

ПРИМЕНЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ В КАЧЕСТВЕ ИЗМЕРЯЕМОЙ ВЕЛИЧИНЫ В ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Рассмотрены специфические особенности применений временных интервалов в качестве измеряемой величины в информационно-измерительных системах на уровнях оцифровки при замерах физических величин, сопряженной регистрации временных зависимостей двух и более диагностируемых параметров, диагностики функций распределений по параметрам, связанных с скоростями счета событий. ВРЕМЕННОЙ ИНТЕРВАЛ, ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА, СОПРЯЖЕННАЯ РЕГИСТРАЦИЯ, ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА, СКОРОСТЬ СЧЕТА.

Введение и анализ публикаций

Развитие науки и техники неразрывно связано с нарастанием требований к методам и средствам измерений. Современные средства измерительной техники создаются преимущественно в виде многоканальных информационно-измерительных систем специализированных программно-аппаратных комплексов [1, 2]. Развитие таких систем происходит в основном за счет наращивания возможностей аппаратного и программного обеспечения.

Время среди физических величин уникально наибольшей точностью его измерения (относительная погрешность до 10^{-15} [1]). Повышение точности измерений остальных физических величин уже сегодня практически не может быть достигнуто путем применения классических измерительных каналов. Ведь в условиях слабых изменений сигналов сенсоров самые совершенные 24-разрядные сигма-дельта АЦП, нуждающиеся в прецизионных источниках питания и усилителях, способны обеспечить разрешающую способность не выше 18–21,5 бит. В то же время, например, значительно более простые в эксплуатации микросхемы время-цифровых преобразователей (TDC) фирмы Asam mess electronic GmbH обеспечивают измерение длительности импульсов с точностью до 14

пикосекунд, что в диапазоне измерений отвечает разрешающей способности в 30 бит [1].

Концепция применения временных интервалов в качестве универсальной измерительной величины при выполнении процедур измерения значений других физических величин [1] предоставляет потенциальные возможности для качественного скачка в улучшении функциональных характеристик информационно-измерительных систем. Она охватывает превращение информационного сигнала сенсоров о значении измеряемых физических величин в временные интервалы с последующим измерением этих интервалов и преобразованием полученного результата в единицы измеряемой физической величины.

В связи с этой концепцией актуализируется весь спектр применений временных интервалов в информационно-измерительных системах специализированных программно-аппаратных комплексов. Такой подход позволит объединить значительное количество отдельных теоретических и практических решений в области теории и техники измерений с одной стороны, а, с другой стороны, решит проблему разработки теоретической базы для развития унифицированных компьютеризированных программно-аппаратных комплексов, построенных на основе применения временной формы представления измерительной информации [1].

Постановка задачи

Рассмотреть в связи с концепцией применения временных интервалов в качестве универсальной измерительной величины в информационно-измерительных системах их применения для диагностики функций распределений по параметрам, определяемых по скоростям счета регистрируемых событий, и для сопряженной регистрации временных зависимостей нескольких диагностируемых параметров.

Основная часть

Применение временных интервалов в качестве измеряемой величины в информационно-измерительных системах при диагностике функций распределений по параметрам, определяемых по скоростям счета регистрируемых событий, рассмотрим на примере

лазерной теневой диагностики дисперсной фазы высокоэнергетического двухфазного потока [3].

Одним из основных узлов спектрометров частиц лазерных теневых анализаторов [3, 4] являются счетчики импульсов, регистрирующие количество N сигналов, формируемых в измерительном объеме за интервал времени наблюдения длительностью T . Информация о величине сечения S измерительного объема в направлении, перпендикулярном потоку частиц, позволяет оценить их счетную концентрацию N_C , усредненную по сечению измерительного объема:

$$N_C = \frac{N}{S \cdot T} = \frac{\nu}{S}. \quad (1)$$

Из счетной концентрации могут быть получены объемная N_V , массовые N_{mC} , N_{mV} и поточные N_{nC} , N_{nm} , N_{nV} концентрации (рис. 1) с использованием информации о средних скоростях частиц ν и дисперсионной среды ν_g , а также массе m частиц [4].

Многообразие функций распределения по параметру или нескольким параметрам может быть получено [5] путем функциональных преобразований экспериментально определенных на совокупности счетных ячеек концентраций (рис. 1), содержащих величину ν скорости счета как основную измеряемую экспериментально характеристику двухфазного потока в каждой счетной ячейке. Все виды концентраций частиц двухфазного потока содержат в своем составе величину ν скорости счета, и, следовательно, определяются с той же степенью достоверности и в тех же рамках корректности учета зависимости амплитуд осцилляций двухфазного потока от частоты, что и величина ν .

