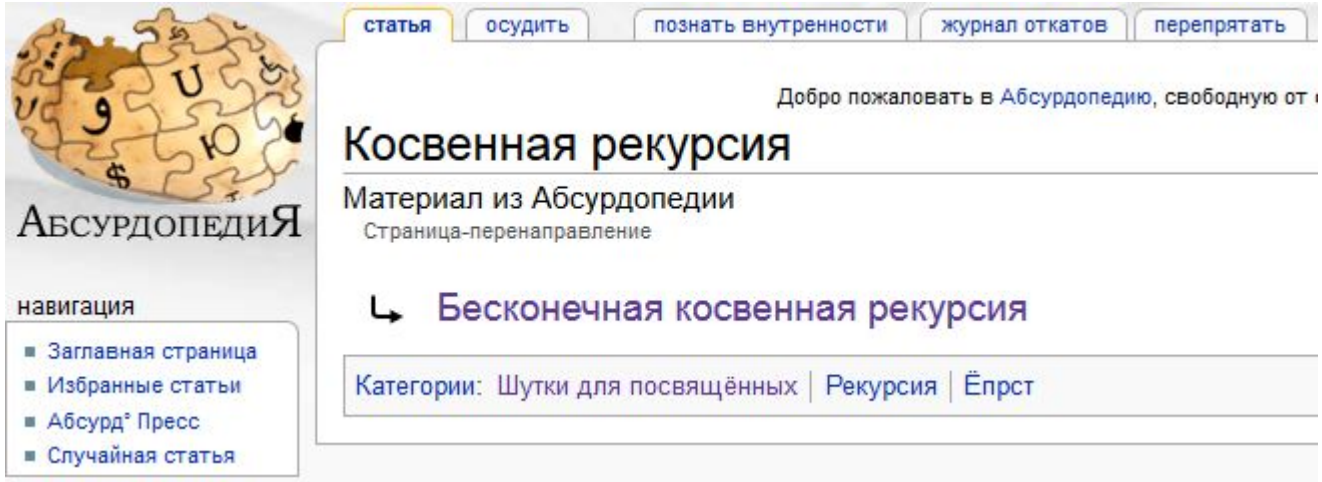
```
void RecursiveCircle(HDC hdc, int cx, int cy, int size) {
    Circle(hdc, cx, cy, size);
    if (size < 10) {
        return;
    }
    RecursiveCircle(hdc, cx, cy - size, size / 2);
    RecursiveCircle(hdc, cx + size, cy, size / 2);
    RecursiveCircle(hdc, cx, cy + size, size / 2);
    RecursiveCircle(hdc, cx - size, cy, size / 2);
}...
```

```
RecursiveCircle(hdc, 200, 160, 80);
```



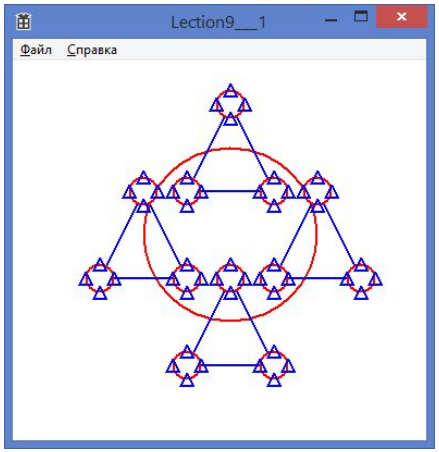
Косвенная рекурсия





Косвенная рекурсия (1)

```
void IndirectRecursiveCircle(HDC hdc, int cx, int cy, int size);
void IndirectRecursiveTriangle(HDC hdc, int cx, int cy, int size);

void IndirectRecursiveCircle(HDC hdc, int cx, int cy, int size) {
    Circle(hdc, cx, cy, size);

    if (size < 10) {
        return;
    }

    IndirectRecursiveTriangle(hdc, cx, cy - size, size / 2);
    IndirectRecursiveTriangle(hdc, cx + size, cy, size / 2);
    IndirectRecursiveTriangle(hdc, cx, cy + size, size / 2);
    IndirectRecursiveTriangle(hdc, cx - size, cy, size / 2);
}
```

