

# РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАРИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОБУЧАЮЩИХ АНИМАЦИОННЫХ РОЛИКОВ ПО КУРСУ «НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ»

---

И. Д. Бушило<sup>1</sup>, И. Р. Лукьянович<sup>2</sup>, А. А. Холод<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь*

<sup>2</sup> *Белорусский государственный университет  
Минск, Беларусь  
E-mail: mechani@rambler.ru*

Работа посвящена разработке дидактического материала по общепрофессиональной подготовке будущих специалистов в области инженерной графики на основе инновационных технологий и компьютерного моделирования. Рассматриваются особенности программного инструментария для формирования обучающих роликов по теме «Позиционные задачи» из курса «Начертательная геометрия».

Ключевые слова: инженерная графика, обучающие программы, мультимедиа, анимация, объектно ориентированное программирование.

Представление информации средствами графического языка является наиболее наглядным в любой области человеческих знаний. Владение профессионально ориентированным языком инженерной культуры, языком графики, следует признать одной из важнейших составляющих компетенции инженера.

Главная роль в развитии пространственного мышления, способности анализировать и синтезировать пространственные формы и отношения на основе их графических изображений, принадлежит предмету «Инженерная графика». Этот предмет синтезирует четыре графические дисциплины: начертательную геометрию, черчение, технический рисунок и компьютерную графику. Современные информационные технологии, в особенности CAD/CAM-системы, в большой степени изменили технологию и идеологию проектирования, однако ядром теории графического отображения была и остается начертательная геометрия, которая следует первой в ряду графических дисциплин, и качественное усвоение ее положений является определяющим при подготовке инженера [1, с. 24–62].

Процесс решения практически любой задачи курса начертательной геометрии, начиная с формирования условия, можно представить некоторой совокупностью шагов по преобразованию размера, формы, положения объекта. Изменение этих свойств (и цвета) объекта во времени называется анимацией. Таким образом, системы презентационной графики и компьютерной анимации являются самым логичным инструментом для создания электронных учебных материалов по курсу начертательной геометрии. Объяснение лектора у доски, проработка учебников и методических пособий, просмотр учебных видеofilмов и слайд-фильмов – позволяют отразить ключевые этапы методики решения задач, но имеют ряд существенных недостатков. Лекция всегда ограничена по времени, а бумажный носитель информации – по объему. Эти факторы уменьшают степень подробности из-

ложения. Скорость смены кадров видеофильма, количество и содержание слайдов определяются их создателями и не всегда соответствуют скорости восприятия информации студентом. Вернуться к некоторому шагу изложения зачастую также затруднительно – это, практически, позволяет только бумажный носитель.

Компьютерная графика и мультимедиа в полной мере дают возможность реализовать любые методические приемы и устранить отмеченные недостатки традиционных технологий обучения графическим дисциплинам.

Основными типами анимированных изображений являются: анимированный gif, move-клип, демонстрации в PowerPoint, демо-ролики, созданные в специализированных пакетах программ, Flash-анимация. Важнейшими критериями выбора типа анимации и инструментов создания ролика следует считать: достижимую степень интерактивности, пространственность средств воспроизведения, скорость и сложность разработки, размер файла, что особенно важно при создании интернет-приложений для дистанционного образования.

Наилучшим образом такие задачи решает Flash-технология, реализующая покадровую анимацию, морфинг и анимацию с построением промежуточных изображений. Важнейшими методами создания анимации во Flash являются покадровый метод и методы автоматического построения промежуточных кадров.

Кадр содержит одно статическое изображение. При последовательном просмотре таких изображений создается иллюзия движения. Ключевые кадры, которые служат для внесения изменений в анимацию, создаются разработчиком, промежуточные кадры могут быть созданы автоматически. Покадровая анимация (frame by frame) представляет собой последовательность ключевых кадров. Типичными ключевыми кадрами при создании обучающих роликов по начертательной геометрии являются главные события сценария: возникновение осей, точек, текста и других объектов, начало отрисовки линий связи и их завершение и пр. Анимация с автоматическим построением промежуточных кадров при перемещении объекта или изменении его характеристик (motion tweening) содержит ключевые кадры в начале и конце временной шкалы. Особым ее типом является преобразование одного объекта в другой (shape tweening). Промежуточные кадры автоматически строятся между ключевыми кадрами – опорными точками анимации.

