

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СБОРА ИНФОРМАЦИИ КОМПЛЕКСНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОТОКОЛА CAN

Т.В. Казанцева

Морской гидрофизический институт
НАН Украины
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
E-mail: oaoi@alpha.mhi.iuf.net

В статье приводятся результаты исследований в области разработки системы комплексных измерений, в которой структура измерителей и сбор информации организованы с использованием высокоскоростного протокола передачи данных CAN (Controller Area Network).

Введение. Существуют различные системы сбора параметров окружающей среды. Для них решаются задачи организации связи между различными измерительными каналами, зачастую одновременно контролирующими параметры в различных средах, и надежной передачи информации на значительные расстояния с высокой скоростью. Выбору и программно-аппаратной реализации современных протоколов и интерфейсов обмена данными в таких системах отводится большая роль.

Ранее сотрудниками Морского гидрофизического института НАН Украины (МГИ) уже проводились исследования, связанные с разработкой собственных систем сбора информации [1,2], в частности при создании автоматизированной системы научных исследований на океанографическом научно-исследовательском судне (НИС) [3]. Информационный обмен между управляющими, измерительными, вычислительными и другими средствами, объединенными в судовой автоматизированной системе, осуществлялся с помощью системного интерфейса, по отношению к которому все аппаратные средства, в том числе и устройство обмена, являлись абонентами. Этой автоматизированной системе свойственна многоканальная, децентрализованная передача данных, то есть соединение по типу шина с последовательным способом передачи сигналов по двухпроводной линии связи. Система предусматривала подключение до 64 абонентов на одном уровне, максимальная длина одного сообщения – 128 бит, длина линии связи до 1 км, максимальная скорость передачи данных до 1 Мбит/с. В качестве двухпроводной шины

применялся коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 75 Ом. В дальнейшем возможен был переход к использованию в канале связи телефонных, оптоволоконных линий связи, а также возможность передачи информации по радиоканалу.

Системный интерфейс автоматизированной системы научных исследований должен был обеспечивать выполнение следующих качественных требований: передачу информации от любого абонента произвольной группе компонентов одновременно; обмен информацией между асинхронными потребителями; передачу информации от абонентов с переменным числом каналов, переменной длиной сообщений и переменной скоростью; контроль и исправление ошибок, возникающих при передаче; автоматический контроль работоспособности и диагностики неисправностей аппаратуры в режиме нормальной эксплуатации; возможность увеличения пропускной способности.

Однако вопросы обеспечения заданной пропускной способности канала связи при минимальном количестве линий связи, повышение быстродействия и помехозащищенности системы остаётся актуальным и в наше время.

За последние десятилетия заметно изменилась элементная база, появились усовершенствованные протоколы передачи данных и интерфейсы, что дает разработчикам новые возможности в разработке новых систем сбора информации.

Целью работы является разработка структуры многоканальной системы сбора и передачи информации, которая должна обеспечивать непрерывный опрос до 960 измерителей по одной шине и осуществлять надежную передачу данных. Структура такой системы сбора комплексных измерений может быть своеобразным шаблоном построения многоточечной сети измерителей.

Для рациональной организации системы сбора измерений необходимо проанализировать существующие протоколы передачи данных, топологию сетей и элементную базу и выбрать оптимальный вариант.

В настоящее время перспективным является использование беспроводных линий связи. В беспроводных сетях преимущественно используется ненаправленное излучение радиоволн в СВЧ диапазоне (2..30 ГГц). Радиоволны СВЧ диапазона обладают практически идеальной отражающей способностью. Поэтому на антенну радиоадаптера приходят

волны, многократно отраженные от других предметов, при этом имеет место так называемое многолучевое распространение сигналов. Следствием многолучевой интерференции является искажение принимаемого сигнала [4].

Измерители параметров, а также устройства первичного сбора информации могут находиться в различных средах, а передача данных должна осуществляться на расстоянии порядка 1 километра с высокой скоростью и надежностью. Таким образом, для конкретной реализации системы с точки зрения технических и экономических характеристик рационально использовать проводные линии связи.

Для организации передачи данных между источником и приемником необходимо выбрать физический и логический протоколы.

Наиболее распространенным для решения подобного рода задач является промышленный интерфейс RS-485. Протокол связи RS-485 использует двунаправленную сбалансированную линию передачи и поддерживает многоточечные соединения, обеспечивая создание сетей с количеством узлов до 32 и передачу на расстояние до 1200 м. Использование повторителей позволяет увеличить расстояние передачи еще на 1200 м или добавить еще 32 узла. Стандарт RS-485 поддерживает полудуплексную связь. Для передачи и приема данных достаточно одной скрученной пары проводников. Однако протокол RS-485 имеет ограниченное число источников и приёмников и небольшую дальность связи. Также ему свойственна невысокая помехозащищенность [5].

