

Kalinin Sergey Yurievich

South Russian Regional Center of Informatization (UGINFO) of the Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education "Southern Federal University".

E-mail: the_distance@mail.ru.

17, 339 rifle division street, Rostov-on-Don, 344015, Russia.

Phone: 89185961472.

Kolokolov Ivan Anatolevich

Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education "Southern Federal University".

E-mail: i__one@list.ru.

60/2, Eremenko street, Rostov-on-Don, 344015, Russia.

Phone: 89044456227.

Litvinenko Alexander Nikolaevich

E-mail: litva@rsu.ru.

УДК 681.325.3

В.В. Сарычев

**ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА НА БАЗЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ
ИНТЕРФЕЙСОВ**

Предлагается аппаратное решение для оконечного устройства телеметрических систем, создаваемых на базе современных интерфейсов обмена данными. Децентрализация процессов преобразования сигналов дает новые возможности для формирования потоков данных в зависимости от динамических свойств первичных сигналов в каждом канале.

Дискретизация; частота дискретизации; информационно-измерительная система.

V.V. Sarychev

**TELEMETERING SYSTEM ON THE BASIS OF INTELLECTUAL
INTERFACES**

Hardware solution for the terminal of the telemetering systems created on the basis of modern interfaces of data exchange is offered. Decentralisation of processes of conversion of signals gives new possibilities for creation of data flows depending on dynamic properties of primary signals in each channel.

Digitization; sampling rate; informational-measuring system.

В процессе телеметрических измерений параметров объекта наиболее информативными считаются моменты смены состояний объекта, а также аварийные ситуации. Эти режимы сопровождаются пиком интенсивности потока данных и требуют предельных значений частот дискретизации сигналов с датчиков. Большую часть периода контроля объект находится в штатном режиме, когда информативность данных низкая, а каналы связи, память, вычислительные ресурсы продолжают работать в режиме предельных нагрузок. Для сохранения общей работоспособности телеметрии предельные нагрузки снижают путем уменьшения частот дискретизации до значений, определяемых условиями штатного режима, в ущерб информативности для периодов критических состояний объекта [1]. В большей степени такое положение определяется традиционной архитектурой телеметрических систем: датчики – фильтры – коммутатор – АЦП – канал связи, которая подразумевает синхронный режим работы без учета изменения состояния объекта. Применение процедур программно-адресного опроса датчиков позволяет

снизить суммарную интенсивность потоков. Но и в этом случае телеметрическая система не способна менять свои параметры вслед за объектом по причине назначенной программы опроса датчиков.

Справедливы также замечания, отмеченные в [1], в отношении адаптивных телеметрических систем с большим коэффициентом сжатия, способных подстраиваться под текущую динамичность первичных сигналов. И хотя реализация оригинальных алгоритмов сжатия и в целом систем стала возможной на базе ПЛИС средней степени интеграции [2], внедрение в серийное производство адаптивных систем не происходит. Объективной причиной сложившегося положения остается вероятность грубых ошибок из-за пропадания даже одного существенного отсчета. Существование такой вероятности определено необходимостью согласования в реальном времени асинхронных потоков сжатых данных с синхронными каналами связи и оборудованием. Актуальным в такой ситуации становится создание телеметрических систем с синхронно-асинхронным принципом работы.

С одной стороны, предпосылкой данному предложению можно считать существование достаточно продвинутых и оптимизированных по аппаратуре решений в области обмена данными для интеллектуальных микропроцессорных устройств – CAN, PC, USB, RS-485, RS-232C. Эти интерфейсы допускают подключение к шине в виде пары проводов несколько десятков устройств, а с расширителями – сотни. Скорости обмена здесь варьируются в больших пределах, а общая интенсивность потока зависит от числа пакетов с данными в единицу времени. Так, например, для интерфейса RS-232C можно установить максимальную скорость 115 200 бит/с, а байты данных передавать по мере их готовности. Максимальная интенсивность байтов от датчика в периоды его динамичности может достигать 11 520 байт в секунду. Минимальная, в периоды замирания, может снижаться до 0 байт в секунду. Временная диаграмма передачи данных представлена на рис. 1.