Такая техника значительно ускоряет процесс создания анимации и существенно уменьшает размер ролика в сравнении с покадровой анимацией, поскольку файл хранит только данные о ключевых кадрах и числовые значения, касающиеся способа преобразования объекта. Анимация типа motion tweening применяется для создания эффекта движения объекта, позволяет менять размер, цвет и ориентацию на сцене. Построением промежуточных кадров можно управлять с помощью изменения параметров типа анимации (shape tweening и path tweening), задания вращения, указания сложной траектории движения. Можно изменять скорость воспроизведения промежуточных кадров и некоторые другие установки. Важной особенностью при создании роликов по начертательной геометрии является возможность встраивать действия (action) в ключевые кадры и таким образом управлять демонстрацией.

Macromedia Flash – комплексное многозадачное приложение, эффективное мультимедийное инструментальное средство, способное интегрировать широкий набор языков программирования, стандартов, технологий, мультимедийных форматов. Приложения Flash могут быть доступны практически на любых платформах: от портативных устройств до настольных компьютеров и телеаппаратуры. Возможность использования векторной графики в качестве главного формата для визуализации обеспечивает прекрасную масштабируемость изображения и минимальный размер приложения. Среди важных достоинств следует упомянуть поддержку растровой графики, возможность программного управления

анимацией и использования объектно ориентированного скриптового языка программирования Action Script, поддержку клиент-серверной работы.

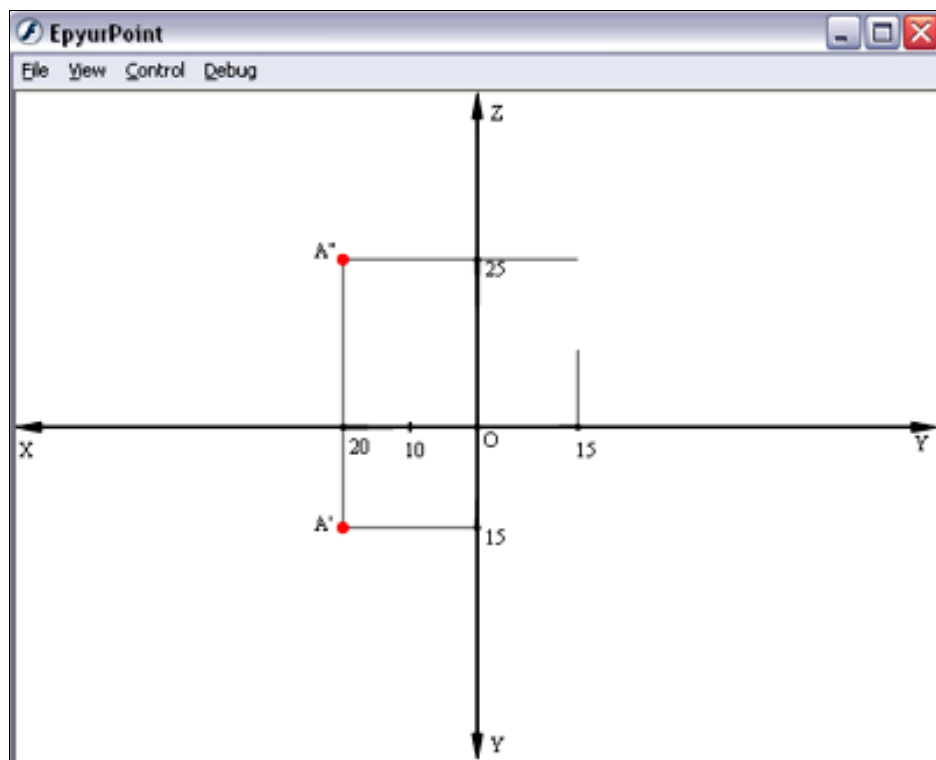
Создание учебных роликов по курсу «Начертательная геометрия» и библиотеки, автоматизирующей их формирование, мы начали с позиционных задач. Построение эпюра Монжа и, в частности, умение решать позиционные задачи являются фундаментом курса «Начертательной геометрии».