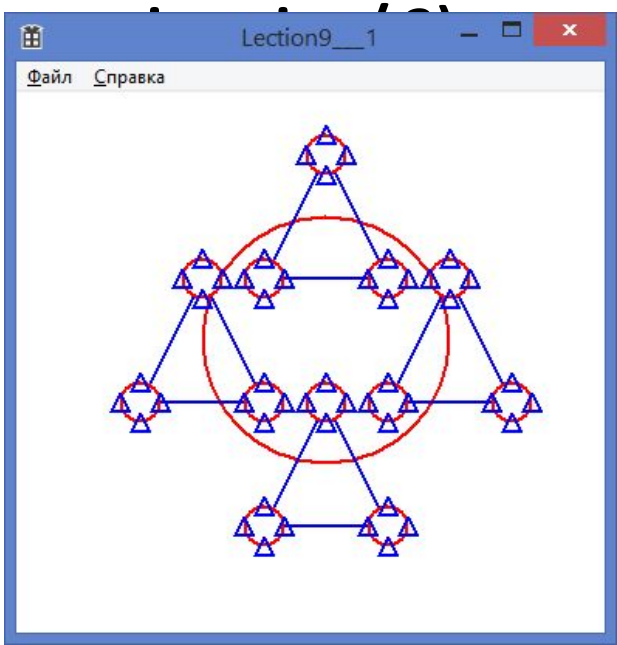


Косвенная рекурсия (2)

```
void IndirectRecursiveTriangle(HDC hdc, int cx, int cy, int size)
{
    Triangle(hdc, cx, cy, size);
    if (size < 10) {
        return;
    }
    IndirectRecursiveCircle(hdc, cx, cy - size, size / 3);
    IndirectRecursiveCircle(hdc, cx + size, cy + size, size / 3);
    IndirectRecursiveCircle(hdc, cx - size,
}
```

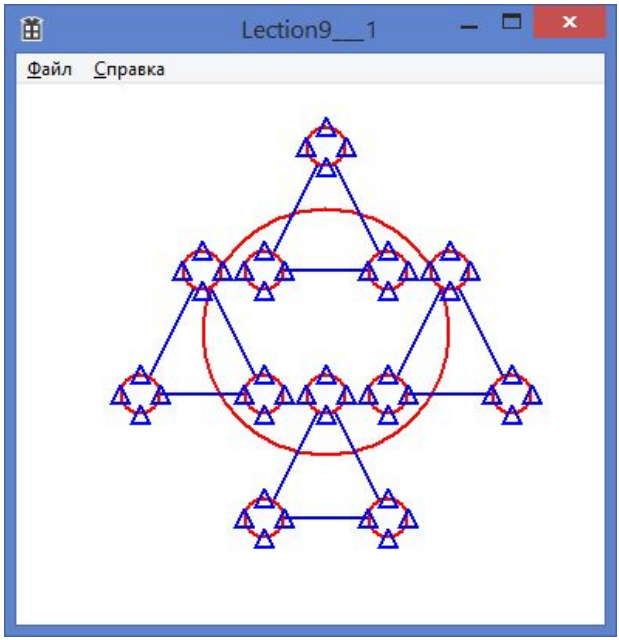
…

```
IndirectRecursiveCircle(hdc, 200, 160, 80);
```

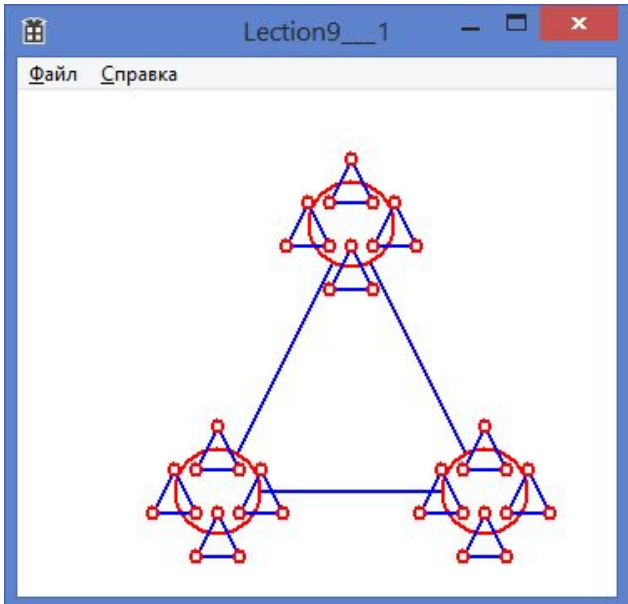


Косвенная рекурсия (3)