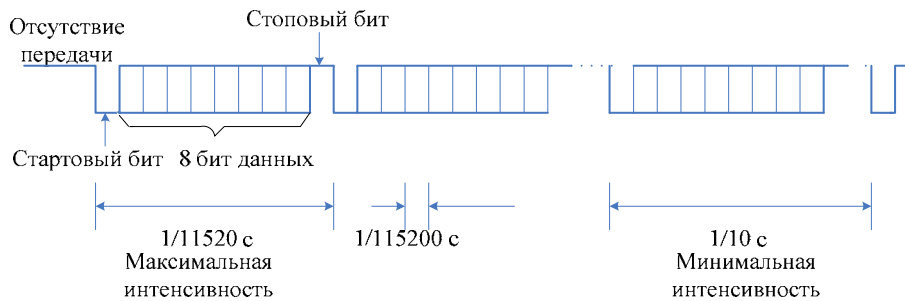


Рис. 1. Последовательность битов в интерфейсе RS-232C

С другой стороны, стандартные интерфейсы требуют полнофункциональных решений для подключаемых устройств. Для телеметрии это означает, что в каждом канале, как минимум, должно быть АЦП, что вполне соответствует давно наметившимся тенденциям по децентрализации процессов преобразования первичных сигналов. То есть речь идет о канальных процессорах (КП) для телеметрических систем. Перечень функций, решаемых в КП, практически не ограничен, поскольку имеются представители элементной базы, содержащие на кристалле многоканальный АЦП, микропроцессор и память, например микросхемы семейства MSC 12XX.

Такой подход позволяет назначать в каждом КП частоту дискретизации сигнала адаптивно к его динамическим свойствам в данный период. При этом максимально снизить интенсивность потоков не удастся по сравнению с эффектом для алгоритмов сжатия, зато явно имеется выигрыш относительно циклических и про-

граммно-адресных решений. Асинхронность будет проявляться только в моменты смены динамики поведения объекта. Для штатного состояния объекта сохраняется синхронный опрос датчиков с частотами, соответствующими текущей динамичности сигналов.

Предлагается следующая реализация специализированного КП по структурной схеме, представленной на рис. 2, где Д – датчик; ФНЧ – фильтр нижних частот; УУ – устройство управления; ЦФ – цифровой фильтр; И – интерфейс.

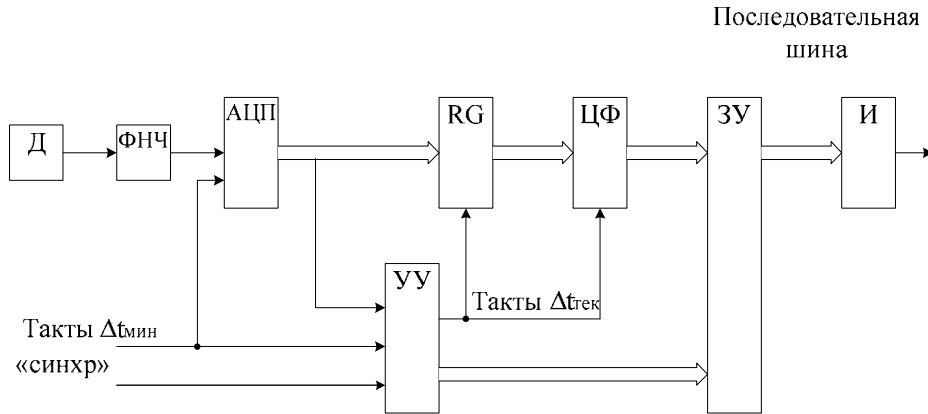


Рис. 2. Структура КП для последовательного интерфейса

Относительно возможностей применения цифровой фильтрации в измерительном канале можно отметить следующее. В отдельные периоды времени число спектральных составляющих в сигнале с датчика может значительно отличаться от максимума. Уменьшение верхней граничной частоты в сигнале дает возможность уменьшить частоту среза цифрового фильтра нижних частот, а также уменьшить интенсивность потока отсчетов за счет снижения частоты дискретизации.

Частота среза ФНЧ и $\Delta t_{\text{мин}}$ выбираются в соответствии с максимальной динамикой поведения сигнала на выходе датчика. Устройство управления (УУ) анализирует текущие динамические характеристики сигнала с датчика (Д) и формирует текущую частоту дискретизации на период времени «синхр», а также записывает в запоминающее устройство (ЗУ) число, равное количеству отсчетов за период «синхр». Таким образом, ЗУ будет содержать сегменты данных, записанных с разной интенсивностью. Цифровой фильтр (ЦФ) также соответственно меняет свою полосу пропускания. Интерфейс И считывает данные с ЗУ и в требуемом формате передает их в последовательную шину.

Оценка текущей частоты дискретизации сигнала $1/\Delta t_{\text{тек}}$ должна быть, по возможности, простой и в то же время информативной. На наш взгляд проще всего текущую частоту дискретизации определять по динамическим характеристикам сигнала, взяв за основу известное неравенство Бернштейна. При восстановлении исходной формы сигнала простейшим полиномом нулевой степени минимальный интервал дискретизации определится как $\Delta t_{\text{мин}} = \delta_d / M1$, где δ_d – модуль допустимой погрешности преобразования сигнала при дискретизации, $M1$ – модуль максимума первой производной в сигнале.

