

УДК 519.876.5

В. А. Полетаев, В. В. Зиновьев, А. Н. Стародубов

## АНИМАЦИОННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ (АПС)

Анимация АПС – это отображение динамики работы оборудования на компьютерной мнемосхеме технологического процесса, формируемое имитационной моделью процесса. Анимация АПС предоставляет пользователю ряд возможностей:

- проверить адекватность модели объекту в деталях и в целом;
- выявить трудноуловимые ошибки имитационного моделирования;
- доказать заказчику правильность работы имитационной модели;
- просмотреть различные ситуации для непрограммирующего пользователя.

Наиболее распространен комплекс специализированного языка имитации GPSS\H и языка компьютерной анимации PROOF Animation [30]. Для создания анимационных моделей автоматизированных производственных систем предлагается использовать язык компьютерной анимации Proof Animation.

Proof Animation это векторно-основанная, управляемая из файла система анимации. Она состоит из:

- CAD – подобной возможности рисунка для создания графических элементов;
- набора команд анимации и способности обрабатывать сгенерированные программой последовательности этих команд;
- набора команд управления графическими

элементами и способности ручного редактирования последовательности этих команд.

Простые инструкции языка Proof Animation сводятся к заданию времени и конечных точек перемещения объектов, имитирующих детали и оборудование АПС.

Мнемосхема автоматизированного производства представляет собой комбинацию графических элементов – статических и динамических. Статические элементы не изменяются во время анимации. Их конструируют с помощью линий, дуг, прямоугольников, окружностей. Возможны выбор цвета, ширины и типа линии; просмотр размеров и ориентации объекта; изображение кривой любой формы. На статический фон можно добавить текст с выбором цвета, шрифта и размера. Части экрана могут копироваться либо передвигаться.

При моделировании технологий примерами статических элементов могут быть контуры цеха, рельсовый путь, таблицы, текстовые надписи и т.д., а динамических – транспортные средства, станки, промышленные роботы, надписи, выводимые статистические данные работы системы на экран компьютера.

Динамические элементы – это графические объекты, которые могут передвигаться по экрану. Над объектами можно выполнять следующие операции: создавать, уничтожать, помещать в коор-

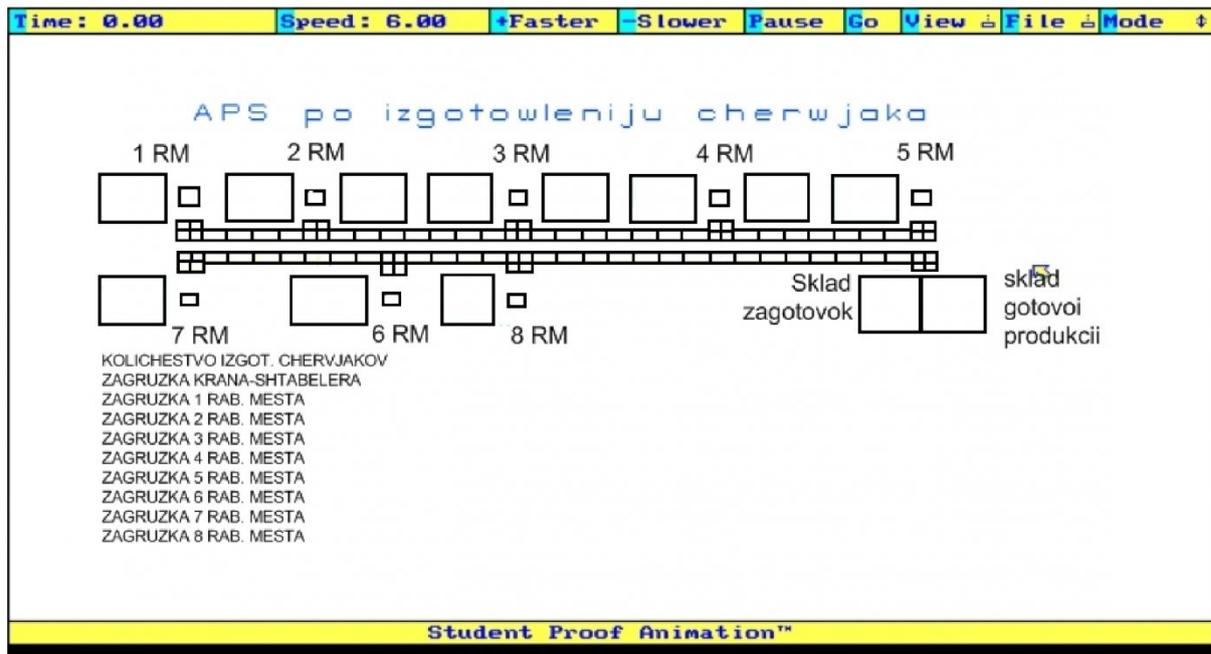


Рис. 1. Статические элементы анимации

динатную сетку, изменять цвет и форму, перемещать от одной точки к другой, изменять скорость перемещения, вращать и т.д.

