

**Санкт-Петербургский государственный университет  
информационных технологий, механики и оптики  
Факультет информационных технологий и программирования  
Кафедра компьютерных технологий**

**А. С. Потёмкин, М. И. Меретяков, А. А. Шалыто**

**Моделирование цифрового фотоаппарата  
на основе автоматного программирования**

**Проект создан в рамках  
«Движения за открытую проектную документацию»  
<http://is.ifmo.ru>**

**Санкт-Петербург  
2006**

# Оглавление

Введение .....	3
1. Описание проекта .....	3
1.1. Функциональность .....	3
1.2. Пользовательский интерфейс .....	4
2. Проектирование .....	5
2.1. Схема связей .....	5
2.2. Поставщики событий .....	6
2.2.1. Поставщик событий окна приложения ( <i>p1</i> ) .....	6
2.2.2. Поставщик событий модели фотоаппарата ( <i>p2</i> ) .....	6
2.2.3. Поставщик событий таймера модели фотоаппарата ( <i>p3</i> ) .....	7
2.3. Объекты управления .....	7
2.3.1. Объект управления основным циклом работы фотоаппарата ( <i>o</i> ) .....	7
2.3.2. Объект управления режимом съёмки изображений ( <i>o1</i> ) .....	7
2.3.3. Объект управления режимом показа сделанных снимков ( <i>o2</i> ) .....	8
2.4. Автоматы .....	9
2.4.1. Автомат основного цикла работы ( <i>A0</i> ) .....	9
2.4.2. Автомат режима съёмки изображений ( <i>A1</i> ) .....	10
2.4.3. Автомат режима просмотра сделанных снимков ( <i>A2</i> ) .....	12
2.4.4. Автомат меню режима съёмки изображений ( <i>A3</i> ) .....	14
2.4.5. Автомат меню режима просмотра сделанных снимков ( <i>A4</i> ) .....	15
3. Реализация .....	16
3.1. Структура программы .....	16
3.2. Запуск программы .....	17
Заключение .....	17
Литература .....	17
Приложение. Демонстрация работы приложения .....	18

# Введение

Данный проект демонстрирует возможности автоматного программирования в сфере моделирования таких сложных устройств управления, как цифровой фотоаппарат. В качестве основного инструментального средства был использован [UniMod](#), который представляет собой надстройку над открытой средой разработки [Eclipse](#), добавляя в неё поддержку таких концепций, как «Исполняемый *UML*» и «Разработка на базе моделей».

## 1. Описание проекта

### 1.1. Функциональность

В работе моделируется цифровой фотоаппарат. При этом в качестве базового прототипа был взят аппарат *Konica Minolta A200*. Авторы не ставили цель повторить полностью профессиональную функциональность последнего. Моделировались только те функции, которые присущи наибольшему числу современных цифровых фотоаппаратов. Предлагаемая модель поддерживает следующие возможности:

- два основных режима работы: съёмка изображений и просмотр сделанных снимков;
- повороты фотоаппарата относительно вертикальной и горизонтальной осей, проходящих через его центр;
- увеличение и уменьшение фокусного расстояния объектива;
- различные режимы *ISO* (чувствительности матрицы): по умолчанию, *ISO 100*, *ISO 200* и *ISO 400* (режиму по умолчанию соответствует *ISO 200*);
- различные режимы работы вспышки: по умолчанию, включенная вспышка и выключенная вспышка (режиму по умолчанию соответствует выключенная вспышка);
- различные виды съёмки изображений:
  - съёмка одиночного кадра;
  - съёмка серии из четырёх кадров подряд (съёмка «с протяжкой»);
  - съёмка по таймеру через четыре секунды;
- различные виды показа сделанных снимков:
  - показ одиночного снимка в оригинальном размере;
  - показ девяти снимков подряд в виде миниатюр;
- навигация по сделанным снимкам, зависящая от текущего вида показа;
- удаление выбранного снимка или всех сразу;
- настройка параметров съёмки и операции над сделанными снимками через меню.

Для демонстрации работы модели фотоаппарата целесообразно использовать приложение к настоящей работе.

## 1.2. Пользовательский интерфейс

Программа, реализующая данный проект, является графическим приложением, которое состоит из одного окна. Это окно имитирует заднюю панель цифрового фотоаппарата (рис. 1).

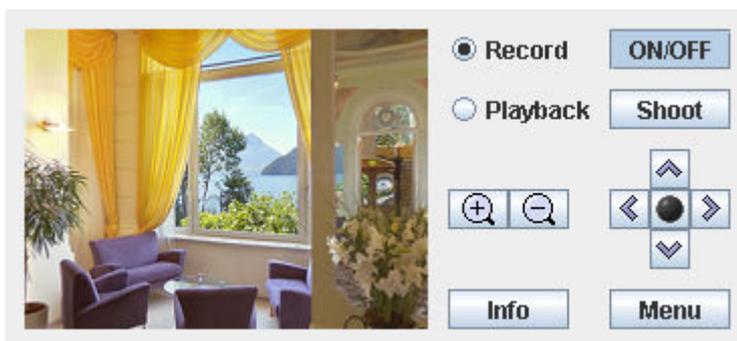


Рис. 1. Вид окна приложения

Левая часть окна представляет собой ЖК-экран, который используется в качестве видоискателя, а также для просмотра сделанных снимков и настройки различных параметров камеры. Правая часть окна является панелью управления фотоаппарата, элементы которой перечислены в табл. 1.

