

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-

клонения соответствующих сигналов могут достигать значительных величин.

Измерения с заданной точностью средних и среднеквадратических значений сил и моментов требуется выполнять при минимальном времени усреднения, так как в этом случае оказывается возможным проводить испытания на максимальных скоростях буксировки без увеличения мерного участка бассейна.

Для подавления помех применяют в основном метод фильтрации, корреляционный метод и метод накопления [1].

Наилучшим, применительно к решению поставленной задачи, является многократное использование второго из указанных методов. Функция взаимной корреляции определяется путем усреднения произведений сигналов $X_1(t)$ и $X_1^2(t)$ на опорное напряжение $X_2(t)$.

Поскольку нас интересует постоянная составляющая сигналов с преобразователей средних и среднеквадратических значений сил и моментов, то примем $X_2(t) = X_2 = const$.

Для упрощения выкладок, что существенно влияет на конечные выводы, примем сигнал, действующий на выходе преобразователя силы (момента), установленного на модели, в виде

$$X_1(t) = \frac{1}{X_2} (X_0 + X_m \sin \omega t), \quad (1)$$

где t - текущее время;

X_0, X_m - значения постоянной и переменной составляющих;

ω - частота.

Для n -кратного применения корреляционного метода имеем следующие соотношения для среднего и среднеквадратического значений измеряемого сигнала соответственно:

$$U_{ср.n}(\Delta\theta) = \frac{X_0}{n!} + (-1)^n \frac{2X_m}{(\Delta\theta\omega)^n} \cos \frac{\omega(\theta_2 + \theta_1) + \pi n}{2} \sin \frac{\omega\Delta\theta}{2}; \quad (2)$$

$$U_{с.к.n}(\Delta\theta) = \frac{1}{n!} \left(X_0^2 + \frac{X_m^2}{2} \right) + \frac{X_m}{(\Delta\theta\omega)^n} \sin \frac{\omega\Delta\theta}{2} \left[(-1)^n 4X_0 \cos \frac{(\theta_2 + \theta_1)\omega + \pi n}{2} + \frac{U_m}{2^n} (-1)^{n+1} \cos \frac{\omega(\theta_2 + \theta_1) + \pi(n+1)}{2} \right]; \quad (3)$$

где $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$; θ_1 и θ_2 - соответственно начало и конец временного интервала.

Из выражений (2) и (3) видно, что увеличение n - числа звеньев фильтра позволяет снизить погрешность определения среднего и среднеквадратического значения сигнала при заданном значении произведения $\omega \Delta \theta$.

Так как значения $\omega \theta_1$ и $\omega \theta_2$ носят случайный характер, то дальнейшее уменьшение погрешности, обусловленной вторыми слагаемыми в формулах (2) и (3), возможно методом накопления, однако это связано со значительным увеличением времени проведения опыта.

Для случая выделения среднего и среднеквадратичного значений сигнала при

$n = 2$; $\frac{\chi_m}{\chi_0} = 0,25$; $\Delta \theta = 1с$; $\omega = 32 \frac{1}{с}$
ошибки измерений согласно формулам (2) и (3) соответственно не превышают $\delta_{ск,2} \approx \delta_{ср,2} \approx 0,1\%$, вместо $\delta_{ср,1} = 3\%$ и $\delta_{ск,1} = 1,3\%$ при $n = 1$.

Подобная фильтрация изменяет алгоритмы и структуру системы переработки информации, однако, выбирая число n и распределяя соответствующим образом преобразователи между подвижной и стационарной подсистемами ИИС, можно оптимизировать структуру системы в целом, т.е. добиться максимума точности и надежности при наименьшей сложности.