IndirectRecursiveCircle(hdc, 200, 160, 80);



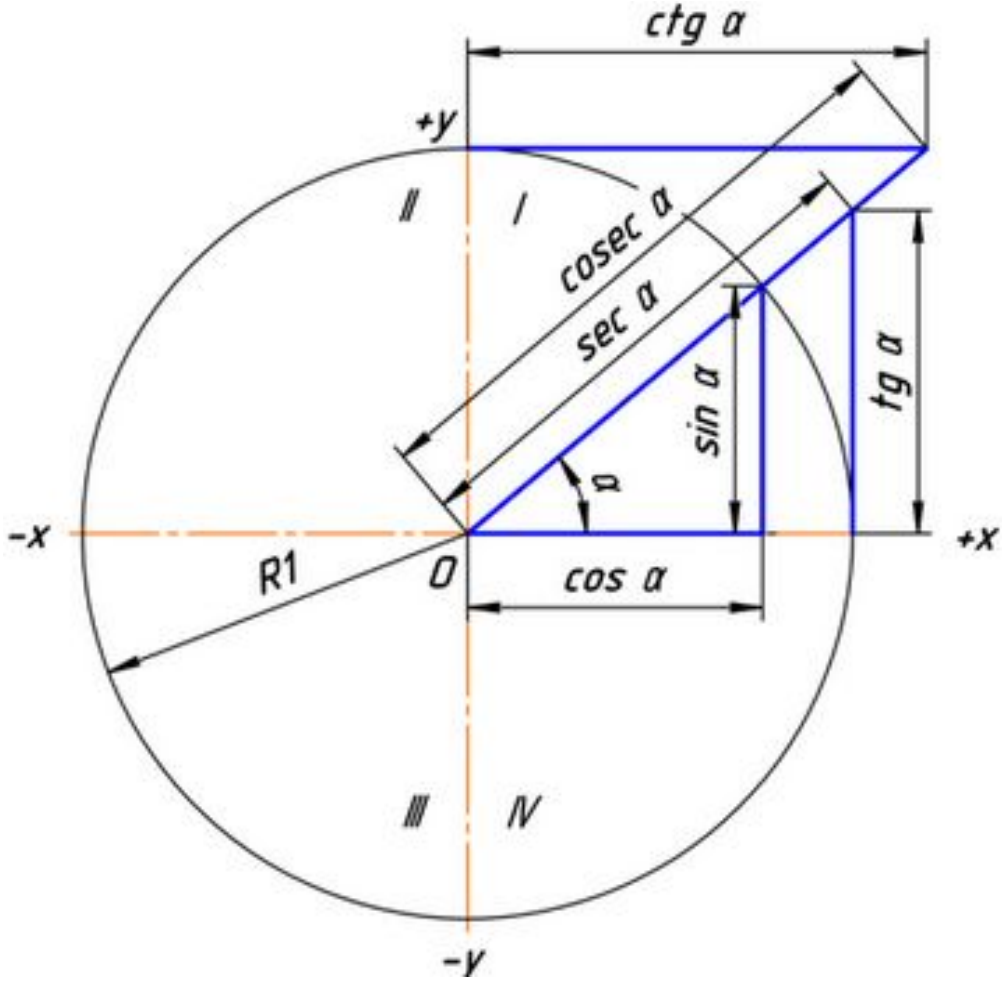
IndirectRecursiveTriangle(hdc, 200, 160, 80);



Прототипы функций

```
void IndirectRecursiveCircle(HDC hdc, int cx, int cy, int size);
void IndirectRecursiveTriangle(HDC hdc, int cx, int cy, int size);
```

