

важась напряжение синусоидальной формы и измерялась дисперсия показаний с помощью устройства I5BСМ-5. Разработанная методика и аппаратура для измерения коэффициента ослабления помехи нормального вида могут быть использованы для контрольно-измерительных операций при серийном производстве цифровых интегрирующих вольтметров.

В целом, как показал опыт практической работы с системой, применение ее для решения задач научно-технического эксперимента в области измерительной техники позволяет существенно снизить затраты времени на его подготовку и проведение, поскольку переход к новому эксперименту требует в основном доработки устройств согласования и изменения управляющих и вычислительных программ. В дальнейшем предполагается расширение как самого комплекса, так и круга решаемых с его помощью задач.

### Л и т е р а т у р а

- Г у т н и к о в В.С. Анализ случайных погрешностей измерительных устройств в переходном режиме. Тезисы доклада на II Всесоюзном симпозиуме по динамическим измерениям. Ленинград, 1978.

В.Р. Баширов, В.В. Карасев, А.А. Михеев,  
Г.И. Нечаев

### СИСТЕМА СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ С ВРАЩАЮЩИХСЯ АВИАЦИОННЫХ МЕХАНИЗМОВ

(Рязань)

Рассматриваемая система предназначена для сбора тензометрической информации на вращающихся авиационных механизмах и бесконтактной передачи этой информации через индукционный канал связи одновременно в аналоговой и цифровой формах в приемную аппаратуру для последующей обработки и регистрации [1].

Нормализация сигналов и их коммутация в системе осуществлены в форме биполярно-дискретизированных сигналов (БДС), обеспечивающих высокую помехозащищенность соединительных линий связи тен-

зодатчиков и входных цепей системы по отношению к внешним и внутренним низкочастотным помехам.

Передача многоканального сигнала осуществлена с помощью аналого-квантованной время - импульсной модуляции (АКВИМ) [2] и импульсно-временного кодирования (ИВК). АКВИМ реализована за счет дискретного изменения положения во времени заднего фронта рабочего импульса (РИ) и одновременного изменения положения его переднего фронта в непрерывной форме. Это позволило, во-первых, сохранить аналоговую передачу, обладающую высокой разрешающей способностью при слабом уровне помех, и, во-вторых, за счет 256 дискретных положений заднего фронта РИ простыми средствами получить в приемной аппаратуре восьмиразрядный двоичный код без дополнительных ошибок, а благодаря ИВК при высокой экономичности передачи сигналов через индукционный канал связи (ИКС) обеспечить их повышенную помехозащищенность.

Основным элементом ИКС является воздушный трансформатор, выполненный в виде пары соосных катушек с  $RC$ -элементами, одна из которых установлена на вращающемся механизме, а вторая неподвижна. Выражение для модуля нормированной передаточной функции ИКС имеет вид

$$|\dot{H}(\Omega)| = \frac{q}{\sqrt{1 + \frac{(\Omega^4 + p\Omega^2 + q)^2 - s\Omega^4}{e^2 \Omega^2}}},$$

где коэффициенты  $q$ ,  $p$ ,  $q$ ,  $s$ ,  $e$  являются функциями первичных параметров связанных контуров;

$\Omega$  - нормированная частота.

Как отмечалось, в разработанной системе осуществлена нормализация входных сигналов в форме БДС, обеспечивающих повышение помехозащищенности входных устройств и соединительных линий связи с датчиками. В работе [3] показано, что при обработке БДС по суммарному размаху каждой пары выборок помехоустойчивость при действии аддитивной помехи в виде случайного стационарного процесса оценивается как

$$\sigma_1^2 = \frac{1}{8U_0^2} [R_n(0) - R_n(\tau)]. \quad (I)$$

Здесь  $\sigma_1^2$  - среднеквадратическая ошибка, приведенная к динамическому диапазону;

$U_0$  - амплитуда немодулированной выборки;

$R_n(\tau)$  - корреляционная функция помехи;

$\tau$  - интервал времени между выборками одного отсчета.

Из выражения (1) следует, что применение БДС особенно эффективно в том случае, когда верхняя граничная частота помехи  $f_n \ll \frac{1}{\tau}$ . Однако при малых соотношениях сигнал-помеха из-за ограниченного линейного диапазона преобразования возможны дополнительные ошибки, что накладывает ограничения на выбор величины  $U_0$ . Получено, что квадрат приведенной среднеквадратической ошибки, возникающей из-за нелинейности преобразования, равен:

$$\sigma_2^2 = 2 \int_{z_0}^{\infty} (z - z_0) f(z) dz, \quad (2)$$

где

$$f(z) = 2 \left[ V \left( 1 - \frac{1 + 4z}{4\sqrt{r_n(0)}} \right) - V \left( \frac{1 - 4z}{4\sqrt{r_n(0)}} \right) \right];$$

интеграл вероятностей для соответствующего значения  $y$ ;

$$r_n(0) = \frac{R_n(0)}{16 U_0^2};$$

$$z_0 = \frac{U_{огр} - U_0}{4 U_0};$$

$U_{огр}$  - напряжение ограничения преобразователя.

Квадрат результирующей приведенной ошибки для независимых  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  составит

$$\sigma_p^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2.$$

Минимизируя  $\sigma_p^2$ , с учетом выражений (1) и (2) можно отыскать оптимальное значение  $U_0$  для БДС.

## О с н о в н ы е х а р а к т е р и с т и к и с и с т е м ы

Первичные преобразователи (датчики):

тензорезисторы -  $R = 120 \text{ Ом}$ ;

относительное изменение сопротивления тензорезисторов - 0,5%

Ч и с л о к а н а л о в :

15 каналов с частотой опросов, равной 970 опр/с;

8 каналов с частотой опросов, равной 122 опр/с;

Канальное время - 64 мкс.

Длительность импульсов ИЭК - 2 мкс.

Вес передающей части - 2,8 кг.

Допустимые динамические перегрузки для передающей части - до 100 ед.

Питание системы - 115 В  $\pm$  +10% 400 Гц.

## Л и т е р а т у р а

1. Асташин В.А., Баширов В.Р. и др. Передающее устройство многоканальной телеметрической системы для вращающихся механизмов. Авторское свидетельство № 55452, Б № 14, 1977.
2. Карасев В.В., Нечаев Г.И., Время-импульсный модулятор. Авторское свидетельство № 542340, Б.И. № 1, 1977.
3. Баширов В.Р., Нечаев Г.И., О помехоустойчивости биполярной дискретизации. - Межвузовский сборник: Управление. Передача, преобразование и отображение информации. Вып. 3, Рязань, 1976.

А . М . Косолапов

### ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖУЩИХСЯ МОДЕЛЕЙ

(Куйбышев)

Создание теории и практических схем информационно-измерительных систем (ИИС) для автоматизации научных экспериментов является актуальной проблемой современной науки и техники. Данная работа рассматривает отдельные стороны этой проблемы применительно к ИИС опытового бассейна.

При испытании движущихся моделей судов необходимо измерять силы, моменты и другие величины, имеющие случайный характер вследствие турбулентности потоков, обтекающих модель, вибраций двигателя и ряда других причин, при этом среднеквадратические от-