Таблица 1. Элементы управления

	Кнопка включения/выключения фотоаппарата
<input checked="" type="radio"/> Record <input type="radio"/> Playback	Кнопки переключения между режимом съёмки и режимом просмотра сделанных снимков
	Кнопка спуска затвора для выполнения съёмки изображения
	Кнопка увеличения фокусного расстояния, а также перехода из показа миниатюр в показ одиночного снимка
	Кнопка уменьшения фокусного расстояния, а также перехода из показа одиночного снимка в показ миниатюр
	Кнопка показа информации о фотоаппарате
	Кнопка вызова меню
	Кнопка подтверждения выполненных настроек в меню, а также перехода из показа миниатюр в показ одиночного снимка
	Кнопки перехода по пунктам меню, а также навигации по сделанным снимкам

Центральное положение окна приложения на рабочем столе соответствует нулевым углам поворота фотоаппарата относительно вертикальной и горизонтальной осей, проходящих через его центр. Перемещение окна по рабочему столу выполняется при нажатой левой кнопки мыши. Двигая окно по горизонтали (вертикали), можно управлять изменением угла поворота фотоаппарата относительно вертикальной (горизонтальной) оси.

## 2. Проектирование

Проектирование приложения было выполнено при помощи инструментального средства *UniMod*. Это средство позволило, используя мышь, визуальнo построить схему связей в виде диаграммы классов и автоматы, формирующие логику поведения программы.

### 2.1. Схема связей

Схема связей в виде диаграммы классов данного приложения приведена на рис. 2. На ней представлены три поставщика событий ([p1](#), [p2](#), [p3](#)), пять автоматов ([A0](#), [A1](#), [A2](#), [A3](#), [A4](#)) и три объекта управления ([o](#), [o1](#), [o2](#)).

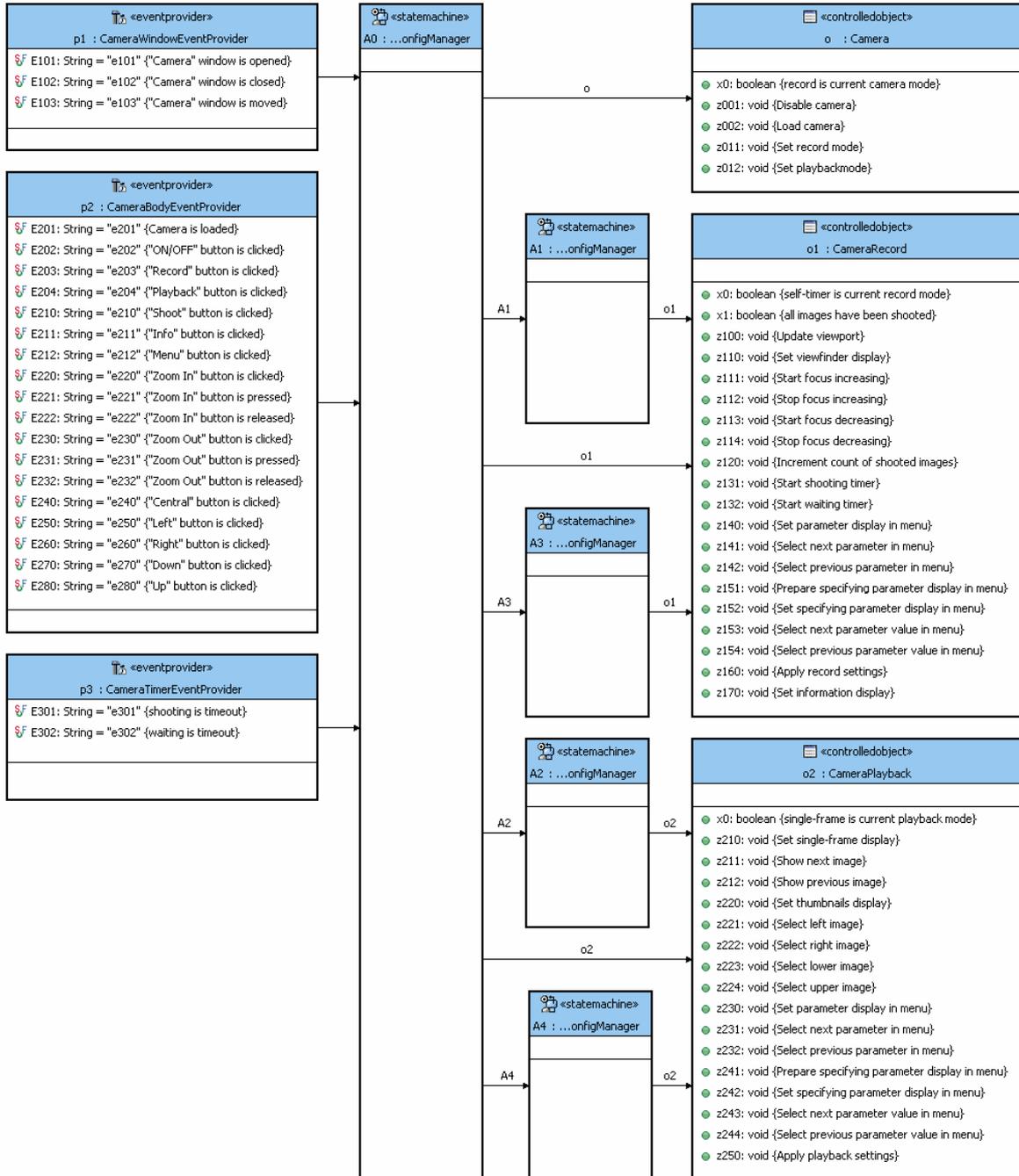


Рис. 2. Схема связей

## 2.2. Поставщики событий

### 2.2.1. Поставщик событий окна приложения (p1)

События, относящиеся к этому поставщику, инициируются окном приложения и описаны в табл. 2.