Для проектируемой системы сбора информации более целесообразно использовать современный интерфейс CAN [6], характеризующийся высокоскоростной, высоконадежной передачей данных по последовательному каналу (шине). CAN часто используется в промышленных применениях, где высокий уровень различных помех и высокие требования к надежности и скорости передачи данных. Например, в автомобилестроении, судостроении. Широкое применение этот интерфейс находит в сетях, где необходимо контролировать сотни измерителей. CAN протокол аппаратно обеспечивает формирование сообщений, выполняет передачу данных со скоростью (до 1 Мбит/с), осуществляет побитную синхронизацию, выполняет идентификацию сообщения, подтверждает

правильность приема данных, обнаруживает и устраняет ошибки передачи.

Важным достоинством CAN является также то, что разработчик системы может влиять на приоритет сообщений с тем, чтобы самые важные из них не ожидали в очереди на отправку. Это свойство CAN позволяет строить сети, поддерживающие реальный масштаб времени. Однако можно отметить, что способ приоритетной передачи данных с поразрядным формированием адреса абонента был предложен еще в 1973 году [7].

Для разработки данной системы контроля CAN – протокол может использоваться как на физическом (организация структуры связи и сети измерителей), так и на логическом уровне (организация правил передачи измерительной информации). Технические характеристики интерфейса и протокола CAN представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики интерфейса и протокола CAN

Топология	Шина с резисторами-терминаторами по 120 Ом на концах
Длина шины	40 м (скорость 1 Мбит/с) до 6 км (скорость 10 кбит/с)
Тип шины	Витая пара, радиоканал, оптоволокно, ИК- канал
Скорость передачи	Стандартизованная – максимум до 1 Мбит/с (зависит от длины кабеля)
Режим передачи	Последовательная асинхронная передача
Доступ к шине	Захват шины осуществляется приоритетным кадром благодаря встроенному побитному арбитражу
Возможность работы Real-time	Зависит от максимально допустимой задержки сообщений с высоким приоритетом (до 120 мкс для 1 Мбит/с)

Сеть реального времени CAN является сетью с общей средой передачи данных, в которой узлы выступают как приемники и передатчики данных. Начав передачу, узел постоянно прослушивает шину, отслеживает и контролирует процесс передачи текущих, передаваемых им же, данных. Следовательно, все узлы сети одновременно принимают сигналы, передаваемые по шине. Послать сообщение какому-либо конкретному узлу возможно только благодаря аппаратной

фильтрации CAN-сообщений. На рисунке 1 представлена топология сети CAN.

Для физического соединения измерительных узлов с CAN-шиной необходимо выбрать топологию сети. В предлагаемой системе сбора информации наиболее рационально использовать топологию шина, так как при таком подключении отказ одного из узлов не влияет на работу сети в целом. При

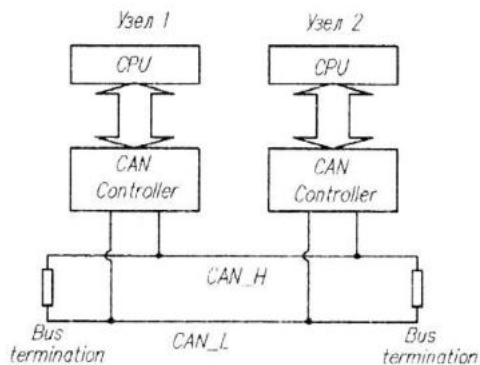


Рисунок 1 – Топология сети CAN

объединении нескольких CAN-шин для возможности централизованного управления, и определения дефектов соединений можно использовать топологию типа звезда.

Для сбора и преобразования в удобный вид измеренной информации (оцифровка, подготовка данных к передаче на шину CAN), полученной от измерительных узлов, предусмотрено устройство первичного сбора информации (УПСИ), которое может располагаться в различных средах. Оно позволяет максимально подключить 24 различных датчика. Функциональная блок-схема УПСИ представлена на рисунке 2.

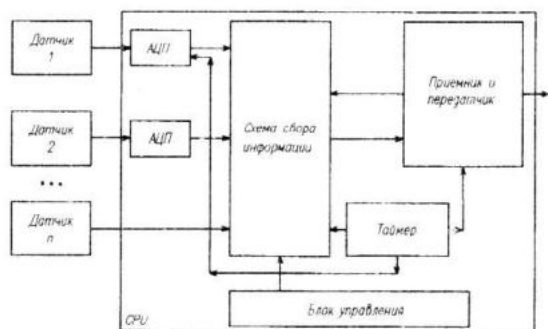


Рисунок 2 – Функциональная блок-схема УПСИ

Протокол CAN предусматривает 11-битный идентификатор для адресации сообщений, это 2048 адресов. Так как каждый

узел осуществляет прием и передачу данных, то при расчете максимального числа устройств первичного сбора информации число адресов равно 1024. Таким образом, максимальное число УПСИ в системе сбора информации составляет 40 штук.

