

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ УЧЕБНЫЙ МАШИННЫЙ ФИЛЬМ  
"ГРАФИКИ НЕКОТОРЫХ ФУНКЦИЙ"

Н.Д.Каракозова, В.В.Сорокин

В Институте математики СО АН СССР был снят экспериментальный учебный машинный фильм "Графики некоторых функций". Съемка фильма производилась на системе графической связи с УЭМ "Днепр-1" [1]. Этот фильм создавался с целью отработки методики программирования учебных фильмов и выявления требований к техническим средствам [2]. Исходя из этого, для фильма выбраны простые тригонометрические функции.

В фильме 4 фрагмента (общей продолжительностью 10 мин.), в каждом из которых демонстрируется изменение графика функции в зависимости от изменения значений параметров ( $A$  - амплитуда,  $B$  - фаза,  $K$  - частота):

$$\text{I фрагмент:} \quad y = A \cdot \sin(K \cdot X + B);$$

$$\text{II фрагмент:} \quad y = A \cdot \cos(K \cdot X + B);$$

$$\text{III фрагмент:} \quad y = A \cdot \operatorname{tg}(K \cdot X + B);$$

$$\text{IV фрагмент:} \quad y = A \cdot \operatorname{ctg}(K \cdot X + B).$$

На всех кадрах фрагмента имеется следующая информация: график функции, оси координат, уравнение функции, оцифрованная шкала с делениями, указатель изменяющегося параметра, символ варьируемого параметра. Компонировка кадра показана на рис.1.

Вверху написано уравнение функции, координатные оси с символами ( $X, Y$ ) и график самой функции расположены в центре кадра крупным планом. В нижней части кадра размещен символ варьируемого параметра ( $A$ ) и оцифрованная числовая ось со стрелкой-указателем изменяющегося параметра. Положение указателя относительно оцифрованной шкалы определяет в данный момент времени величину варьируемого параметра. Для большей наглядности график функции выделен жирной линией.

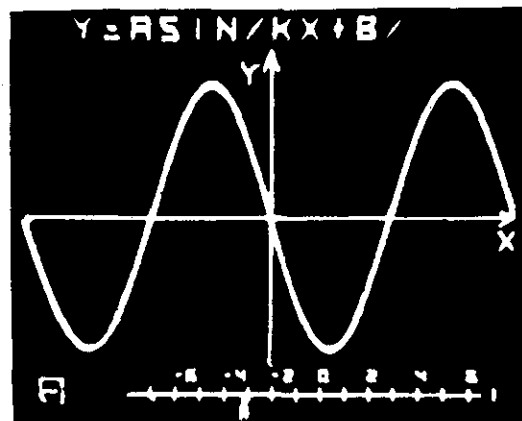


Рис.1. Кадр из экспериментального учебного машинного фильма "Графики некоторых функций"

останавливается на 1 сек при  $A = 4$ . Затем амплитуда плавно изменяется от +4 до 0, остановка на 1 сек. при  $A = 0$  и снова плавное изменение с возвращением в исходное состояние. Статичные кадры введены для лучшего запоминания графика при наиболее характерных для данной функции значениях параметров. Аналогичные изменения происходят с параметрами  $B$  и  $K$  (рис.2).

Фильм снимался и монтировался по заранее составленному плану-сценарию:

| № сценарного кадра | Число кадров | Время демонстр. сек | Содержание кадра                                          | Примечание |
|--------------------|--------------|---------------------|-----------------------------------------------------------|------------|
| 1                  | 2            | 3                   | 4                                                         | 5          |
| 1                  | 512          | 21,3                | Звезда (динамика и статика)                               |            |
| 2                  | 106          | 4,4                 | Институт математики, Новосибирск Академгородок, 1970 г.   | Титр       |
| 3                  | 106          | 4,4                 | Графики некоторых функций экспериментальный учебный фильм | Титр       |
| 4                  | 48           | 2                   | Фильм создан программно                                   | Титр       |