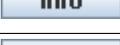
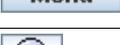
Таблица 2. События окна приложения (p1)

e101	Открытие окна программы
e102	Закрытие окна программы
e103	Перемещение окна программы

### 2.2.2. Поставщик событий модели фотоаппарата (p2)

События, относящиеся к этому поставщику, инициируются моделью фотоаппарата и описаны в табл. 3.

Таблица 3. События модели фотоаппарата (p2)

e201	Камера загружена
e202	Щелчок кнопки 
e203	Щелчок кнопки 
e204	Щелчок кнопки 
e210	Щелчок кнопки 
e211	Щелчок кнопки 
e212	Щелчок кнопки 
e220	Щелчок кнопки 
e221	Нажатие кнопки 
e222	Освобождение кнопки 
e230	Щелчок кнопки 
e231	Нажатие кнопки 
e232	Освобождение кнопки 
e240	Щелчок кнопки 
e250	Щелчок кнопки 
e260	Щелчок кнопки 
e270	Щелчок кнопки 
e280	Щелчок кнопки 

### 2.2.3. Поставщик событий таймера модели фотоаппарата (p3)

События, относящиеся к этому поставщику, инициируются таймером модели фотоаппарата и описаны в табл. 4.

Таблица 4. События таймера (p3)

e301	Окончание времени съёмки
e302	Окончание задержки перед съёмкой

## 2.3. Объекты управления

### 2.3.1. Объект управления основным циклом работы фотоаппарата (o)

Этот объект управления предоставляет входные и выходные воздействия, которые относятся к основному циклу работы фотоаппарата (табл. 5).

Таблица 5. Объект управления (o)

x0	Находится ли фотоаппарат в режиме съёмки изображений?
z001	Выключить фотоаппарат
z002	Начать включение фотоаппарата
z011	Установить режим съёмки изображений
z012	Установить режим просмотра сделанных снимков

### 2.3.2. Объект управления режимом съёмки изображений (o1)

Этот объект управления предоставляет входные и выходные воздействия, которые относятся к режиму съёмки изображений (табл. 6).

Таблица 6. Объект управления (o1)

x0	Является ли съёмка по таймеру текущим видом съёмки?
x1	Все ли изображения были сняты?
z100	Обновить окно видеискателя
z110	Установить окно видеискателя
z111	Начать увеличение фокусного расстояния объектива
z112	Прекратить увеличение фокусного расстояния объектива
z113	Начать уменьшение фокусного расстояния объектива
z114	Прекратить уменьшение фокусного расстояния объектива
z120	Увеличить на единицу число снятых изображений
z131	Запустить таймер съёмки изображения
z132	Запустить таймер задержки перед съёмкой
z140	Установить окно показа списка параметров в меню режима съёмки
z141	Выбрать следующий параметр в меню режима съёмки
z142	Выбрать предыдущий параметр в меню режима съёмки
z151	Подготовить окно показа выбора значения параметра в меню режима съёмки

<i>z152</i>	Установить окно показа выбора значения параметра в меню режима съёмки
<i>z153</i>	Выбрать следующее значение параметра в меню режима съёмки
<i>z154</i>	Выбрать предыдущее значение параметра в меню режима съёмки
<i>z160</i>	Применить выполненные настройки в меню режима съёмки
<i>z170</i>	Установить окно показа информации о фотоаппарате

### 2.3.3. Объект управления режимом показа сделанных снимков (*o2*)

Этот объект управления предоставляет входные и выходные воздействия, которые относятся к режиму просмотра сделанных снимков (табл. 7).

Таблица 7. Объект управления (*o2*)

<i>x0</i>	Является ли показ одиночного снимка текущим видом показа?
<i>z210</i>	Установить окно показа одиночного снимка
<i>z211</i>	Показать следующий снимок
<i>z212</i>	Показать предыдущий снимок
<i>z220</i>	Установить окно показа серии миниатюр сделанных снимков
<i>z221</i>	Выбрать левый снимок
<i>z222</i>	Выбрать правый снимок
<i>z223</i>	Выбрать нижний снимок
<i>z224</i>	Выбрать верхний снимок
<i>z230</i>	Установить окно показа списка параметров в меню режима просмотра
<i>z231</i>	Выбрать следующий параметр в меню режима просмотра
<i>z232</i>	Выбрать предыдущий параметр в меню режима просмотра
<i>z241</i>	Подготовить окно показа выбора значения параметра в меню просмотра
<i>z242</i>	Установить окно показа выбора значения параметра в меню режима просмотра
<i>z243</i>	Выбрать следующее значение параметра в меню режима просмотра
<i>z244</i>	Выбрать предыдущее значение параметра в меню режима просмотра
<i>z250</i>	Применить выполненные настройки в меню режима просмотра

## 2.4. Автоматы

### 2.4.1. Автомат основного цикла работы (A0)

Этот автомат представлен на рис. 3 и является базовым автоматом в данном приложении. Он управляет основным циклом работы фотоаппарата, обеспечивая процессы его включения/выключения, а также переключения между режимом съёмки изображений и режимом просмотра сделанных снимков.