Постановочную часть задачи со стороны специалиста по начертательной геометрии составило описание ролика в виде:

1. Создать оси. Изобразить натуральный масштаб чертежа, засечки на шкале.
2. Провести линию – вектор от  $O$  до  $x_A$ .
3. Обозначить расстояние  $x_A$  на оси  $x$ .
4. Провести линию связи от  $x$  до  $A'$  и до  $A''$  (точек пока нет) – обозначить параллельность с осями  $y$  и  $z$  и перпендикулярность с  $x$ .
5. Отметить координату  $y$  – по оси  $y$  (так же, как по  $x$ ).
6. Обозначить параллельность линии связи и оси  $y$ .
7. Обозначить расстояние  $y_A$  на линии связи и поставить точку  $A'$ .
8. То же по оси  $z$  и поставить точку  $A''$ .
9. Провести линию связи на профильной проекции, акцентировать  $zA$ .
10. По  $y_w$  отложить  $y_A$ , акцентировать  $y_A$  с горизонтальной проекции и провести линию связи.
11. Построить точку  $A'''$ .
12. Акцентировать все три точки и их координаты.

Один из кадров построения точки по этому алгоритму представлен на рисунке.

Для задачи построения прямой была добавлена точка  $B$  и повторены все шаги анимации, начиная со второго. Прямая  $AB$  получена соединением одноименных проекций этих точек.



Этап отрисовки точки на эпюре Монжа

Реализованное приложение представляет собой библиотеки ActionScript 3.0. Средствами графического редактора среды Flash был разработан и отрисован графический интерфейс приложения, созданы базовые анимационные ролики объектов графического интерфейса. Путем наложения скриптов на объекты графического интерфейса реализовано управление объектами графической оболочки с помощью стандартных функций размещения, перемещения и удаления объектов на сцене. Для создания системы управления содержимым и хранения содержимого задачи было написано тринадцать оригинальных программных классов, структура которых представлена в табл. 1 «Структура библиотеки формирования позиционных задач». Исходный код программы представляет собой package еруур с этими классами и код на главном Timeline проекта. Удобство чтения и корректировки кода обеспечивается его размещением в специальных документах с расширением \*.as.

Описать работу приложения можно следующим образом. В диалоговом окне ввода данных задаются координаты точек. При вводе некорректных данных выполнение приостанавливается. При корректном вводе данные передаются в экземпляр класса DrawЕруур. Класс DrawЕруур содержит массив steps, элементы которого показывают, какой объект должен отрисовываться на данном этапе (порядковый номер в массиве). Конструктор создает экземпляр класса Еруур, дополнительно определяются остальные нужные для отрисовки параметры. После окончания работы конструктор передает управление внутренней функции setЕруурObjectsArray, которая создает массив из элементов, подлежащих отрисовке. Массив создается с использованием специального массива steps. Обеспечивается контроль за отрисовкой с помощью функций drawNextObject() и clearPrevoiusObject(), вызываемых по нажатию мыши на соответствующие кнопки.

Таблица 1

**Структура библиотеки формирования позиционных задач**

| Базовые классы       | Обработка стандартных геометрических примитивов                                                                |                                          |  |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--|
| Point2D              | Класс для работы с двухмерными координатами                                                                    |                                          |  |
| Point3D              | Класс для работы с трехмерными координатами                                                                    |                                          |  |
| Line                 | Класс для работы с линией в двухмерных координатах                                                             |                                          |  |
| Epyur                | Класс-структура для хранения всех типовых элементов эпюры                                                      |                                          |  |
| Рабочие классы       | Массивы элементов определенного типа                                                                           |                                          |  |
| PointSet             | – точек                                                                                                        |                                          |  |
| LineSet              | – линий                                                                                                        |                                          |  |
| EpyurObjectSet       | – точек и линий для отрисовки                                                                                  |                                          |  |
| Контролирующий класс |                                                                                                                |                                          |  |
| DrawEpyur            | Обрабатывает вводимые пользователем данные, создает экземпляры классов, создает массив элементов для отрисовки |                                          |  |
| Классы для отрисовки |                                                                                                                |                                          |  |
| EpyurClassesDraw     | Класс-родитель                                                                                                 |                                          |  |
|                      | EpyurAxesDraw                                                                                                  | Класс для отрисовки осей                 |  |
|                      | EpyurObjectClass                                                                                               | Класс-родитель для отрисовки точек/линий |  |
|                      |                                                                                                                | EpyurPointClass                          |  |
|                      |                                                                                                                | EpyurLineClass                           |  |

Пример класса, предназначенного для вычисления характерных элементов эпюр Монжа и их хранения, представлен в табл. 2.