Информацию от устройств первичного сбора информации необходимо собрать в едином центре для обработки, в качестве такого центра может быть система сбора и обработки информации (СБ и ОИ) (рисунок 3).

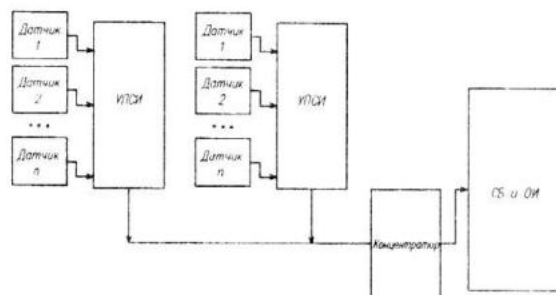


Рисунок 3 – Функциональная блок-схема системы сбора информации

В устройстве первичного сбора информации для обеспечения взаимодействия блоков функциональной блок-схемы необходимо ввести систему измерения временных интервалов, а также общий блок управления. Таймер формирует интервалы времени для сбора информации с датчиков. Также он предназначен для синхронизации передачи информации по шине CAN. Блок управления контролирует взаимодействие всех блоков, входящих в систему.

В состав функциональной схемы также входит приемник и передатчик CAN, обеспечивающие согласование физических и логических уровней в системе передачи информации.

На выходе блока УПСИ уровни информационных сигналов соответствуют физическому протоколу CAN и готовы к передаче на CAN-шину.

Блок Концентратор – это устройство, реализующее подключение по топологии шина.

На вход СБ и ОИ поступают сигналы, уровни напряжения «0» и «1» которых соответствуют протоколу CAN. Следовательно, на входе данного блока нужны интерфейсные схемы для преобразования логических уровней шины в логические уровни микроконтроллера. Таким образом, его можно соеди-

нить по CAN-шине с УПСИ. Для сбора полученной информации в единое целое необходим блок управления, а для отсчета временных интервалов – таймер. Для ввода команд от устройства управления нужно предусмотреть блок ввода-вывода, который может быть представлен клавиатурой. Для корректной работы системы и её наглядности необходим блок индикации.

Функциональная блок-схема устройства СБ и ОИ представлена на рисунке 4.

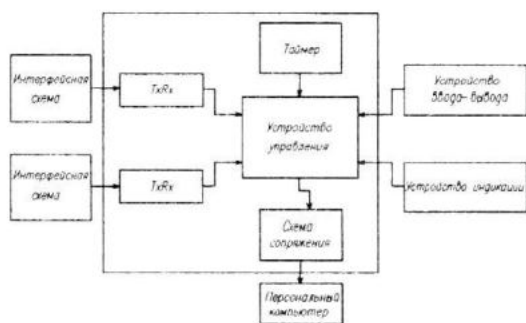


Рисунок 4 – Функциональная блок-схема СБ и ОИ

Данные от УПСИ передаются на CAN-шину. С помощью интерфейсной схемы логические уровни данных, соответствующие протоколу CAN, преобразуются в логические уровни контроллера. Преобразованный сигнал поступает на CAN приемо-передатчики TxRx, устройством управления он запоминается и необходимым образом обрабатывается. Таймер отвечает за отсчет временных интервалов для корректной обработки информации. Схема сопряжения готовит данные к передаче их персональному компьютеру для визуализации и дополнительных расчетов. СБ и ОИ само может инициировать запрос данных от любого из датчиков. Для настроек предусмотрено устройство ввода-вывода. Устройство индикации предназначено для отображения режимов работы всего устройства и для локального ввода различных установок.

Такие блоки, как управляющее устройство, CAN приемо-передатчики, таймер и устройство сопряжения с персональным компьютером (при добавлении дополнительной микросхемы драйверов TRSF3221E фирмы Texas Instruments) могут быть реализованы в одном микроконтроллере. Для реализации

поставленной задачи подходит микроконтроллер TMS320LF2407A фирмы Texas Instruments [8]. Производительность данного процессора - 40 MIPS; напряжение питания - 3.3 В; память программ составляет 32кБ по 16 бит; ОЗУ - 2.5 кБ по 16 бит; 544 байта памяти двойного доступа; 2 кБ обычной памяти; 10 битный 16 канальный АЦП; имеется PLL, JTAG, серийный интерфейс SCI; периферийный интерфейс - 16 битный SPI; два 16 битных таймера и встроенный контроллер шины CAN, удовлетворяющий стандарту версии 2.0В.