В рассматриваемой ИИС пересчет измеряемых параметров в безразмерные коэффициенты должен осуществляться согласно соотношениям [2]:

$$\left. \begin{aligned} C &= \frac{R}{V^2} B_1 \\ M &= a + \delta Z \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где V, R, Z - измеряемые параметры;

B_1, a, δ - постоянные величины;

Средняя скорость V и мерный путь l модели связаны соотношением

$$V = \frac{l}{\Delta \theta} \quad (5)$$

Если $l = const$, то учитывая выражения (4) и (5) при $n = 2$, будем иметь для обработки сигналов оптимальные, т.е. равные по сложности реализации исходным соотношениям (4) выражения:

$$\left. \begin{aligned} C &= U_2 / |\Delta\theta| K_{C2} \\ M &= a + \frac{U_2 (\Delta\theta)}{(\Delta\theta)^2} K_M \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

где $U_2 (\Delta\theta)$ - сигналы на выходе второго интегратора фильтра при $n = 2$;

K_{C2}, K_M - постоянные коэффициенты.

Полученные выше соотношения в значительной степени определяют структуру системы в целом, но не отдельных ее подсистем, так как их структура сильно зависит от выбора способа связи между подсистемами.

Передача информации с подвижной подсистемы на стационарную часть ИИС может осуществляться как непрерывно по радиоканалам связи, так и через контактный разъем, подключаемый автоматически после полной остановки модели.

Последний вариант оптимален, так как не требует каналов связи с движущейся моделью и позволяет резко сократить объем информации, поступающей от подвижной подсистемы ИИС на неподвижную, что в свою очередь существенно снижает требования к полосе пропускания каналов связи и уменьшает уровень электромагнитных помех.

В этом случае подвижная подсистема содержит датчики измеряемых параметров модели, квадраторы (множительные устройства), интеграторы и экстрематоры, а стационарная подсистема включает в себя остальные устройства ИИС опытового бассейна: блок управления, тактирующий работу всех узлов этой подсистемы, коммутатор, аналого-цифровой преобразователь, устройство математической обработки информации, цифропечатающую приставку и графопостроитель.

Участок мерного пути l между двумя выключателями модель проходит с равномерной скоростью. В момент прохождения модели мимо первого из них запускаются интеграторы и экстрематоры подвижной подсистемы, а также блок управления стационарной подсистемы ИИС.

При прохождении модели мимо второго выключателя интеграторы каналов средних и среднеквадратических значений, а также экстрематоры переводятся в режим хранения. После остановки модели информация с интеграторов и экстрематоров через коммутатор поочередно поступает на аналого-цифровой преобразователь и на пересчетное устройство, где перерабатывается в соответствии с приведенными

Выше соотношениями, а затем поступает для регистрации на цифropечатающее устройство и графopостроитель.

Очередность поступления информации по соответствующему каналу о каждом из шести параметров задается автоматически блоком управления. Для регистрации на цифropечатающее устройство поступают, помимо безразмерных коэффициентов, соответствующих значениям сил, моментов, высоты центра тяжести, узлов тангажа и дифферента модели, также скорость, рассчитываемая по формуле (5). Графopостроитель регистрирует безразмерные коэффициенты C , M для каждого из каналов в функции скорости.

Для разработанной ИИС характерно широкое использование аналого-дискретных методов переработки информации. Это позволило значительно упростить систему, повысить ее надежность.

Погрешности измерения экстремальных, средних и среднеквадратических значений параметров C и M модели не превышают 1%.

Погрешность измерения скорости не превышает 0,02%.

Полученные в работе результаты носят достаточно общий характер и могут быть использованы при проведении научных экспериментов с различными движущимися модулями.

Л и т е р а т у р а

1. М и з ю к Л.Я. Анализ методов помехозащиты при измерении слабых гармонических сигналов. Известия сибирского отделения АН СССР, 1961, № 7.
2. К о с о л а п о в А.М., Б о г а т ы р е в С.Д. Оптимизация алгоритма переработки информации в ИИС опытового бассейна. Тезисы докладов Всесоюзной конференции по измерительным информационным системам. Ивано-Франковск 1973.