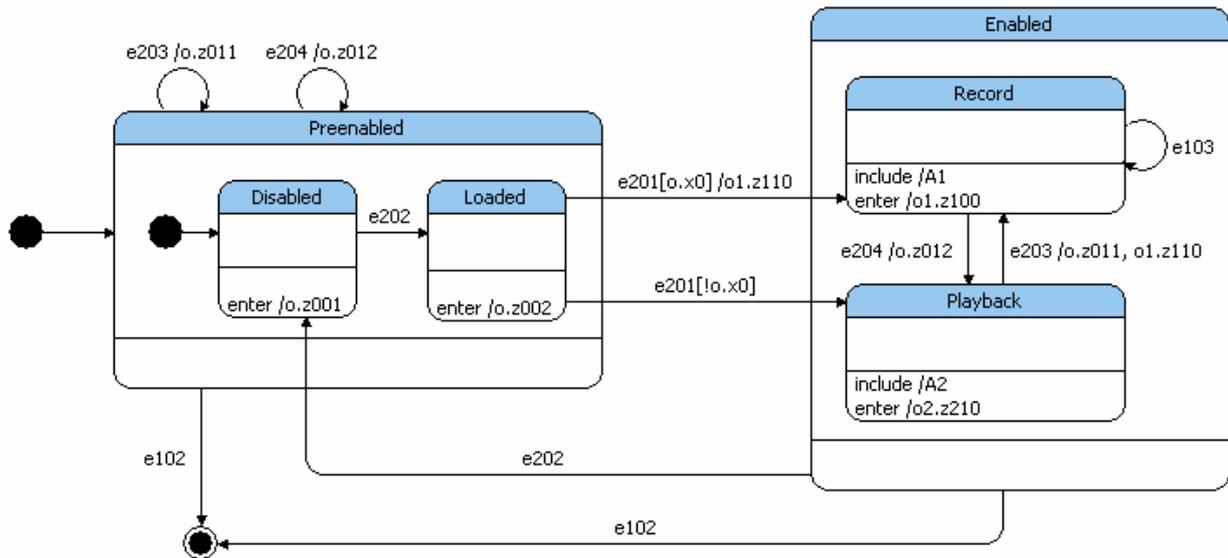


Рис. 3. Автомат A0

В табл. 8 приведены описания состояний автомата A0 вместе с видами окна приложения, соответствующего некоторым состояниям.

Таблица 8. Состояния автомата A0

<p><b>A0:Disabled</b> Выключенное состояние фотоаппарата. Автомат A0 переходит в это состояние сразу после открытия окна приложения.</p>	
<p><b>A0:Loaded</b> Состояние фотоаппарата, находящегося в процессе включения. На этом этапе происходит загрузка данных, по окончании которой инициируется событие <a href="#">e201</a>.</p>	

### A0:Record

Фотоаппарат находится в режиме съёмки изображений. В этом режиме перемещение окна приложения по рабочему столу (событие [e103](#)) сопровождается обновлением показа видоискателя. В состояние вложен автомат [A1](#), и поэтому соответствующий вид окна приложения будет определяться текущим состоянием этого автомата.

### A0:Playback

Фотоаппарат находится в режиме просмотра сделанных снимков. В состояние вложен автомат [A2](#), и поэтому соответствующий вид окна приложения будет определяться текущим состоянием этого автомата.

#### 2.4.2. Автомат режима съёмки изображений (A1)

Этот автомат представлен на рис. 4 и описывает логику управления режимом съёмки изображений. Автомат обеспечивает следующие процессы:

- выбор будущего вида снимка посредством видоискателя;
- задержку перед съёмкой и саму съёмку изображения;
- переключение на меню режима съёмки и возврат из этого меню;
- показ информации о фотоаппарате.

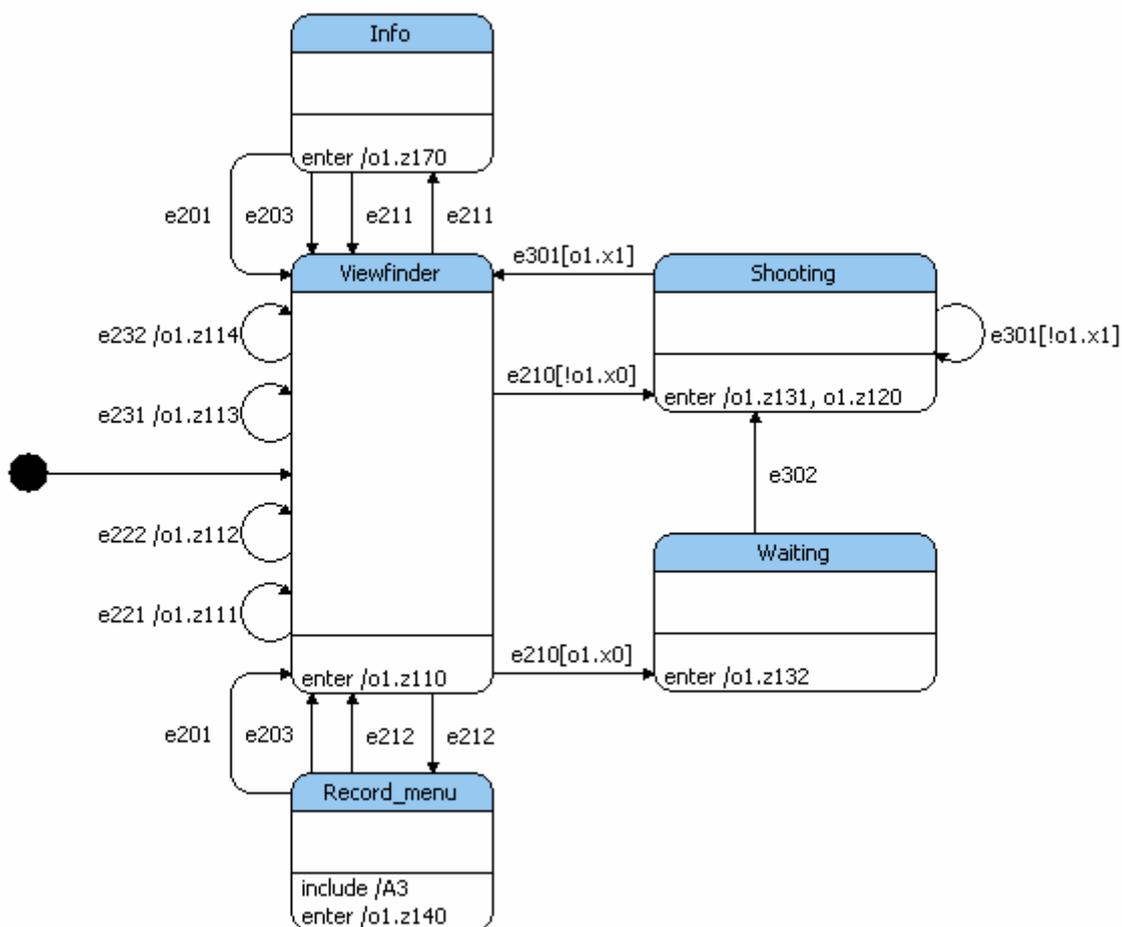
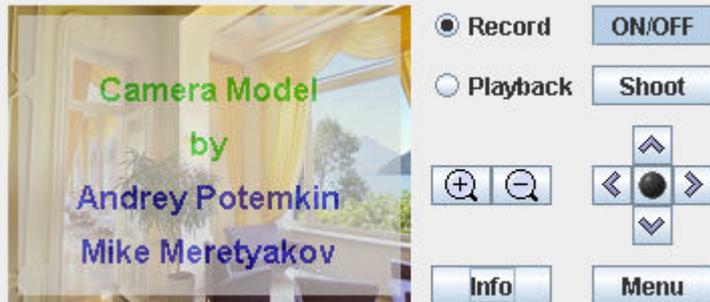


