

## МОДЕЛИРОВАНИЕ УРАВНЕНИЙ ПРОЕКЦИОННОГО ОСЦИЛЛОГРАФИРОВАНИЯ НА МАШИНЕ «ЭМУ-10»

И. Э. НААЦ, В. М. РЕЙДЕР

(Представлена научным семинаром вычислительной лаборатории ТПИ)

Известно, что при обычном осциллографировании электрических процессов осциллограмма представляет собой кривую в плоскости экрана трубки, определяемую парой точек  $(x, y)$ . Однако, используя проекционные методы, можно построить проекционное изображение пространственной кривой на плоскости экрана. Основы метода проекционного осциллографирования изложены в работах [1, 2].

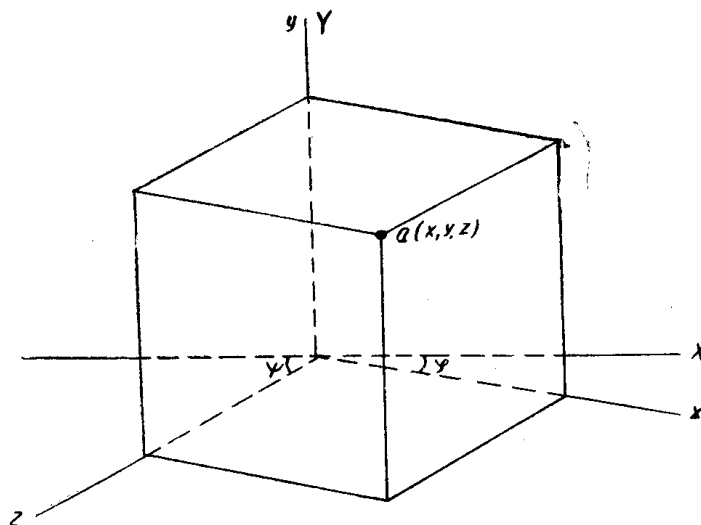


Рис. 1. Система пространственных геометрических координат

В настоящей статье предлагается использовать электронную моделирующую машину для построения проекционных осциллограмм, отображающих различные функциональные зависимости в пространстве трех координат  $(x, y, z)$ . Для получения «пространственной» осциллограммы на экране осциллографа необходимо найти связь между координатами точки в пространстве  $(x, y, z)$  и координатами проекции этой же точки на плоскость  $(X, Y)$ .

Рассмотрим простейший случай, когда одна из осей пространственной системы координат, ось „у“ совмещена с осью „Y“ плоскостной системы координат (рис. 1). Нетрудно найти искомые соотношения:

$$\begin{cases} X = x \cos \varphi - z \sin \psi, \\ Y = y - z \sin \psi - x \sin \varphi. \end{cases} \quad (1)$$

В этих равенствах  $\varphi$  — угол „вращения“ точки вокруг оси у,  $\psi$  — угол „вращения“ точки вокруг оси х.

Таким образом, зная траекторию движения какой-либо точки в пространстве  $(x, y, z)$ , можно получить проекцию траектории движения этой точки на плоскость  $(XY)$ .

Переход от пространственной системы координат к плоскостной, согласно (1), может быть выполнен с помощью аналоговой вычислительной машины «ЭМУ-10». Функциональная схема представлена на рис. 2, на котором обозначены:

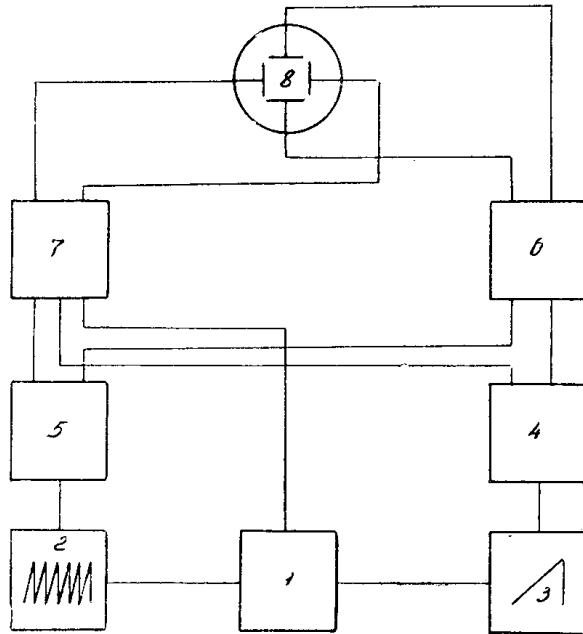


Рис. 2. Функциональная схема модели

1 — функциональный блок,

2 — генератор развертывающего напряжения по оси х,

3 — генератор развертывающего напряжения по оси z,

4 — блок синусно-

косинусных потенциометров вращения тела вокруг оси «у»,

5 — блок синусно-косинусных потенциометров вращения тела вокруг оси х,

6 — сумматор составляющих оси Y,

7 — сумматор составляющих оси X,

8 — экран осциллографа.

Для получения проекционного изображения объемного тела на экране осциллографа необходимо, чтобы частота генератора развертывающего напряжения по оси «х» хотя бы на порядок была выше частоты генератора развертывающего напряжения по оси «z».

