

МЕТОДИКА ВЫКЛАДАНИЯ ИНФОРМАТИКИ

УДК 004.43(07)

*Ю.А. Быкадоров, кандидат физико-математических наук,
проректор по учебной работе БГПУ*

УЧЕБНЫЙ КОМПЬЮТЕРНЫЙ ИСПОЛНИТЕЛЬ НА БАЗЕ ЯЗЫКА JAVASCRIPT И КРОССБРАУЗЕРНОЙ ГРАФИКИ

Введение. За 25 лет, прошедших со дня появления в нашей школе предмета «Информатика», область знаний с тем же названием чрезвычайно расширилась, а вот число языков программирования, используемых для изучения в школе, практически не изменилось. Среди них только Basic (в разных версиях) и Pascal (в профессиональной версии и в учебных версиях «КуМир», «ИнтАл», PascalABC). Учебный характер этих языков за прошедшее время только усилился.

Но появившееся за это же время интернет-сообщество уже более десятка лет использует другие языки. Это язык разметки гипертекста HTML и язык скриптов (язык программирования) JavaScript. Поэтому изучение в школе Си-подобного языка JavaScript позволит не только осовременить школьную информатику, но и приблизить ее к современной практике.

Одна из первых попыток изучения в школе языка JavaScript предпринята в [1]. В общем случае программное обеспечение, которое требуется при изучении языка JavaScript, включает только две программы: любой свободно распространяемый текстовый редактор для написания программ и любой веб-браузер, в котором созданная программа выполняется, так как интерпретаторы языка JavaScript встроены во все существующие браузеры. Для использования возможностей браузера программа на языке JavaScript встраивается в HTML-документ в соответствии с шаблоном:

```
<HTML>
<title> название программы </title>
<script>
  Текст программы на языке JavaScript
</script>
</HTML>
```

HTML-документ отображается браузером, одновременно выполняется встроенная программа на языке JavaScript. Для обхода запрета в браузере Internet Explorer на исполнение кодов JavaScript, включенных в локальные фай-

лы, после первого тега <HTML> следует добавить комментарий, который носит название MOTW (Mark of the Web – знак интернета):

```
<!-- saved from
url=(0014)about:internet -->
```

Язык JavaScript имеет статус профессионального и учебных приложений не имеет. Вместе с тем, при изучении основ алгоритмизации в школе свою эффективность доказали учебные компьютерные исполнители («Робот», «Чертежник», «Черепашка» и др.), которые позволяют наглядно представить результаты исполнения алгоритмов при изучении конструкций повторения, ветвления, вспомогательных алгоритмов.

В связи с этим актуальной представляется задача создания учебного компьютерного исполнителя, который можно использовать при изучении основ алгоритмизации на базе языка JavaScript.

Исполнитель желательно реализовать в виде подключаемого плагина (программного модуля). Плагины на языке JavaScript сохраняются в текстовом формате с расширением .js и подключаются к HTML-документу тегом

```
<script
src="file:///путь/имя_файла.js"></scrip
t>
```

Результаты работы плагина должны одинаково отображаться средствами графики во всех популярных ныне браузерах без дополнительных сторонних плагинов, поскольку использование конкретного браузера или установку сторонних плагинов школьниками или их родителями гарантировать нельзя. В этом смысле используемая компьютерным исполнителем графика должна быть кроссбраузерной. В данной статье поставленная задача решается.

Описание исполнителя. Предлагается при изучении основ алгоритмизации на базе языка JavaScript использовать исполнитель,

подобный исполнителю «Чертежник», со следующими отличиями:

- размеры клетчатой области для рисования: физически – 400×400px, условно – 10×10 клеток с декартовыми координатами;
- основная команда – команда рисования отрезка прямой линии $\text{line}(x_1, y_1, x_2, y_2)$ в системе координат области;
- возможность задания стиля линии (сплошная, штриховая);
- возможность переноса начала координат в любую точку области;
- возможность поворота осей координат вокруг начала координат;
- возможность изменения масштаба изображения с центром в начале координат.

