

УДК 536.8:621.384

МНОГОКАНАЛЬНАЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ
ДЕФОРМАЦИЙ СООРУЖЕНИЙ

С.В. Михеев, А.А. Усик, Е.Н. Кулешова

Описаны схемы построения многоканальной оптико-электронной системы контроля деформаций промышленных сооружений. Система представляет собой множество телевизионных измерительных каналов с перекрывающимися угловыми полями и активными маркерами контрольных точек (КТ). В системе предусмотрено наличие перекрестных связей внутри измерительных каналов обратных связей.

Ключевые слова: оптико-электронная система для контроля деформаций сооружений.

Развитие систем связи и удешевление элементной базы позволяет создавать многоканальные оптико-электронные системы (ОЭС) долговременного контроля состояния сооружений по пространственному положению их элементов.

Структуру такой системы можно представить как совокупность измерительных каналов (ИК), объединенных обратными и перекрестными связями с единым вычислительным блоком. Существует несколько схем построения системы: разомкнутая и слабосвязанная схемы, где процесс измерения и обработки данных происходит независимо для каждого ИК; сильно связанная схема комплексирования (СК) предполагает наличие обратных связей, причем операция выработки решения осуществляется в несколько этапов; глубоко интегрированная СК (рисунок) характеризуется тем, что принятие решения об изменении параметров контроля и окончательном формировании результатов измерения производится блоком выработки окончательного решения (БВОР) на основании всей имеющейся информации от каждого ИК после комплексной обработки. Последняя схема позволяет осуществлять структурно-параметрическую адаптацию в условиях изменения параметров контроля [1].

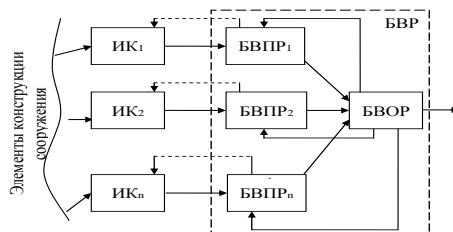


Рисунок. Структура глубоко интегрированной схемы комплексирования ИК:

ИК – измерительные каналы; БВР – блок выработки решений; БВПР – блоки выработки предварительных решений; БВОР – блок выработки окончательного решения

На основании аналитического исследования глубоко интегрированной СК был сделан вывод о том, что одной из основных составляющих погрешности является алгоритм определения положения маркера контрольных точек (КТ) [2]. После проведения математического моделирования и экспериментальных исследований алгоритмов было выявлено, что при использовании точечного источника (маркера КТ) алгоритм аппроксимации функцией Гаусса по методу наименьших квадратов обладает значительной ресурсоемкостью при малом увеличении точности, поэтому его можно рекомендовать как уточняющий к классическому алгоритму взвешенного квадратичного суммирования.

Экспериментальные исследования макета ИК в условиях, близких к эксплуатационным [3], показали, что при контроле некоторых видов отклонений элементов сооружений погрешность измерения расстояния до КТ в 3 раза выше допустимой погрешности. Однако погрешности измерения линейных смещений КТ и углового положения КТ находятся в допустимых пределах. Так как одной из основных составляющих погрешности измерения является влияние возмущения воздушного тракта, то были проведены исследования спектрально-аналитических методов, которые показали, что значения среднеквадратической погрешности определения координат изображения центра КТ в зеленом канале цветной ТВ камеры меньше, чем в синем и красном, приблизительно в 1,5 раза. Это объясняется тем, что количество зеленых пикселей матричного поля ТВ камеры в 2 раза больше, чем количество красных и синих пикселей матричного поля, что необходимо учитывать в алгоритмах работы системы. При рассогласовании величин смещений изображения КТ в разных цветовых каналах можно определить, что данное смещение вызвано регулярной рефракцией в воздушном тракте, а не происходит в результате вибраций или подвижек элементов конструкции сооружения.

Таким образом, при введении ИК с различными принципами действия и спектральными диапазонами потенциал многоканальной ОЭС увеличивается. Однако требуется разработка высокоэффективных алгоритмов определения положения КТ, поскольку существующие алгоритмы далеки от потенциально достижимой погрешности.

Проект выполнен в рамках реализации мероприятия № 1.3.1 «Проведение научных исследований молодыми учеными – кандидатами наук» ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 г.г.

1. Растрингин Л.А. Адаптация сложных систем. – Рига: Зинатне, 1981. – 375 с.
2. Жуков Д.В., Коняхин И.А., Усик А.А. Аналитический обзор способов определения координат изображений точечных источников // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. – 2007. – Т. 43. – С. 212.
3. Инструкция по разработке проектов и смет для промышленного строительства СН-202-76/ Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1976.

Михеев Сергей Васильевич – Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, кандидат технических наук, доцент, msv@grv.ifmo.ru

Усик Александр Александрович – Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, аспирант, usik.aa@gmail.com

Кулешова Екатерина Николаевна – Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, студент, enkuleshova@mail.ru