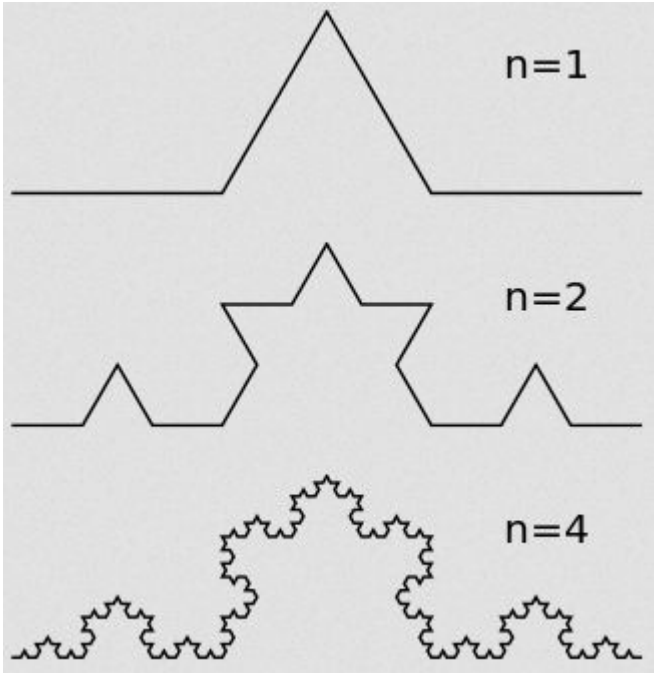
И снова вспоминаем тригонометрию



Численные значения тригонометрических функций угла в тригонометрической окружности с радиусом, равным единице

Фракталы. Кривая Коха

https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%9A%D0%BE%D1%85%D0%B0



Фракталы. Кривая Коха

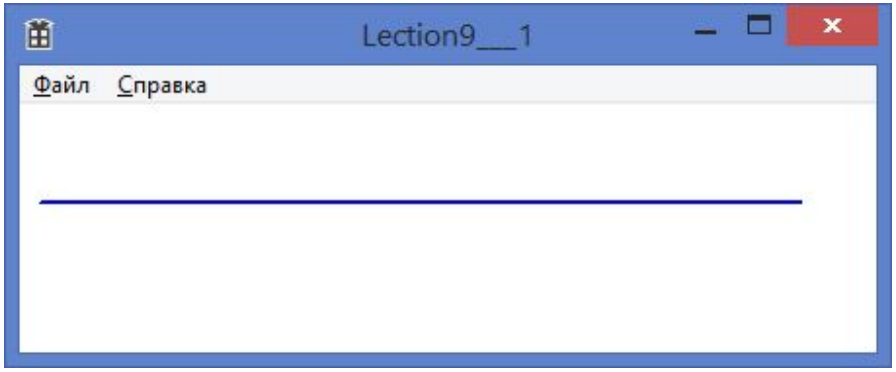
// http://javatalks.ru/topics/11238 - взято отсюда

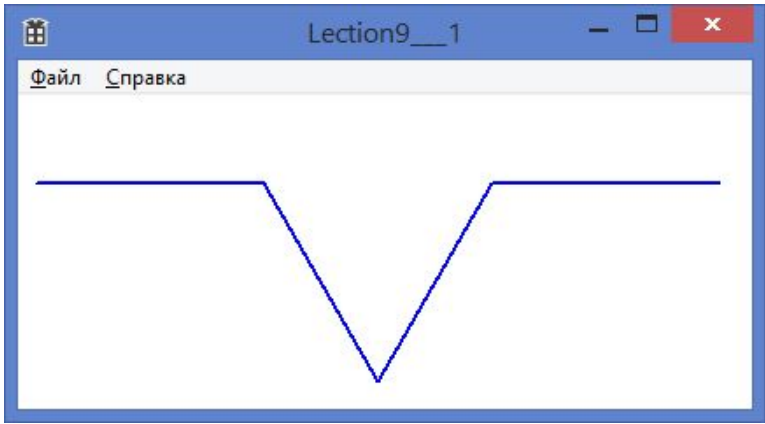
```
void drawKochLine(HDC hdc,
      double ax, double ay,
      double bx, double by,
      double fi,
      int n);
```