Создадим анимацию АПС на основе крана-штабелера. Для построения модели войдем в Proof Animation путем загрузки файла `sra.exe`. Выберем в верхнем меню пункт `Mode`, а в нем режим `Draw Mode`. С помощью набора команд `Proof Animation` нарисуем статические элементы (рис. 1): станки, основания манипуляторов, склады заготовок и готовой продукции, склад для крана-штабелера, рольганги, необходимый текст.

В режиме `Class Mode` выберем опцию «`New class`» и нарисуем динамические объекты – заготовку (под именем `SAG`), манипулятор (`MAN`) и кран-штабелёр (`STABEL`).

Сохраним файл разметки как `MODAPS.lay` и выйдем из `Proof Animation`.

В имитационной модели вставим необходимые блоки. Запустим файл `GPSS.exe`. В результате создастся файл трассировки с тем же именем, но имеющий расширение `*.atf`. Фрагмент этого файла приведен ниже:

```

TIME 0.0
CREATE SAG 1
PLACE 1 AT 85 29
MOVE R 3 85 31
TIME 13.1
MOVE R 3 27 31
TIME 13.1
PLACE 1 AT 24 36.6
ROTATE M1 TO -90
TIME 42.4
...
END

```

Запустим анимацию, выбрав файл `sra.exe` и

нажав клавишу `<Enter>`, при этом файл управления графическими объектами и сам файл графических объектов должны быть в одной траектории. Выведем на экран анимационную модель технологии путем входа с помощью мыши в пункт `"File"` верхнего горизонтального меню, подпункт `"Open Layout&Trace"`. В появившемся вертикальном меню выберем пункт `MODAPS` путем нажатия на нем клавиши мыши. В режиме `"RUN"` командой `"Go"` запустим программу на выполнение.

На рис. 2. представлен фрагмент анимации АПС на основе крана-штабелера.

На анимационной модели движущимся объектом является заготовка, манипуляторы и кран-штабелёр. Они появляются с началом моделирования. Кран-штабелёр перемещает заготовку к очередному рабочему месту, перекладывает её на рольганг. Далее манипулятор устанавливает её на станок, а после обработки – снимает с него и кладёт обратно на рольганг. Затем кран-штабелёр снова перемещает её к следующему рабочему месту. После обработки заготовки складываются на складе готовой продукции, а количество сделанных червяков увеличивается на единицу.

Движение заготовки в `Proof Animation` можно реализовать с помощью оператора `MOVE` (неуправляемое движение) или `PATH` (управляемое движение). В рассматриваемой АПС, где заготовка движется по прямолинейной траектории от точки к точке, проще использовать оператор `MOVE`, так как нарисовать все возможные перемещения крана-штабелёра в режиме `PATH` на анимации очень сложно и не рационально. К тому же это усложняет имитационную модель ненужными блоками.