Перед началом каждого фрагмента крупным планом дается титр-уравнение функции без дополнительных пояснений, после чего показывается статический график функции в общем виде. Далее идет титр: "Варируется параметр  $A$ ". Из исходного, уже показанного, статического состояния начинается изменение амплитуды до максимальной и движение

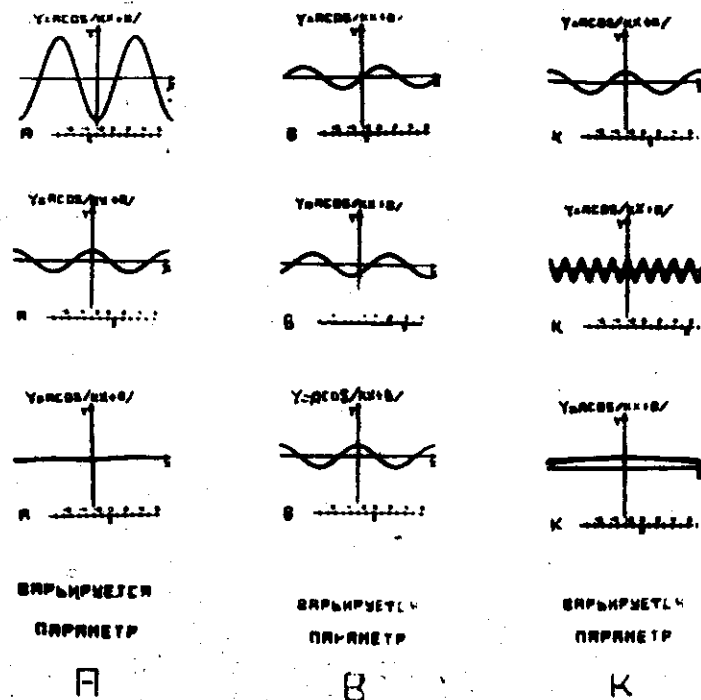


Рис. 2. Кадры из экспериментального учебного машинного фильма "Графики некоторых функций". Фрагмент  $Y = A \cos(Kx + B)$

| 1  | 2   | 3   | 4                                                                 | 5    |
|----|-----|-----|-------------------------------------------------------------------|------|
| 5  | 128 | 5,3 | Блок-схема вычислительной системы                                 |      |
|    | 128 | 5,3 | а) Программа                                                      |      |
|    | 128 | 5,3 | б) Программа, "Днепр-1"                                           |      |
|    |     |     | в) Программа, "Днепр-1", осциллограф, кинокамера                  |      |
| 6  | 128 | 5,3 | Студия "ЭЦМ-фильм"                                                | Титр |
| 7  | 128 | 5,3 | Тригонометрические функции                                        | Титр |
| 8  | 128 | 5,3 | $Y = A \cdot \sin(K \cdot X + B)$                                 | Титр |
| 9  | 128 | 5,3 | Самый вид функции, $A = 1$ (Статика)                              |      |
| 10 | 64  | 2,6 | Варируемый параметр $A$                                           | Титр |
| 11 | 128 | 5,3 | Плавное изменение амплитуды функции ( $A$ изменяется от +1 до +4) |      |