Диапазон частотного спектра гармоник последовательности дискретных сигналов по времени простирается от нуля до максимальной величины, определяемой длительностью формирования одиночного импульса. Поток сигналов во времени можно рассматривать как частотно модулированный спектр модулирующих частот сигнал, образованный спектром несущих частот. В таком приближении спектр модулирующих частот характеризует частотные свойства диагностируемой дисперсной фазы высокоэнергетического потока как физического объекта в целом, а

спектр несущих частот связан с дисперсией концентрации частиц дисперсной фазы. Модулирующие частоты имеют физический смысл разнообразных, в том числе и периодических, пульсаций двухфазного потока в пределах измерительного объема во времени и характеризуют уровень стабильности потока частиц на временных интервалах наблюдения, значительно превышающих промежутки между сигналами.

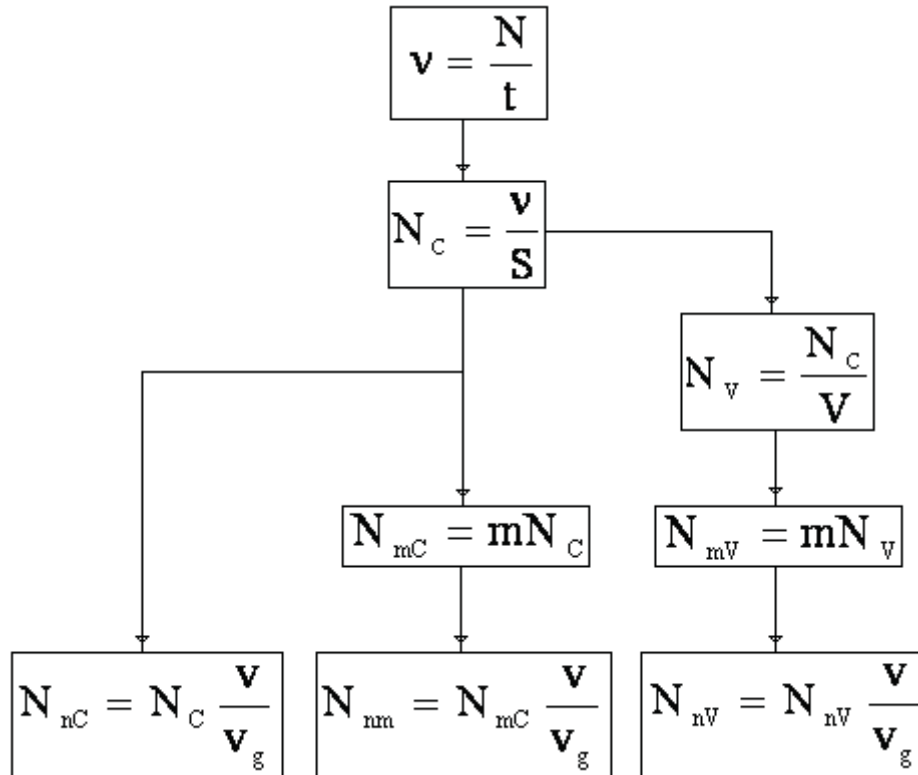


Рис. 1. Взаимосвязь основных концентрационных характеристик дисперсной фазы двухфазного потока

Регистрация параметров диагностических сигналов на последовательных интервалах времени позволяет вычислительными методами производить количественную оценку стабилизации скорости счета по мере накопления сигналов в образуемых пересечением интервалов регистрируемых параметров счетных ячейках [5, 6]. Вычислительными методами, основанными, например, на эвристических алгоритмах [7] решения задачи таксономии, преобразованием статистически непроработанной гистограммы на первичных (регистрационных) интервалах параметров в гистограмму на объединенных интервалах выполняется выделение из регистрируемых на последовательных интервалах времени сигналов

стабильного во времени распределения сигналов по их параметрам с учетом временной стабилизации пересчитываемой скорости счета в любой образуемой пересечением объединяемых интервалов регистрируемых параметров счетной ячейке.

Применение временных интервалов в информационно-измерительных системах для сопряженной регистрации временных зависимостей нескольких диагностируемых параметров рассмотрим на примере автоматизированных программно-аппаратных комплексов для инжекционного синтеза электродного металлокомпозиата [8].

Системы автоматизации программно-аппаратных комплексов для инжекционного синтеза [8, 9] выполнялись на базе персонального компьютера с установленным на нем специализированным программным обеспечением к соответствующим многофункциональным модулям фирмы Advantech, например, модулю PCI-1710, который включает 16-канальный 12-разрядный аналого-цифровой преобразователь (АЦП), 2-канальный 12-разрядный цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) и разнесенные 16-ти разрядные цифровые порты ввода и вывода бинарных сигналов. Управление всеми периферийными устройствами и датчиками организовано через цифровые порты и аналоговые каналы многофункциональных модулей.