Использование клетчатой области для рисования с декартовыми координатами позволяет закрепить навыки работы в декартовой системе координат, полученные в геометрии. Изменение стиля линии позволяет правильно изображать невидимые линии трехмерных геометрических фигур. Перенос начала координат специальной командой позволяет строить вспомогательные алгоритмы основной командой $\text{line}(x_1, y_1, x_2, y_2)$, а не другими командами, что имеет место при работе с исполнителем «Чертежник». Возможность поворота системы координат позволяет достаточно просто строить правильные многоугольники и звезды.

Еще одну методическую основу использования нового исполнителя составляет метод приращений при построении штриховок. Суть метода в следующем. Если заданы координаты пары точек (x_1, y_1) , (x_2, y_2) и отличные от нуля приращения dx_1 , dy_1 , dx_2 , dy_2 , то можно в цикле командой

```
line(x1, y1, x2, y2);
```

и набором команд

```
x1=x1+dx1; y1=y1+dy1;
x2=x2+dx1; y2=y2+dy2;
```

строить штриховки с различными свойствами, которые зависят от значений приращений.

Построение любой штриховки автоматически приводит к необходимости использования в программе конструкции повторения. А необходимость изменения значений приращений в одной и той же штриховке приводит к использованию конструкций ветвления. Примером такой штриховки может служить вертикальная штриховка квадрата, диагональ которого перпендикулярна нижнему краю области для рисования.

Исполнитель с описанными свойствами реализован в [1], где получил имя «Фломастер».

Веб-браузеры и технологии рисования в них. По данным STATCOUNTER.COM на апрель 2011 г. [2] пятерку самых популярных в мире браузеров составляют Windows Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome, Apple Safari и Opera. Доля остальных браузеров незначительна.

В таблице 1 приведены процентные доли популярности браузеров в мире, в Российской Федерации и в Республике Беларусь на апрель 2011 г.

Таблица 1

Тип браузера	В мире	В России	В Беларуси
Internet Explorer	44,52 %	20,65 %	15,18 %
Mozilla Firefox	29,67 %	32,3 %	24,98 %
Google Chrome	18,29 %	16,02 %	10,95 %
Apple Safari	5,04 %	1,68 %	0,79 %
Opera	1,91 %	28,96 %	47,65 %
Остальные	0,57 %	0,48 %	0,48 %

Отметим, что за последний год неуклонно снижалась доля браузера Internet Explorer и увеличивалась доля браузера Google Chrome.

Таким образом, разработку плагина следует ориентировать на пятерку популярнейших браузеров, имея в виду их последние версии: Internet Explorer 8 (IE8) – вышел 19 марта 2009 г., Internet Explorer 9 (IE9) – вышел 15 марта 2011 г., Mozilla Firefox 4 (FF4) – вышел 21 марта 2011 г., Opera 11 (O11) – вышел 12 апреля 2011 г., Safari 5 (S5) – вышел 15 апреля 2011 г., Google Chrome 11 (CH11) – вышел 28 апреля 2011 г. Браузер IE8 включен в список в связи с тем, что браузер IE9 устанавливается только на операционные системы Windows Vista и Windows 7, а достаточно большая часть пользователей еще продолжает работать с WindowsXP для которой 8-я версия браузера Internet Explorer является последней.

В настоящее время известны несколько технологий, которыми можно воспользоваться для рисования в окне браузера средствами языка JavaScript. Среди них:

- SVG-технология;
- технология HTML5 CANVAS;
- мозаичная CSS-технология.

SVG-технология предназначена для создания векторных графических изображений в окне браузера средствами языка разметки SVG (Scalable Vector Graphics – масштабируемая векторная графика). Стандарт языка SVG [3] разработан известной неправительственной организацией World Wide Web Consortium (консорциум W3C). SVG-технология предназначена заменить технологию Flash при создании интерактивной анимации на

веб-страницах. Отметим, что документации на русском языке по языку SVG очень мало даже в интернете, поэтому приведем описание некоторых его отличительных особенностей.

Графика, записанная на языке разметки SVG, имеет текстовый формат с использованием тегов (по аналогии с языком разметки HTML). Язык SVG допускает использование каскадных таблиц стилей CSS (Cascading Style Sheets) для описания внешнего вида и положения входящих элементов.