Напряжение этих генераторов поступает в функциональный блок, с выхода которого функция двух переменных  $y = f(x, z)$  поступает на сумматор составляющих оси Y. Генераторы аргументов «х» и «z» построены на обычных интеграторах. Блок синусно-косинусных потенциометров представляет собой два связанных одним валом потенциометра, выходные значения которых меняются у одного по закону синуса, у другого — косинуса. При вращении вала потенциометров угла  $\varphi$  тело «вращается» вокруг оси «у», при вращении вала потенциометров угла  $\psi$  тело «вращается» вокруг оси «х». «Вращение» тела означает изменение точки обзора данной пространственной кривой или поверхности.

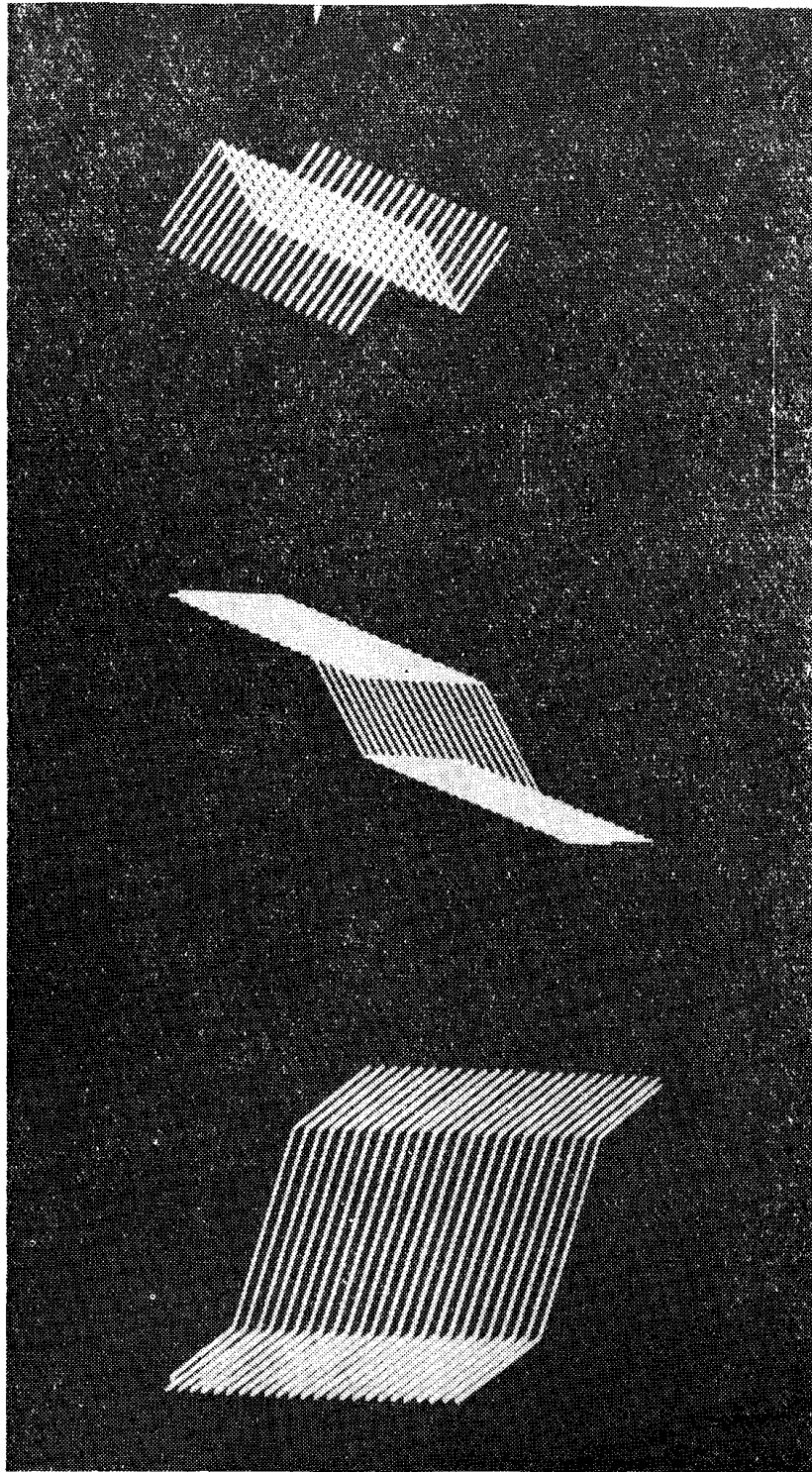


Рис. 3. Проекционные осциллограммы с последовательным поворотом вокруг осей

В качестве тела вращения взята поверхность, описываемая уравнениями:

$$\begin{cases} y = -1 & \text{при } -\infty < x < -1, \\ y = Ax, & -1 \leq x \leq 1, \\ y = 1, & 1 < x < \infty, \\ z = \kappa \Delta z, \end{cases} \quad (2)$$

где  $A$  — постоянная,  $\Delta z$  — шаг развертки ( $\kappa$  — число циклов развертки). На рис. 3 представлены три осциллографические проекции поверхности (2) для различных положений в пространстве.

### Выводы

Используя вышеописанный способ пространственного осциллографирования, с помощью моделирующей машины можно получить на экране осциллографа любую поверхность или объемное тело, причем возможно вращение этого тела (поверхности), т. е. изменение точки обзора данного объекта.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Л. А. Зубрицкий. Ученые записки. Изд-во Харьковского университета, т. 105, 1957.
  2. «Journal of Applied Physics». Vol. 18, No 9, September, 1947, page 819—829.
  3. Абрамсон. Современный катодный осциллограф, ч. II, 1951.
-