Косвенную оценку текущего значения $M1$ дает известный апертурный алгоритм адаптивной дискретизации нулевого порядка, для которого δ_d – значение апертюры, а $M1 = \delta_d / T_{\text{мин}}$, где $T_{\text{мин}}$ – значение минимального интервала времени, за который сигнал изменился на величину апертюры в течение периода наблюдения (рис. 3).

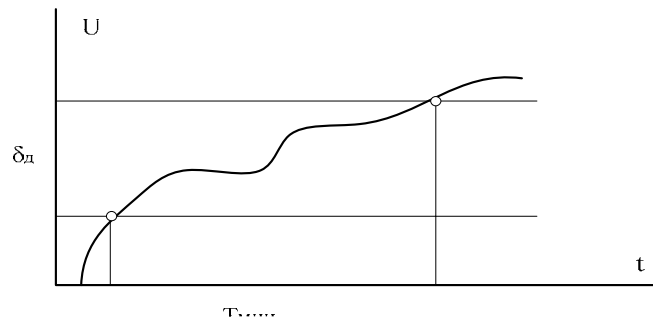


Рис. 3. Косвенная оценка первой производной в сигнале

На периоде наблюдения «синхр» частота дискретизации $f_d = 1/T_{\text{мин}}$ гарантирует заданную ошибку восстановления δ_d . Результаты имитационного моделирования определения частоты дискретизации по спектральным характеристикам сигнала, как предлагается в [3], показали несущественное (в пределах $1,3 \div 1,6$ раза) превышение f_d точного значения.

Реализацию УУ можно предложить на базе АЦП. Действительно, если АЦП осуществляет непрерывное преобразование, то факт смены какого-либо разряда АЦП говорит о приращении входного сигнала на величину кванта этого разряда [2]. На рис. 4 приведена временная диаграмма работы АЦП в указанном режиме, где также показаны моменты опроса входного сигнала с периодом $\Delta t_{\text{тек}}$.

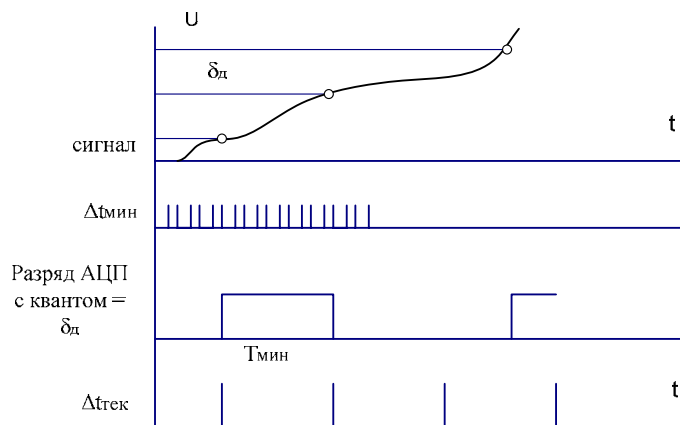


Рис. 4. Определение $\Delta t_{\text{тек}}$

Для построения управляемого цифрового фильтра практически с любой АЧХ предлагается применять линейки фильтров с постоянным отношением соседних частот среза. Элементы ячеек должны допускать коммутацию. Плавная подстройка частоты среза достигается применением передискретизаторов, за счет чего спектр входного сигнала подстраивается под жестко определенную граничную частоту фильтра в линейке. Обсуждение конкретной структуры перестраиваемого цифрового фильтра выходит за рамки данной работы. Принципы его работы подробно представлены в [4].

В качестве элементной базы для КП могут быть и современные микроЭВМ, и процессоры сигналов. Алгоритмы предварительной обработки и фильтрации при

этом реализуются программно и определяют пропускную способность КП. Возможности дуплексной связи позволяют оперативно обновлять перечень команд процессора в КП.

Функциональная схема КП до цифрового фильтра представлена на рис. 5. Реализация УУ на базе ПЛИС очевидна.