Достоинствами приложения мы считаем обработку данных, вводимых пользователем, возможность просмотра отрисовки по шагам и отката к предыдущему шагу. Системы компьютерной анимации по определению соответствуют методологии решения задач начертательной геометрии и предоставляют все инструментальные средства для ее реализации.

Таблица 2

**Класс Epyur.as для вычисления элементов эпюр Монжа и их хранения**

```

        private var pointA:Point3D;
//координаты точек A',A'',A'''
        private var pointA1:Point2D; ...
        private var pointB1:Point2D;...
//координаты проекций точек A, B на оси Ox,Oy,Oz
        private var pointxA:Point2D;...
        //горизонтальная проекция
        private var pointyAw:Point2D;
        //профильная проекция
        private var pointzA:Point2D;
        private var pointxB:Point2D;...
//линии связи от точек проекций на оси до проекций A и B на плоскости
        private var linexA1:Line;
        private var linexA2:Line;...
//линии на осях/line to coordinate
        private var lineOxA:Line;
        private var lineOyAh:Line;...
//спроецированный на плоскости отрезок AB
        private var lineAB1:Line;
        private var lineAB2:Line;...
//главная функция построения характерных элементов
        function Epyur(a:Point3D, b:Point3D)
//функция для изменения первой точки и изменения остальных данных
        public function setPointA(p:Point3D)
        public function setPointB(p:Point3D)...
//функция, которая по координатам точек A строит точки проекций на
плоскости и оси
        private function calcPointsABXYZ()
        public function getPointSetA():PointSet...
//возвращает все линии из класса в виде множества линий
        public function getLineSetA():LineSet
        public function getLineSetB():LineSet ...
//формирует линии связи и спроецированные линии AB
        private function calcLines()
//вычисляет координаты точек проекций на плоскости
        private function calcPointsAB(p1:Point2D, p2:Point2D,
p3:Point2D, pt:Point3D)

```

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бубенников, А. Начертательная геометрия : учебник для вузов / А. Бубенников, М. Громов. – 2-е изд. – М. : Высш. шк., 1973. – 416 с.
2. Покровская, М. Инженерная графика: панорамный взгляд (научно-педагогическое исследование) / М. Покровская. – М. : Изд-во «Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов», 1999. – 137 с.
3. Мук, К. ActionScript для Flash MX. Подробное руководство / К. Мук. – СПб. : Символ Плюс, 2004. – 1120 с.

## ЧТЕНИЕ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ЛЕКЦИЙ С ПОМОЩЬЮ АДАПТИРОВАННЫХ КОНСПЕКТОВ

---

**Ю. А. Быкадоров, И. Н. Гуло,  
А. Н. Ковальчук, Э. В. Шалик**

*Белорусский государственный  
педагогический университет  
имени Максима Танка  
Минск, Беларусь*

Предлагается метод чтения мультимедийных лекций с помощью адаптированных конспектов.

Ключевые слова: информационные технологии, компьютерные технологии, адаптированный конспект лекций.

Основной целью современного вуза является подготовка инициативного специалиста, умеющего самостоятельно решать сложные профессиональные и жизненные проблемы. Выпускник должен владеть современными достижениями науки и техники, уметь применить на практике полученные знания, умения, навыки, нести ответственность за результаты собственной деятельности и быть ориентированным на эффективное самообразование.

Отличительной чертой современного образования являются его компьютеризация. Появились новые компьютерные формы обучения, основанные на сетевых технологиях: дистанционная, виртуальная. В классических вузах приоритетными по-прежнему остаются традиционные лекции, семинары, практические занятия и лабораторные работы. Но одновременно с каждым годом сокращается количество часов, отводимых на аудиторные занятия, наблюдается тенденция увеличения объема учебного материала, выносимого на самостоятельное изучение, что не всегда способствует повышению качества и фундаментальности образования.

Поэтому возникла необходимость в разработке новых образовательных технологий, которые способны модернизировать традиционные формы обучения и качественно повысить уровень учебного процесса. Все чаще в повседневную педагогическую практику вне-