Рис. 4. Автомат A1

В табл. 9 приведены описания состояний автомата *A1* вместе с видами окна приложения, соответствующего некоторым состояниям.

**Таблица 9. Состояния автомата *A1***

<p><b>A1:Viewfinder</b> Работа ЖК-экрана как видоискателя. Автомат <i>A1</i> переходит в это состояние сразу же после переключения фотоаппарата на режим съёмки (событие <a href="#">e203</a>).</p>	
<p><b>A1:Info</b> Показ информации о фотоаппарате в окне видоискателя.</p>	
<p><b>A1:Waiting</b> Процесс ожидания фотоаппаратом начала съёмки изображений. Автомат <i>A1</i> переходит в это состояние при клике кнопки <b>Shoot</b> (событие <a href="#">e210</a>) в том случае, если ранее пользователь выбрал через меню вид съёмки по таймеру.</p>	
<p><b>A1:Shooting</b> Процесс съёмки изображения. Автомат <i>A1</i> может неоднократно возвращаться в это состояние, если ранее пользователь выбрал через меню серийный вид съёмки (так называемую съёмку «с протяжкой»).</p>	
<p><b>A1:Record_menu</b> Показ меню режима съёмки изображений. В состояние вложен автомат <a href="#">A3</a>, и поэтому соответствующий вид окна приложения определяется текущим состоянием этого автомата.</p>	

### 2.4.3. Автомат режима просмотра сделанных снимков (A2)

Этот автомат представлен на рис. 5 и описывает логику управления режимом просмотра сделанных снимков. Автомат обеспечивает следующие процессы:

- навигацию по снимкам в виде показа одиночного снимка с возможностью только последовательного доступа к другим снимкам в прямом и обратном направлениях;
- навигацию по снимкам в виде показа серии их миниатюр с возможностью произвольного доступа к другим снимкам;
- переключение на меню режима просмотра и возврат из этого меню.