При активизации рабочего режима программно – аппаратного комплекса [8, 9] организовывался мониторинг измеряемых параметров независимым циклом на основе программного таймера, а также заполнения массивов зависимостями от времени всех первичных измеряемых параметров. Циклом на основе второго программного таймера с более крупным временным интервалом, чем у измерительного цикла, организовывались вычисления соответствующих текущему времени значений управляющих параметров и перезаполнения индикаторных текстовых и графических полей на экране монитора. В каждом интервале этого таймера для текущего момента времени по заданным функциям вычислялись соответствующие моменту значения всех управляющих величин, выполнялись необходимые вычисления и корректировки с учетом измеряемых параметров, направлялись управляющие сигналы в соответствующие модули цифро-аналогового управления

аналоговыми и дискретными каналами, проводилось заполнение массивов, содержащих зависимости от времени значений управляющих (заданных и текущих) параметров.

Формирование сигналов обратной связи для оперативной коррекции мощности термических устройств программно – аппаратного комплекса основано на регистрации в последовательные моменты времени одновременно измеряемых электрических напряжений на термозависимом элементе электротермического устройства и на последовательном его соединении с термостабилизированным сопротивлением [10].

Выводы

Применения временных интервалов в качестве измеряемой величины в информационно-измерительных системах программно-аппаратных комплексов позволяет:

– повышать точность при выполнении процедур измерения других физических величин [1];

– выделять из регистрируемого на последовательных интервалах времени потока импульсных сигналов с применением критерия стабилизации скорости счета инвариантные относительно времени распределения по их параметрам;

– сопряженно определять и регистрировать на последовательных интервалах времени временные зависимости диагностируемых и управляющих параметров программно-аппаратного комплекса, программно анализировать эти зависимости и применять результаты анализа для оптимизации диагностик [10] и автоматизации управления [9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Шабатура Ю.В. Розвиток теорії та принципів побудови інформаційно-вимірювальних систем з часовим представленням вимірювальної інформації: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.05 / Ю.В. Шабатура // Вінницький національний технічний ун-т. – Вінниця, 2008. – 38 с.
2. Денисенко А.И. Программно-аппаратный комплекс для инъекционного синтеза композитных функциональных материалов / А.И. Денисенко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий Выпуск 3/1(45). – Харьков, 2010. – С. 44-48.

3. Денисенко А.И. К оптимизации лазерной диагностики дисперсной фазы в инъекционной технологии синтеза композитных материалов / А.И. Денисенко // «Системні технології». Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 2 (73). – Дніпропетровськ, 2011. – С. 66–71.
4. Беляев А.С. Оптико-электронные методы изучения аэрозолей / А.С. Беляев и др. // М.: Энергоиздат. – 1981.
5. Денисенко А.И. К взаимосвязи многомерных функций распределений частиц двухфазного потока и теневых сигналов от них по параметрам / А.И. Денисенко // «Системные технологии». Региональный межвузовский сборник научных трудов. – Выпуск 2 (49). – Днепропетровск, 2007. – С. 149–160.
6. Денисенко А.И. Оптимизация скорости накопления статистической информации лазерным спектрометром дисперсной фазы / А.И. Денисенко, В.Б. Однороженко, А.П. Нефедов // Измерения в потоках. Методы, аппаратура и применение. – Москва, 1990. – С. 12.
7. Денисенко О.І. До проблеми виділення функції розподілу по параметрах імпульсів з гістограм при лазерній діагностиці дисперсної фази плазмових потоків / О.І. Денисенко // “Україна наукова ’2003”. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2003. – Т. 31. Фізика. – С. 24-26.
8. Денисенко А.И. Программно-аппаратный комплекс для инъекционного синтеза композитных функциональных материалов / А.И. Денисенко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий Выпуск 3/1(45). – Харьков, 2010. – С. 44-48.
9. Денисенко А.И. Система автоматизации установки инъекционного формирования металлокомпозита / А.И. Денисенко, Е.П. Калинушкин // Матеріали XIV Міжнародної конференції з автоматичного управління (Автоматика-2007). – Севастополь, 2007, СНУЯЄтаП. – Ч.1. – С. 136-138.
10. Денисенко О.І. Оперативна діагностика стану електротермічних пристроїв програмно-апаратного комплексу / О.І. Денисенко // Системные технологии. Региональный межвузовский сборник научных трудов. – Выпуск 1 (54). – Днепро-петровск, 2008. – С. 79–92.