Корневым элементом текста на языке SVG является парный тег `<SVG></SVG>`. Для корректного отображения графики в начальный тег `<SVG>` обычно записывают следующие параметры

```
version="1.1"
baseProfile="full"
xmlns = "http://www.w3.org/ 2000/svg"
```

Корневой тег задает в браузере прямоугольную область окна (SVG-холст), в которой отображаются фигуры. За пределами SVG-холста фигуры не отображаются. Размеры по умолчанию SVG-холста можно изменить.

Задание SVG-холста одновременно задает пиксельную систему координат с началом в его левом верхнем углу. Можно задать другую систему отсчета по осям, сдвигать начало координат по SVG-холсту, поворачивать оси координат относительно начала, изменять масштаб отображения. Однако следует учитывать, что изменение масштаба изображения на SVG-холсте соответственно меняет единицу измерения толщины линий.

Фигуры (линии, эллипсы, прямоугольники, ломаные линии) на языке SVG также задаются тегами, которые записываются внутри корневого тега. Например, отрезок линии из точки (70, 90) в точку (700, 500) системы координат SVG-холста (толщиной 2 px, черного цвета) задается тегом

```
<line x1="70" y1="90" x2="700" y2="500"
style="stroke-width:2; stroke:black" />
```

Для линий возможно изменение стиля (штриховая, пунктирная).

Для создания интерактивности и анимационных эффектов в текст на языке SVG можно включать коды на языке JavaScript. Анимацию можно создавать также с помощью языка SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language – синхронизированный язык интеграции мультимедиа), который также разработан консорциумом W3C [4] и реализуется тегами, что вполне вписывается в текст на языке SVG. Анимация на языке SMIL действует подобно анимации в презентациях MS PowerPoint.

Текст на языке SVG может быть:

- записан в отдельный файл (файл типа SVG, то есть с расширением .svg);
- интегрирован в текст на языке HTML.

Файлы типа SVG корректно исполняются всеми рассматриваемыми браузерами, за исключением браузера IE8, который для поддержки требует установки громоздкого стороннего плагина. Заметим, что в браузере IE9 части фигур за пределами SVG-холста изображаются полностью, что не соответствует стандарту консорциума W3C (они должны «обрезаться» по краю холста).

Чтобы реализовать исполнитель «Фломастер» с использованием данной технологии, текст на языке SVG надо интегрировать в текст на языке HTML. Такая интеграция в форме плагина средствами языка JavaScript возможна. В плагине должны быть реализованы следующие задачи:

- построение «на лету» холста;
- создание команды отображения линии с задаваемыми параметрами.

Плагин на языке JavaScript включает следующий код:

```
str_begin='<div id="container"><svg
version="1.1" baseProfile="full"
xmlns="http://www.w3.org/2000/svg"
width="400px" height="400px">';
str_end='</svg></div>';
str_rez='';
document.write(str_begin+str_end);
function line(x1,y1,x2,y2) {
  str_rez+='<line x1="'+ x1 + '" y1="'
+ y1 + '" x2="'+ x2 + '" y2="' + y2 +
'" style="stroke-width:1;
stroke:black;" />';
  document.getElementById('container').
innerHTML=
str_begin + str_rez + str_end;
}
```

В примере кода не заложено использование новой системы координат исполнителя и ее преобразования. В плагине «на лету» создается контейнер `<DIV></DIV>`, который содержит корневой парный тег `<SVG></SVG>`. Команда `line(x1,y1,x2,y2)` реализована в виде функции языка JavaScript и приводит к записыванию SVG-тега отображения линии внутри парного тега `<SVG></SVG>`, причем сколько угодно раз. Плагин должен подключаться к HTML-документу до первой команды на построение линии.

Корректное отображение результатов интеграции текста на языке SVG в текст на языке HTML возможно только в браузерах FF4, IE9 и CH11. При этом в браузере IE9 для включения отображения SVG-холста и фигур требуется в самом начале HTML-документа записать тег `<!DOCTYPE html>` для указания принадлеж-

ности текущего документа к документам типа HTML 5. В браузере CH11 корректно отображается HTML-документ с включением только статичных фигур (без интерактивности и анимации).

Таким образом, поскольку SVG-технологии поддерживают не все рассматриваемые браузеры, она кроссбраузерной не является.