…

```
drawKochLine(hdc, 10, 50, 400, 50, 0, 0);
```

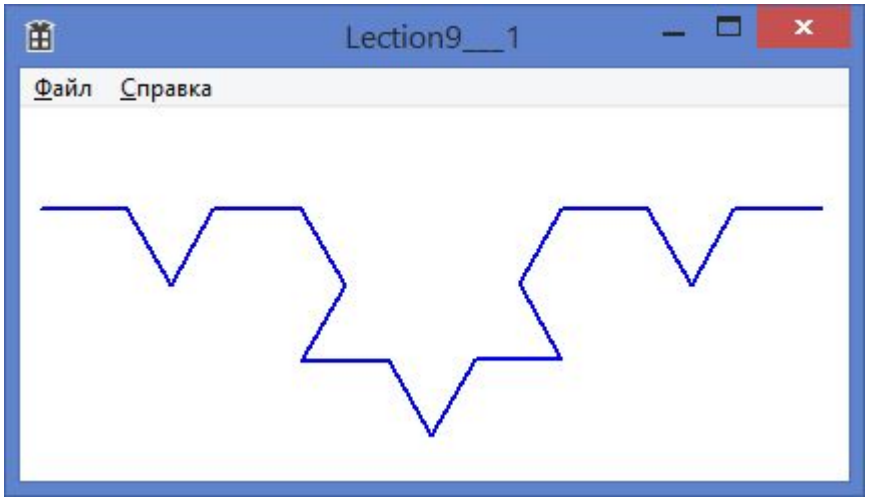
drawKochLine(hdc, 10, 50, 400, 50, 0, 1);



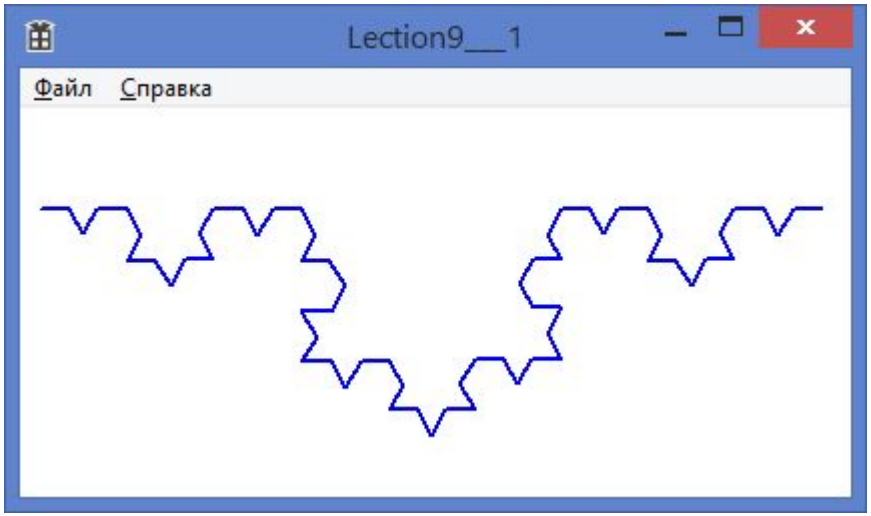


Фракталы. Кривая Коха

drawKochLine(hdc, 10, 50, 400, 50, 0, 2);

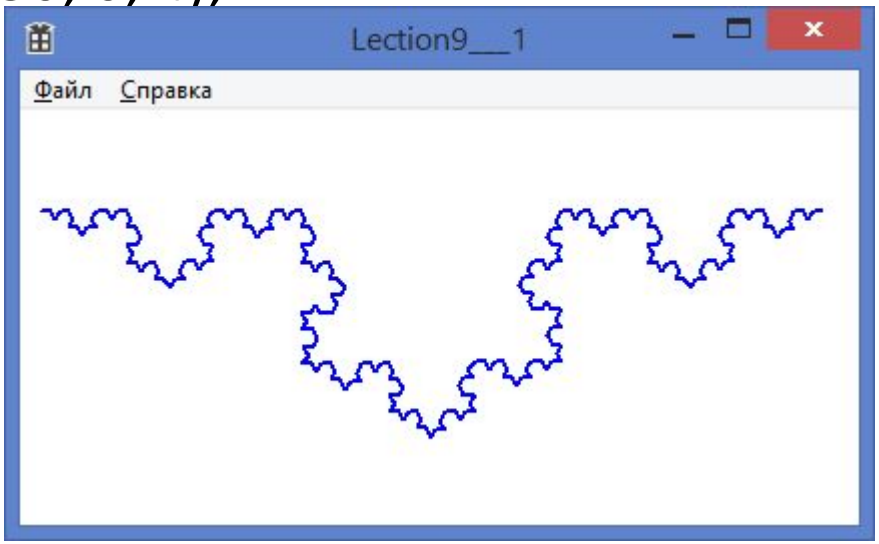


drawKochLine(hdc, 10, 50, 400, 50, 0, 3);