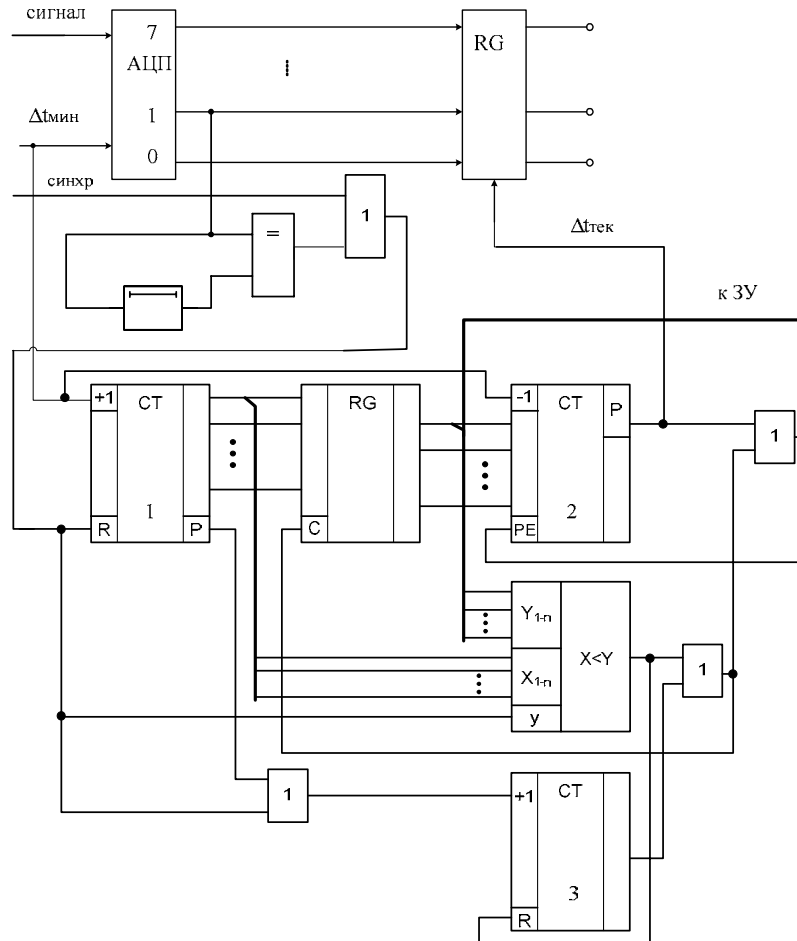


Рис. 5. Функциональная схема устройства управления КП

При проектировании телеметрической системы на базе предлагаемого КП в качестве исходных данных могут быть суммарная интенсивность сигналов в измерительных каналах и пропускная способность выбранной последовательной шины. Число каналов определяется при условии равенства этих двух величин для случая максимальной активности объекта, когда все каналы имеют максимальную динамичность сигналов. В штатном режиме работы объекта, когда динамика сигналов заметно снижается, интенсивность потоков данных от КП также будет снижаться, тем самым уменьшая нагрузку на последовательную шину. После определения параметров реального времени (общей задержки при восстановлении входных сигналов) определяют размеры буферной памяти в КП и длину передаваемого кадра данных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Воронцов В.Л., Лукин Р.П.* Повышение эффективности информационно-телеметрического обеспечения в условиях риска потерь информации из-за аварий // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2006. – № 3.
2. *Самойлов Л.К., Сарычев В.В.* Ступенчатый алгоритм обратимого сжатия и его реализация // Изв. вузов. Электромеханика. – 2004. – № 3.
3. *Самойлов Л.К., Палазиенко А.А., Сарычев В.В., Ткаченко Г.И.* Дискретизация сигналов по времени (практика, алгоритмы): Монография. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000. – 81 с.
4. *Сарычев В.В., Ткаченко М.Г.* Использование цифровых фильтров в канальных процессах измерительных систем // Естественные и технические науки. М., 2008. – № 2.

Сарычев Виктор Владимирович

Технологический институт Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: cit@pbox.ttn.ru.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 88634371638.

Sarychev Victor Vladimirovich

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: cit@pbox.ttn.ru.

44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: 88634371638.

УДК 530.007

В.Ф. Гузик, С.М. Гушанский

РАЗРАБОТКА ЭМУЛЯТОРОВ ДЛЯ КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЕЙ

Средства моделирования необходимы для квантового компьютеринга. В работе рассмотрены существующие подходы построения эмуляторов квантовых вычислителей. Предложена модульная система с открытой архитектурой, состоящая из четырех блоков: математического ядра, модуля подготовки квантовых схем, модуля ввода исходных данных и модуля представления результатов.

Квантовые вычислители; построение эмуляторов; модульная система; открытая архитектура.

V.Ph. Guzik, S.M. Gushanskiy

DEVELOPMENT OF EMULATOR FOR QUANTUM COMPUTERS

Modeling tools are necessary for quantum computing. In work existing approaches of construction of quantum computers emulators are considered. The modular system with the open architecture, consisting of four blocks is offered: a mathematical kernel, the module of preparation of quantum schemes, the module of input of initial data and the module of results representation.

Quantum computing; construction quantum simulation; building block concept; open system.

Основная проблема, стоящая перед разработчиками квантовых компьютеров (КК), в настоящее время заключается даже не в технологической сложности устройства, а в невозможности просчитать поведение квантовой системы при помощи каких бы то ни было универсальных вычислительных машин. Неотъемлемая вы-