Технология HTML5 CANVAS предназначена для создания растровых графических изображений в окне браузера расширенными средствами языка JavaScript. Canvas переводится как «холст», «полотно». Основные элементы этой технологии описываются стандартом HTML5, разработанным и опубликованным уже упоминавшимся консорциумом W3C [5]. Поскольку и для данной технологии документации на русском языке также очень мало, приведем описание некоторых ее особенностей.

Доступ к использованию технологии HTML5 CANVAS открывается внедрением пустого парного тега `<canvas></canvas>` в HTML-документ. Тег обязательно должен иметь идентификатор. Тег задает в окне браузера холст, на котором командами языка JavaScript изображаются фигуры. Задание холста одновременно задает пиксельную систему координат с началом в его левом верхнем углу. Можно сдвигать начало координат по холсту, поворачивать оси координат относительно начала, изменять масштаб отображения. Если внутри тега `<canvas></canvas>` поместить текст, то текст будет отображаться в окне браузера в случае, когда браузер не поддерживает технологию HTML5 CANVAS.

Размеры по умолчанию холста можно изменить, например:

```
<canvas id="mycanv" width="400" height="400"> </canvas>
```

Построение изображений на холсте проводится в разделе `<script></script>` HTML-документа (после тега `<canvas></canvas>`) расширенными средствами языка JavaScript.

Сначала создаются два объекта языка JavaScript (имена объектов можно выбирать произвольно). Первый объект:

```
canv = document.getElementById("mycanv");
```

Объект `canv` ассоциируется с холстом и дает возможность изменить его параметры (размеры, положение в окне браузера, цвет фона). Например,

```
canv.width="400";
canv.style.background="lightgreen";
```

Второй объект образуется методом `getContext('2d')` объекта `canv`:

```
ctx = canv.getContext('2d');
```

Объект `ctx` ассоциируется с двумерным содержимым холста. На холсте в каждый момент задано положение невидимого пера, совсем как у исполнителя «Чертежник» в учебных системах программирования «ИнТал» и PascalABC. Перо сдвигается методами объекта `ctx`. Например, рисование отрезка линии из точки (70, 90) в точку (700, 500) системы координат холста (толщиной 2 px, черного цвета) задается командами языка JavaScript:

```
ctx.lineWidth = 2; //толщина пера
ctx.strokeStyle = "black"; //цвет пера
ctx.beginPath(); //начало пути пера
ctx.moveTo(70, 90); //сдвинуть
поднятое перо
ctx.lineTo(700, 500); //сдвинуть
опущенное перо
ctx.stroke(); //конец пути и
отрисовка
```

Аналогичным образом можно рисовать прямоугольники, эллипсы, дуги окружностей и т. п. Анимация задается как последовательность сменяемых во времени рисунков (кадров).

Для реализации с использованием технологии HTML5 CANVAS исполнителя «Фломастер» на языке JavaScript должны быть реализованы уже известные задачи. Плагин на языке JavaScript включает следующий код:

```
if (!document.body)
document.write('<body></body>');
canv =
document.createElement('canvas');
canv.width="400";
canv.height="400";
document.body.appendChild(canv);
ctx = canv.getContext('2d');
function line(x1, y1, x2, y2) {
  ctx.beginPath();
  ctx.moveTo(x1,y1);
  ctx.lineTo(x2,y2);
  ctx.stroke();
}
```

В плагине для создания «на лету» холста используется команда создания объекта `canv`, отличная от описанной ранее. В примере кода не заложено использование новой системы координат исполнителя, повороты осей и масштабирование.

Технологию HTML5 CANVAS поддерживают все рассматриваемые браузеры, за исключением IE8 (нужен громоздкий сторонний плагин.). В браузере IE9 для включения поддержки технологии HTML5 CANVAS в начале текста HTML-документа требуется записать тег `<!DOCTYPE html>`. Следует отметить, что технология HTML5 CANVAS не поддерживает

построение штриховых и пунктирных линий. Но в плагин можно включить текст функции на языке JavaScript для построения штриховых линий, который свободно выложен в интернете. Таким образом, на современном этапе технология HTML5 CANVAS является более распространенной, чем SVG-технология, но кроссбраузерной не является.