Во время просмотра анимации в верхней

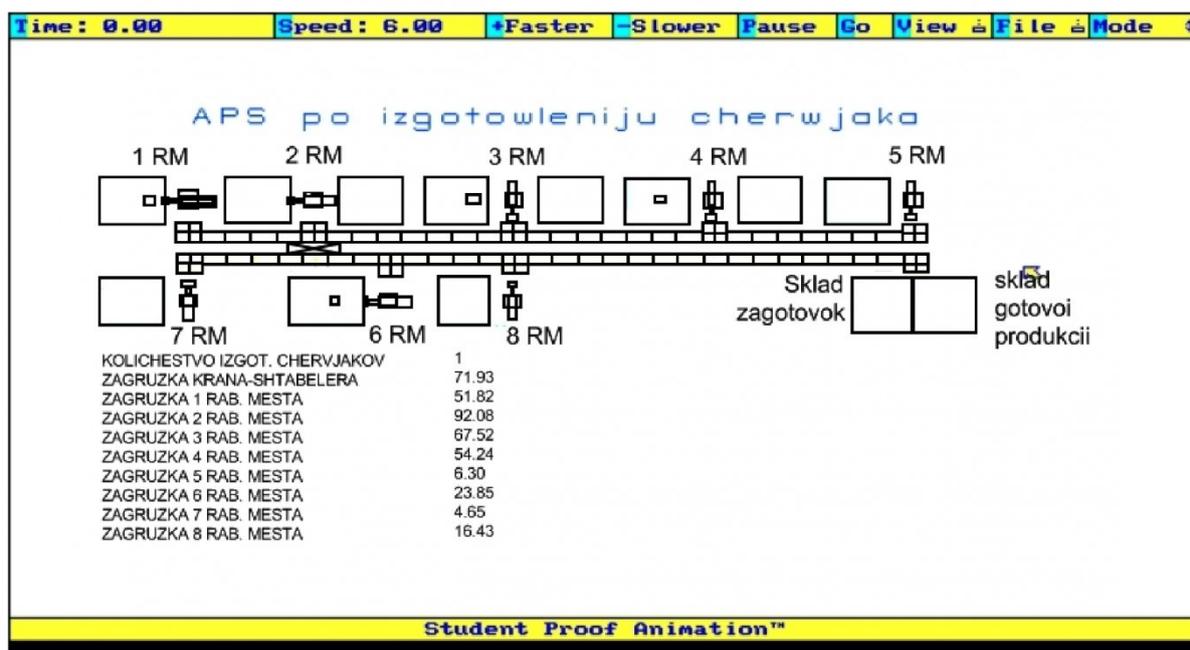


Рис. 2. Фрагмент анимации АПС на основе крана-штабелера

строке экрана Proof Animation указываются: текущее время имитации (*Time*), скорость анимации (*Speed*), ускорение (*Faster*) или замедление (*Slower*) анимации, остановка изображения (*Pause*), пуск движущегося изображения (*Go*), выбор размера, расположения и участка изображения (*View*), выбор файлов технологических процессов (*File*), выбор режимов анимации (*Mode*), запуск движения изображения (*Go*).

Для того чтобы анимация создавалась имитационной моделью необходимо внедрить команды Proof Animation в модель GPSS/H. Управляющим оператором и блоком, создающим линии файла трассировки, являются оператор PUTPIC и блок BPUTPIC.

Формат:

PUTPIC opt,..., (list)

BPUTPIC opt,..., (list)

где opt – опция, а list – список чисел, числовых выражений, переменных, стандартных числовых атрибутов, которые GPSS/H записывает во внешний файл (файл .atf).

Опции, связанные с оператором PUTPIC и блоком BPUTPIC:

FILE=log

LINES=unt

где log – логическое имя внешнего файла, в который будут записываться данные (по умолчанию данные будут выводиться на экран), а unt – число строк отображаемых после блока BPUTPIC.

Для создания GPSS/H-моделью файла управления анимацией, сначала его необходимо связать с логическим именем, которое будет использо-

ваться в GPSS/H-программе. Для такой связи используется специальный оператор FILEDEF.

Формат оператора FILEDEF:

LOG FILEDEF 'NAME'

где NAME – имя .atf-файла, а LOG – логическое имя файла.

Например,

ATF FILEDEF "MODAPS.ATF"

...

BPUTPIC FILE=ATF,LINES=3,AC1

TIME \*.\*

CREATE MAN M1

PLACE M1 AT 25 48

В приведенном примере файл «MODAPS.ATF» будет автоматически создан в текущей директории, связан с логическим именем «ATF» и в него будут записаны три строки, расположенные ниже блока BPUTPIC. При этом вместо звездочек (\*.\*) запишется значение текущего времени моделирования (значение стандартного числового атрибута AC1). На анимации будет видно, что в текущее значение времени появится объект MAN и поместится в точку с координатами  $x = 25$ ,  $y = 48$ .

Для записи в файл управления команды END используется управляющий оператор PUTPIC:

PUTPIC FILE=ATF

END

Такая запись обязательна, она используется для завершения анимации и обычно записывается после оператора START.

Рассмотренный подход позволяет повысить эффективность процесса проектирования АПС.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кельтон, В. Имитационное моделирование. Классика CS / В. Кельтон, А. Лоу. – 3-е изд. – СПб.: Питер; Киев: Издательская группа BHV, 2004. – 847 с.
2. Томашевский, В. Имитационное моделирование в среде GPSS: учеб. пособие / В. Томашевский, Е. Жданова. – М.: Бестселлер, 2003. – 312 с.
3. Шрайбер, Т. Моделирование на GPSS: учеб. пособие. – М.: Машиностроение, 1980. – 593 с.

□ Авторы статьи:

Полетаев  
Вадим Алексеевич  
– докт. техн. наук, зав. каф. информационных и автоматизированных производственных систем КузГТУ.  
Тел. 8(3842)39-69-44.  
E-mail: pva@kuzstu.ru

Зиновьев  
Василий Валентинович  
– канд. техн. наук, доцент каф. информационных и автоматизированных производственных систем КузГТУ. Тел. 8(3842)36-82-02  
E-mail: z\_v\_v@pambler.ru

Стародубов  
Алексей Николаевич  
– аспирант каф. информационных и автоматизированных производственных систем КузГТУ.  
Тел. 8(3842)36-47-21  
Email: staraleksei@rambler.ru