| 1  | 2   | 3   | 4                                                             | 5    |
|----|-----|-----|---------------------------------------------------------------|------|
| 12 | 24  | 1   | Статика (A = 4)                                               | Титр |
| 13 | 128 | 63  | Плавное изменение амплитуды функции (A изменяется от +4 до 0) |      |
| 14 | 24  | 1   | Статика (A = 0)                                               |      |
| 15 | 128 | 5,3 | Плавное изменение (A от 0 до -4)                              |      |
| 16 | 24  | 1   | Статика (A = -4)                                              |      |
| 17 | 408 | 17  | Плавное изменение A в пределах (A = -4 ÷ +4 ÷ +1)             |      |
| 18 | 72  | 3   | Варируется параметр B                                         |      |
| 19 | 128 | 5,3 | Общий вид функции (B = 0)                                     |      |
| 20 | 128 | 5,3 | Плавное изменение фазы (B изменяется от 0 до +4)              |      |
| 21 | 24  | 1   | Статика (B = +4)                                              |      |
| 22 | 128 | 5,3 | Плавное изменение (B = +4 ÷ -0)                               |      |
| 23 | 24  | 1   | Статика (B = 0)                                               |      |
| 24 | 128 | 5,3 | Плавное изменение (B = 0 ÷ -4)                                |      |
| 25 | 24  | 1   | Статика (B = -4)                                              |      |
| 26 | 432 | 18  | Плавное изменение (B = -4 ÷ +4 ÷ 0)                           |      |
| 27 | 72  | 3   | Варируется параметр K (частота)                               |      |
| 28 | 72  | 3   | Статика (K = 1)                                               |      |
| 29 | 128 | 5,3 | Плавное изменение (K = 1 ÷ +4)                                |      |
| 30 | 24  | 1   | Статика (K = +4)                                              |      |
| 31 | 128 | 5,3 | Плавное изменение (K = +4 ÷ 0)                                |      |
| 32 | 24  | 1   | Статика (K = 0)                                               |      |
| 33 | 128 | 5,3 | Плавное изменение (K = 0 ÷ -4)                                |      |
| 34 | 24  | 1   | Статика (K = -4)                                              |      |
| 35 | 408 | 17  | Плавное изменение функции (K = -4 ÷ 0 ÷ +4 ÷ +1)              |      |

Программа составлялась в кодах машины "Драг-1". Вывод координатных осей и графика функции, а также шкалы и указателя производился с помощью подпрограммы "Интерфильм", служащей для вывода на экран ЭЛТ линий, векторов и точек. Для съемки фильма использовались также подпрограммы "Перевод кадров" и "Рисование символов" [3].

Машинное время, необходимое для съемки фильма, можно подсчитать по следующей формуле:

$$T = \frac{t}{60} K_1 \sum_{i=1}^N n_i K_{2i}$$

где: T - время съемки фильма, час;

t - время демонстрации фильма, мин;

K<sub>1</sub> - предполагаемая скорость демонстрации фильма, кадр/сек;

K<sub>2i</sub> - среднее время съемки одного кадра, сек;

N - число кадров в фильме;

n<sub>i</sub> - число кадров с одинаковым временем съемки.

На съемку одного кадра описываемого фильма тратилось от 2 до 10 сек (в среднем 8 сек.). Для получения 10 минутного фильма при стандартной скорости демонстрации 24 кадра/сек, было затрачено 32 часа машинного времени.

Всю работу по созданию первого фильма (обсуждение идеи, подготовка сценария, программирование, отладка программы, съемка отдельных кусков фрагментов, обработка киноплёнки, монтаж негатива, получение позитивных копий) авторы статьи выполнили в течение одного месяца.

Затраты на получение оригинала фильма составили 900 руб. (90 руб./мин.), что в несколько раз дешевле производства обычных мультипликационных фильмов [4].

#### Л и т е р а т у р а

1. АЛЕКСЕЕВ В.А., ЛЬВОВ В.А. Организация связи с ЭЦМ при автоматизации научных исследований. - В сб.: Вычислительные системы, вып.35. Новосибирск, "Наука", 1969.
2. ПОЛЕШУК Н.С., САБАНЦЕВ В.Г., СОРОКИН В.В. О технических средствах для создания учебных машинных фильмов. Настоящий сб.
3. ГРИН В.М., КАРАКОЗОВА Н.Д., КАЗАЧУК Н.М. Программное формирование символьной информации для вывода на электронно-лучевую трубку. Настоящий сб.
4. Huggins W.H. and Enwistle Doris R. Computer animation for the academic community. AFIPS conference proceedings, Vol. 34, 1969 spring joint computer conference, Boston, Massachusetts, May 14-16, 1965.