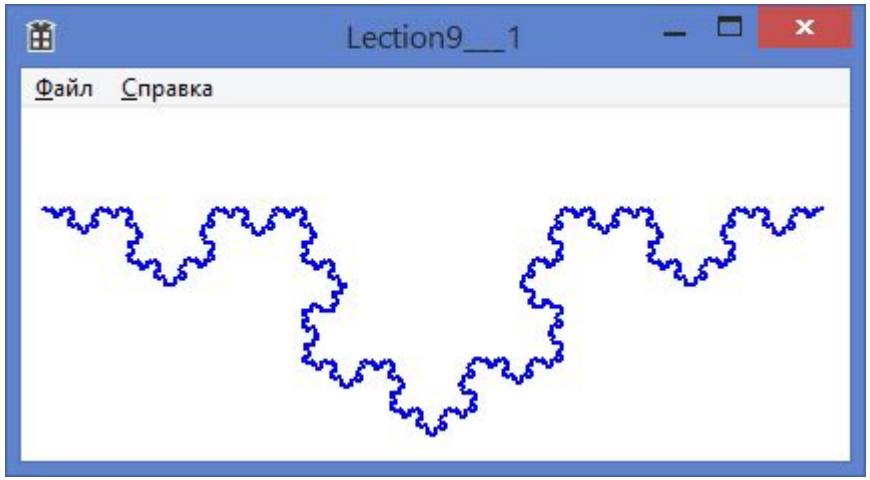


Фракталы. Кривая Коха

drawKochLine(hdc, 10, 50, 400, 50, 0, 4);



drawKochLine(hdc, 10, 50, 400, 50, 0, 5);



Функция рисующая кривую Коха

```
void drawKochLine(HDC hdc,
      double ax, double ay,
      double bx, double by,
      double fi,
      int n) {

if (n <= 0) {
      // рисуем прямую, если достигнута необходимая
      // глубина рекурсии.
      HPEN hPen;
      hPen = CreatePen(PS_SOLID, 2, RGB(0, 0, 255));
      SelectObject(hdc, hPen);
      MoveToEx(hdc, ax, ay, NULL);
      LineTo(hdc, bx, by);
      DeleteObject(hPen);
}
```

Функция рисующая кривую Коха

```
else {
    // находим длину отрезка (a; b).
    double dx = ax - bx;
    double dy = ay - by;
    double length = sqrt(dx * dx + dy * dy);

    // находим длину 1/3 отрезка (a; b)
    double length1of3 = length / 3;

    // находим точку делящую отрезок как 1:3.
    double a1x = ax + round((length1of3 * cos(fi)));
    double a1y = ay + round((length1of3 * sin(fi)));

    // находим точку делящую отрезок как 2:3.
    double b1x = a1x + round((length1of3 * cos(fi)));
    double b1y = a1y + round((length1of3 * sin(fi)));
```

Функция рисующая кривую Коха

```
    // находим точку, которая будет вершиной
    // треугольника.
    double cx = a1x + round((length1of3 * cos(fi + M_PI / 3)));
    double cy = a1y + round((length1of3 * sin(fi + M_PI / 3)));

    drawKochLine(hdc, a1x, a1y, cx, cy, fi + M_PI / 3, n - 1);
    drawKochLine(hdc, cx, cy, b1x, b1y, fi - M_PI / 3, n - 1);

    drawKochLine(hdc, ax, ay, a1x, a1y, fi, n - 1);
    drawKochLine(hdc, b1x, b1y, bx, by, fi, n - 1);
} // конец else
} // конец функции
```

Домашнее задание

1. Воспроизвести все рекурсивные (прямые) функции отрисовки (крест, треугольник, круг).
2. Поэкспериментировать с рекурсией – создать свой собственный рисунок из рекурсивно повторяющихся фигур
3. ** Воспроизвести косвенную рекурсию. Поэкспериментировать с ними
4. **** Воспроизвести функцию отрисовки кривой Коха
5. +++ Нарисовать снежинку Коха или любой другой красивый фрактал

Источники информации

- **КАК рисовать в Win32 API?**
  -http://radiofront.narod.ru/htm/prog/htm/winda/api/paint.html
- **Документация по Win API** – MSDN
  (Лучше искать через Google)
- **Фракталы**
  -https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B0%D0%BB