Мозаичная CSS-технология использует возможности стандарта HTML4, которому уже более 10 лет [6]. Чтобы построить в окне браузера линию, можно «выложить» ее как мозаику из элементов-квадратов соответствующего цвета и размера, рассчитав предварительно координаты положения каждого элемента и задав их средствами CSS. Также расчетами можно организовать обрезание линий за пределами области рисования, ввести смещение начала отсчета, поворот осей координат и масштабирование. В качестве элементов-квадратов можно использовать изображение парного тега <DIV></DIV> или изображение одноцветного рисунка-заготовки типа JPG или PNG с помощью тега .

Мозаичная CSS-технология на базе тега DIV нетрадиционно использует свойства этого тега. Парный тег <DIV></DIV> изначально предназначен для объединения в блок (слой) нескольких элементов HTML-документа с целью изменения их вида и положения при помощи CSS. Но уже давно подмечено, что пустой тег <DIV></DIV> можно использовать в окне браузера для создания цветного прямоугольника. Например:

```
<DIV style="background:green;width:20px;
height:40px;
position:absolute;top:100px;left:200px;
"></DIV>
```

Прямоугольник исправно отображается во всех браузерах. Только в IE9 возможно вытягивание изображения по вертикали, которое исчезает при добавлении еще одного параметра стиля «font-size:0pt;». С использованием мозаичной CSS-технологии на базе тега DIV разработан плагин, который корректно отображает штриховки в окне любого браузера.

Мозаичная CSS-технология на базе тега IMG использует одноцветные рисунки-заготовки типа JPG или PNG с исходными размерами 1×1 px. Размеры рисунков при отображении можно изменить средствами CSS. С использованием мозаичной CSS-технологии на базе тега IMG разработан плагин, который опубликован на диске, прилагаемом к [1]. Область для рисования имеет клеточную разметку, которая исчезает/восстанавливается после щелчка по

этой области левой клавишей мыши. В плагин включены также три типа оформления окна браузера за пределами области для рисования. Выбор типа оформления проводится щелчками мыши. Разработанный плагин ориентирован на IE8, но технология на базе тега IMG является кроссбраузерной.

Выводы. Новейшие технологии построения графических изображений в окне браузера (SVG и HTML5 CANVAS) в настоящее время кроссбраузерными не являются. Следует ожидать, что с распространением операционной системы Windows 7 и соответствующего браузера Internet Explorer 9 кроссбраузерной станет технология HTML5 CANVAS. При современном состоянии поддержки браузерами новейших технологий построения графических изображений кроссбраузерной остается только хорошо известная мозаичная CSS-технология (на базе тега DIV или IMG), которая с успехом может быть использована для создания учебных компьютерных исполнителей на базе языка JavaScript. При этом мозаичная CSS-технология на базе тега DIV является более экономичной с точки зрения использования ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Быкадоров, Ю.А. Информатика и ИКТ. 9 кл.: учебник для общеобразовательных учреждений / Ю.А.Быкадоров. – М.: Дрофа, 2008. – 319 с.
2. Statcounter Global Stats: Top 5 Browsers on Apr 11 [Electronic resource]. – Statcounter, 1999-2011. – Mode of access: <http://gs.statcounter.com/#browser-ww-monthly-201104-201104-bar>.
3. Scalable Vector Graphics (SVG) 1.1 (Second Edition): W3C Working Draft 22 June 2010 [Electronic resource]. – W3C, 2010. – Mode of access: <http://www.w3.org/TR/SVG11/>.
4. Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL 3.0): W3C Recommendation 01 December 2008 [Electronic resource]. – W3C, 2008. – Mode of access: <http://www.w3.org/TR/SMIL3/>.
5. HTML5: A vocabulary and associated APIs for HTML and XHTML: W3C Working Draft 05 April 2011 [Electronic resource]. – W3C, 2011. – Mode of access: <http://www.w3.org/TR/html5/>.
6. HTML 4.01 Specification: W3C Recommendation 24 December 1999 [Electronic resource]. – W3C, 1997-1999. – Mode of access: <http://www.w3.org/TR/html4/>.

SUMMARY

In the present paper the problem of constructing a school computer executor based on JavaScript language and graphics which doesn't depend on browser type and version is solved. Capabilities of graphic technologies SVG-technology, technology HTML5 CANVAS, mosaic CSS-technology based on the DIV tag and on the IMG tag are considered.

Поступила в редакцию 12.04.2011.