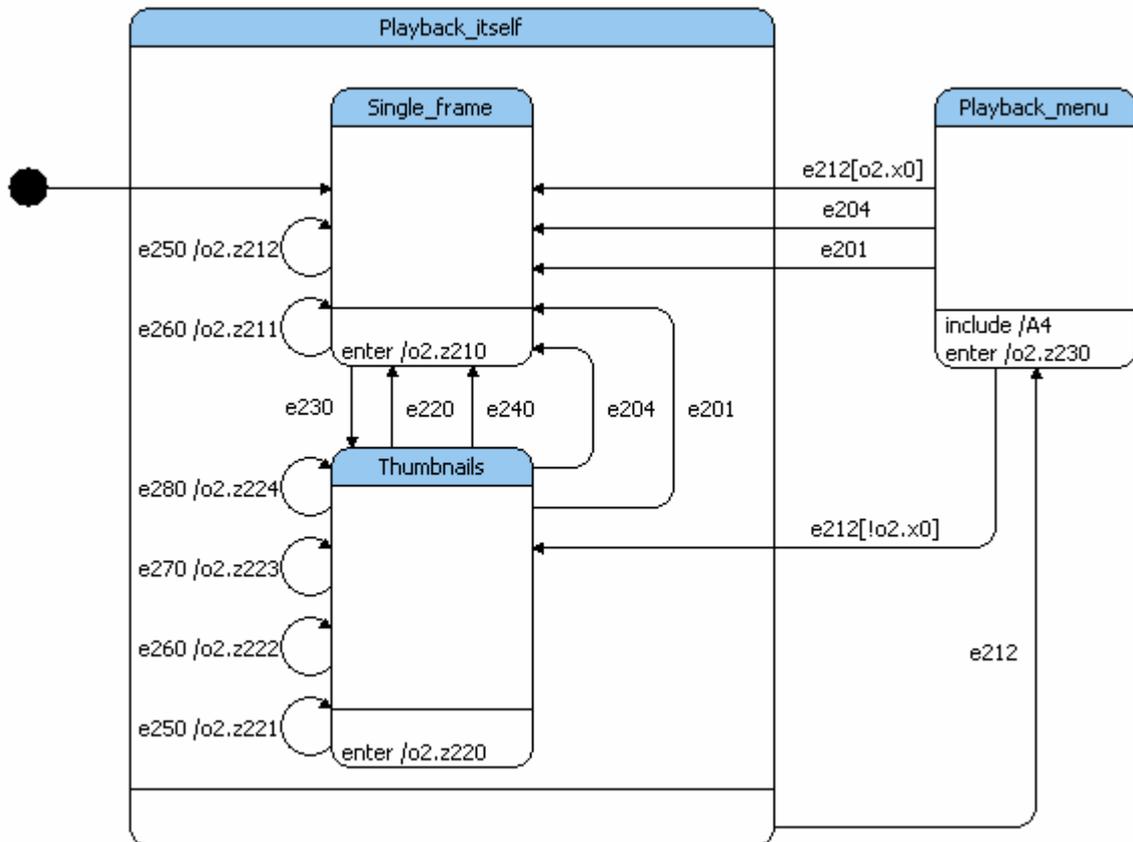


Рис. 5. Автомат A2

В табл. 10 приведены описания состояний автомата *A2* вместе с видами окна приложения, соответствующего некоторым состояниям.

**Таблица 10. Состояния автомата *A2***

<p><b>A2:Single_frame</b> Показ на ЖК-экране одиночного снимка. Автомат <i>A2</i> переходит в это состояние сразу же после переключения фотоаппарата на режим просмотра (событие <a href="#">e204</a>).</p>	
<p><b>A2:Thumbnails</b> Показ на ЖК-экране серии миниатюр сделанных снимков.</p>	
<p><b>A2:Playback_menu</b> Показ меню режима просмотра сделанных снимков. В состояние вложен автомат <a href="#">A4</a>, и поэтому соответствующий вид окна приложения определяется текущим состоянием этого автомата.</p>	

## 2.4.4. Автомат меню режима съёмки изображений (A3)

Этот автомат представлен на рис. 6 и обеспечивает управление меню режима съёмки изображений.

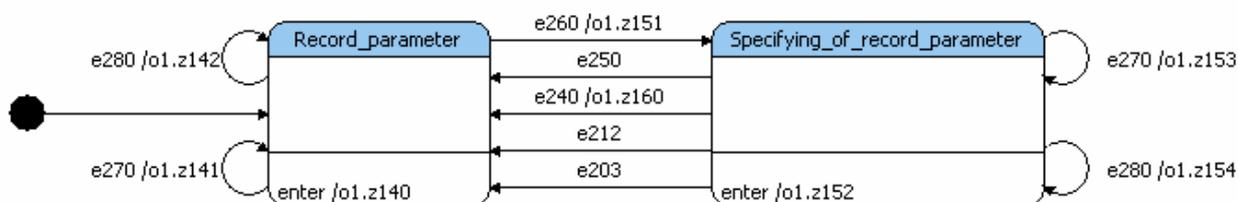


Рис. 6. Автомат A3

В табл. 11 приведены описания состояний автомата A3 вместе с видами окна приложения, соответствующего состояниям.

Таблица 11. Состояния автомата A3

<p><b>A3:Record_parameter</b> Процесс выбора параметра в меню режима съёмки изображений.</p>	
<p><b>A3:Specifying_of_record_parameter</b> Процесс выбора значения параметра в меню режима съёмки изображений.</p>	

### 2.4.5. Автомат меню режима просмотра сделанных снимков (A4)

Этот автомат представлен на рис. 7 и обеспечивает управление меню режима просмотра сделанных снимков.

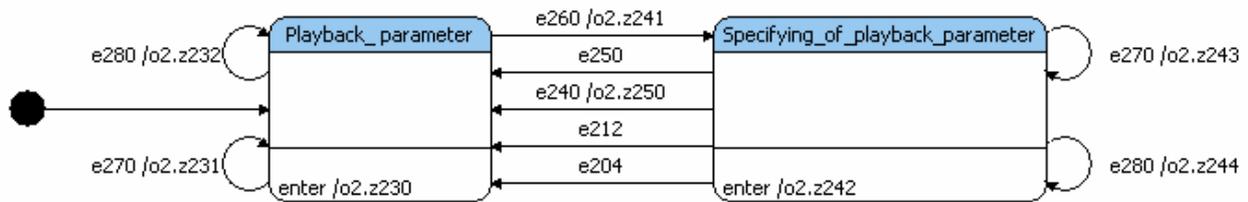


Рис. 7. Автомат A4

В табл. 12 приведены описания состояний автомата A4 вместе с видами окна приложения, соответствующего состояниям.

Таблица 12. Состояния автомата A4

<p><b>A4:Playback_parameter</b> Процесс выбора параметра в меню режима просмотра сделанных снимков.</p>	
<p><b>A4:Specifying_of_playback_parameter</b> Процесс выбора значения параметра в меню режима просмотра сделанных снимков.</p>	

## 3. Реализация

### 3.1. Структура программы

Программа состоит из двух частей: из *XML*-описания, которое автоматически генерируется по схеме связей и диаграммам состояний, и кода, написанного вручную. Этот код написан в объектно-ориентированном стиле на языке [Java](#) в среде разработки *Eclipse* с использованием инструментального средства *UniMod*. Вручную написанный код состоит из следующих классов:

- поставщиков событий:
  - [CameraWindowEventProvider](#) – определяет события, инициируемые окном приложения, и осуществляет показ этого окна.
  - [CameraBodyEventProvider](#) – определяет события, инициируемые моделью фотоаппарата.
  - [CameraTimerEventProvider](#) – определяет события, инициируемые таймером модели фотоаппарата.
- объектов управления:
  - [Camera](#) – предоставляет методы входных и выходных воздействий. Эти воздействия относятся к основному циклу работы фотоаппарата.
  - [CameraRecord](#) – предоставляет методы входных и выходных воздействий. Эти воздействия относятся к режиму съёмки изображений.
  - [CameraPlayback](#) – предоставляет методы входных и выходных воздействий, относящихся к режиму просмотра сделанных снимков.
- классов, реализующих базовую функциональность:
  - [CameraModel](#) – представляет собой окно приложения, моделирующее заднюю панель фотоаппарата. Этот класс обеспечивает также инициализацию всех необходимых ресурсов.
  - [CameraConfiguration](#) – представляет собой контейнер для хранения текущей конфигурации фотоаппарата.
  - [CameraDisplay](#) – представляет собой оконный компонент, моделирующий ЖК-экран фотоаппарата. Этот класс обеспечивает показ окна видоискателя, различные виды просмотра готовых снимков и отображению меню. Показ окна видоискателя осуществляется отрисовкой панорамного изображения. Последнее было сделано при помощи библиотеки [ptviewer](#), разработанной Helmut Dersch<sup>1</sup> и затем улучшенной Fulvio Senore<sup>2</sup>. Данная библиотека свободно распространяется по лицензии [GPL](#) и была модифицирована авторами проекта для выполнения указанной задачи.

---

1 <http://webuser.hs-furtwangen.de/~dersch/>

2 <http://www.fsoft.it/panorama/ptviewer.htm>

## 3.2. Запуск программы

В виду того, что программа была спроектирована при помощи инструментального средства *UniMod*, она может быть запущена с использованием двух подходов: интерпретационного и компилятивного. Оба этих подхода используют скомпилированные в байт-код классы, написанные вручную.

Интерпретационный подход заключается в том, что программа при запуске интерпретирует файл с *XML*-описанием, построенным по диаграммам. При этом используется достаточно большое число *UniMod*-библиотек.

При компилятивном подходе по упомянутому *XML*-описанию сначала генерируется *java*-код, который затем компилируется в байт-код. При таком подходе требуется меньшее число *UniMod*-библиотек по сравнению с интерпретационным подходом.

Для демонстрации работы целесообразно использовать приложение к настоящей работе.

## Заключение

Данный проект показал удобство и целесообразность применения автоматного подхода при проектировании и программировании устройств управления, причём независимо от степени их сложности. Такой подход позволяет расширить функциональность существующих программ за счет добавления новых состояний и переходов по событиям. Наглядность и доступность этих изменений заметно повышаются при использовании средств визуального построения схемы связи и автоматов.

## Литература

1. Шальто А. А. SWITCH-технология. Алгоритмизация и программирование задач логического управления. СПб.: Наука. 1998. <http://is.ifmo.ru/books/switch/1>
2. Шальто А. А. Новая инициатива в программировании. Движение за открытую проектную документацию // Мир ПК. 2003. № 9, с. 52–56. [http://is.ifmo.ru/works/open\\_doc](http://is.ifmo.ru/works/open_doc)
3. Гуров В. С, Мазин М. А, Нарвский А. С, Шальто А. А. UML. SWITCH-технология. Eclipse // Информационно-управляющие системы. 2004. № 6, с.12–17. <http://is.ifmo.ru/works/uml-switch-eclipse>

## Приложение. Демонстрация работы приложения

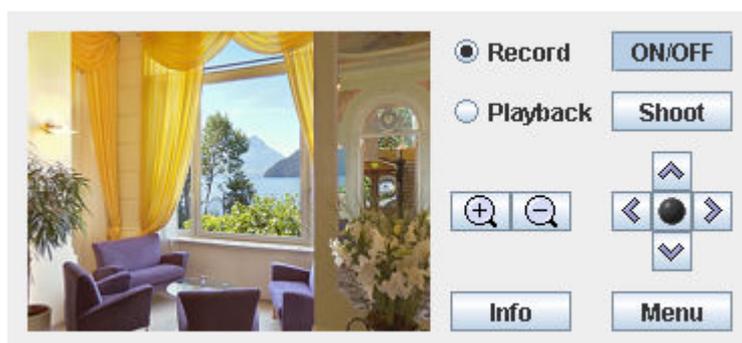
1. Запустите командный файл `run.cmd` (`run.sh`). Появится окно приложения, которое имитирует заднюю панель фотоаппарата:



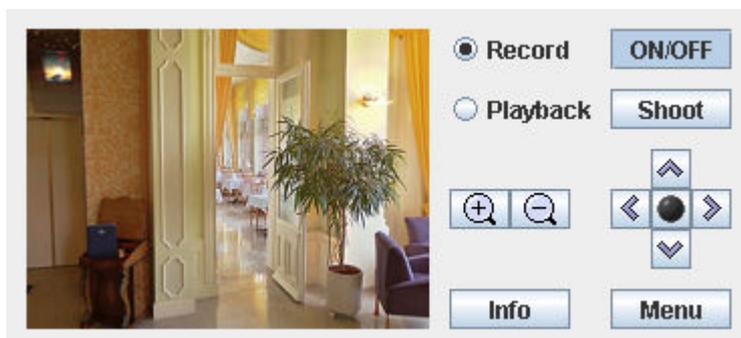
2. Включите фотоаппарат, кликнув на кнопку **ON/OFF**. При этом ненадолго покажется экран загрузки:



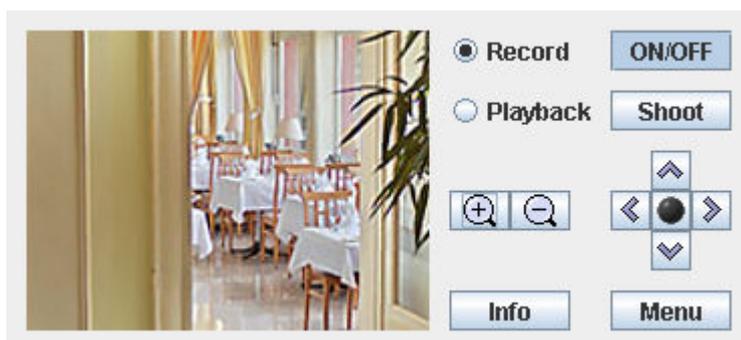
По окончании загрузки фотоаппарат перейдет в режим съёмки изображений с показом видоискателя:



3. Перемещайте окно приложения по рабочему столу при нажатой левой кнопке мыши для того, чтобы выбрать вид будущего снимка. Центральное положение окна на рабочем столе соответствует нулевым углам поворота фотоаппарата относительно вертикальной и горизонтальной осей, проходящих через его центр. Двигая окно по горизонтали (по вертикали), можно управлять изменением угла поворота относительно вертикальной (горизонтальной) оси:



4. Нажимайте и удерживайте кнопку  для того, чтобы плавно увеличивать фокусное расстояние объектива и, соответственно, приближать изображение. Процесс приближения прекращается после отпускания указанной кнопки.

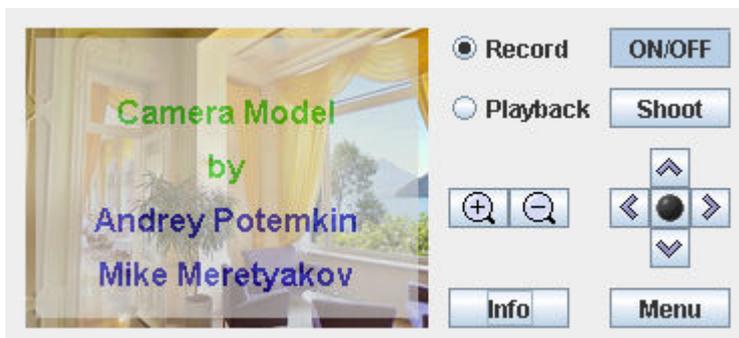


5. Нажимайте и удерживайте кнопку  для того, чтобы плавно уменьшать фокусное расстояние объектива и, соответственно, отдалять изображение. Процесс отдаления прекращается после отпускания указанной кнопки.



6. Сделайте снимок, кликнув на кнопку . При этом будет звучать характерный щелчок спуска затвора (если, конечно, к компьютеру подсоединены и включены колонки или наушники).

7. Сделайте таким образом несколько снимков подряд, используя шаги 3–6.
8. Для того, чтобы посмотреть информацию о фотоаппарате, кликните на кнопку :



Выйдите из показа информации, ещё раз кликнув на эту же кнопку.

9. Нажмите на кнопку  для того, чтобы войти в меню режима съёмки изображений:



Слева представлены настраиваемые параметры, а справа – их текущие значения.

Выберете необходимый параметр меню, используя кнопки , .

10. Посмотрите список значений для выбранного вами параметра, кликнув на кнопку .



Выбор среди списка значений осуществляется теми же кнопками , .

11. Подтвердите выбранное значение параметра, кликнув на кнопку :



Выбранное значение параметра можно и не подтверждать, если кликнуть вместо этого на кнопку .

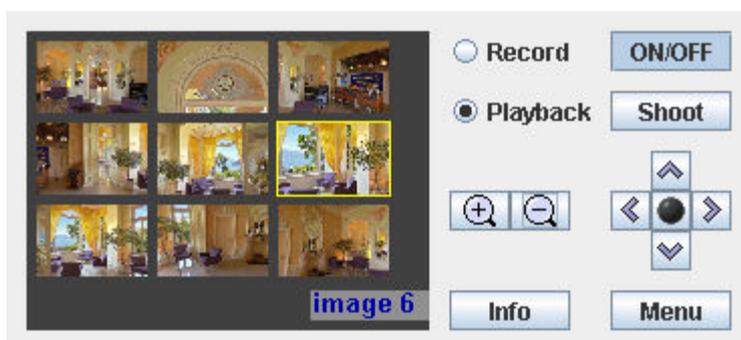
12. Сделайте несколько снимков с изменёнными параметрами съёмки.

13. Перейдите в режим просмотра сделанных снимков, кликнув на кнопку  Playback. При этом фотоаппарат перейдёт в показ одиночного снимка:



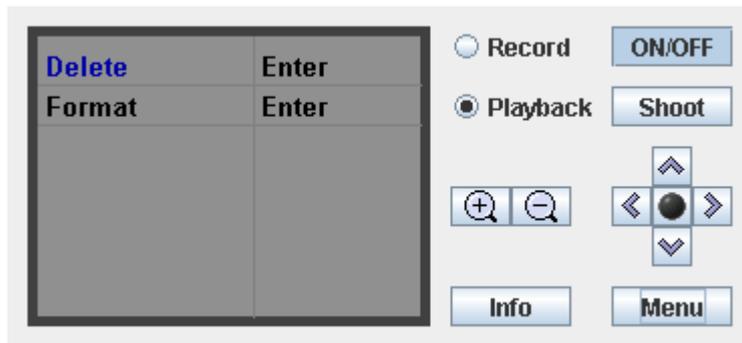
Навигация по снимкам осуществляется при помощи кнопок , .

14. Перейдите в показ девяти снимков подряд в виде миниатюр, кликнув на кнопку :



Выйти из этого вида показа можно при клике на одну из кнопок , .

15. Нажмите на кнопку **Menu** для того, чтобы войти в меню режима просмотра сделанных снимков:



Принцип управления в этом меню аналогичен с принципом управления меню съёмки изображений, который рассмотрен выше. Выберите одно из предлагаемых действий и примените его.

Выйти из меню можно либо при повторном клике на кнопку **Menu**, либо переключив фотоаппарат на режим съёмки.

16. Выключите фотоаппарат, кликнув на кнопку **ON/OFF**.
17. Завершите приложение, закрыв его окно (например, используя комбинацию клавиш *Alt+F4*).