

тельного перепада сигнала на положительном или отрицательном входах этого реверсивного счетчика. При этом соответственно изменяется сигнал на выходе ЦАП, являющимся выходом устройства.

Разработанное устройство позволяет оснастить лабораторию теоретических основ электротехники синтезирующими электронными осциллографами при приемлемых затратах.

**Г. А. Марьин**

## **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О ТУРБУЛЕНТНОМ ТЕЧЕНИИ В ТРУБЕ**

Точное физическое решение задачи о турбулентном течении в трубе неизвестно. В связи с тем, что была установлена недифференцируемость траекторий турбулентного движения, задача не может быть сформулирована в виде системы дифференциальных уравнений. Нами предлагается решение задачи о стационарном течении несжимаемой жидкости в трубе кругового сечения при следующих, достаточно физически прозрачных, предположениях:

- вектор скорости  $V$  представляется в виде суммы средней  $U$  и пульсационной  $W$  компонент  $V = U + W$ , при этом уравнение неразрывности выполняется для скорости  $V$ , но не обязано выполняться для компонент  $U$  и  $W$ ;
- кинетическая энергия пульсационной составляющей представляется в виде полной квадратичной формы, так как ее диагональный вид приводит к нарушению энергобаланса и логическим противоречиям;
- задача формулируется как требование минимума мощности, в который дополнительно входят члены, описывающие генерацию кинетической энергии и вязкую диффузию турбулентности.

Решение задачи существует, если стационарное течение формально рассматривать как равновесие двух «фаз» – ламинарной и турбулентной. Условием сосуществования этих «фаз» является равенство рассеиваемых мощностей (аналогично требованию равенства термодинамических потенциалов фаз в металлах, необходимого для их равновесного сосуществования).

Расчеты, выполненные в приближении парных корреляций пульсаций, дают профиль скоростей и радиальное распределение кинетической энергии пульсаций, близкие к экспериментальным. Согласие улучшается, если допустить, что в ламинарную «фазу» диффундируют пульсационные компоненты скорости (ламинарная составляющая переходит в так называемую вязкую).