Данные с CAN-шины передаются на CAN-контроллер, встроенный в микропроцессор TMS320LF2407A. Но логические уровни «0» и «1» для них различны, поэтому сигнальный процессор не может напрямую работать с CAN-шиной. Исходя из этого, необходим специальный драйвер, который преобразует логические уровни шины в логические уровни CAN-контроллера, встроенного в TMS320LF2407A.

В качестве драйвера можно использовать микросхему SN65HVD230 фирмы Texas Instruments [9]. Данный приемо-передатчик обладает высоким входным сопротивлением, что позволяет подключать к шине до 120 узлов.

Предполагается возможность передачи данных на персональный компьютер (ПК) для последующей обработки и дополнительных расчетов. Для того чтобы данные от микроконтроллера TMS320LF2407A передать на ПК, необходимо использовать дополнительный драйвер сопряжения микроконтроллера с ПК, в качестве которого может быть использована микросхема TRSF3221E фирмы Texas Instruments, которая является одноканальным приемником/передатчиком линии RS-232 с защитой от электростатического разряда ± 15 кВ [10].

Структурно-функциональная схема предлагаемой системы представлена на рисунке 5.

Заключение. Разработанная система сбора комплексных измерений с использованием протокола CAN позволяет проводить измерения необходимых пользователю параметров, преобразовывать и регистрировать измеренную информацию, а также переда-

вать данные для дальнейшего анализа и обработки. Система обеспечивает непрерывный опрос до 960 измерителей на одну шину и передачу данных без потерь информации.

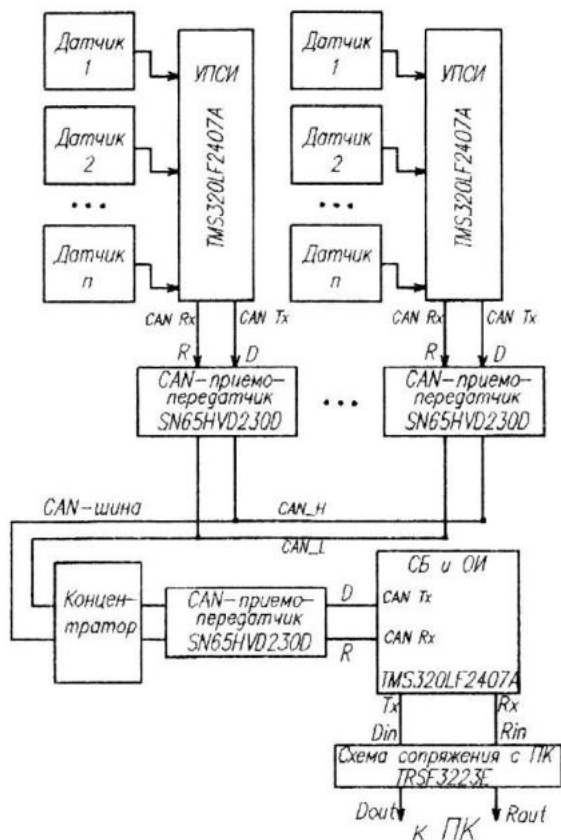


Рисунок 5 – Структурно-функциональная схема системы сбора информации

Для решения данной задачи наиболее предпочтительным как физическим, так и логическим протоколом передачи данных является интерфейс CAN с шинной топологией, причем подключение осуществлено по схеме иерархической системы со структурой «звезда» на верхнем уровне и «шина» на нижнем уровне.

На основании проведенного анализа и существующей элементной базе была разработана структурно-функциональная схема системы сбора и обработки информации.

Литература

1. А. с. № 407316 СССР. Устройство для управления и синхронизации комплекса обмена информацией/ В.А. Гайский, Е.С. Иванов. – Оpubл. 21.11.73, Бюл. № 46.
2. А. с. № 809293 СССР. Устройство для приема и передачи информации/ В.А. Гайский, А.П. Уриков, А.Г. Ермаков и др. – Оpubл. 28.02.81, Бюл. № 8.
3. Автоматизированные системы с буксируемыми приборами в океанологических исследованиях / В.А. Гайский, Ю.Г. Артемов, В.А. Блинков. – Киев: Наук. думка, 1987. –176 с.
4. Чернега В. Компьютерные сети: Учеб. Пособие/ В. Чернега, Б. Платнер – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2006. – 500 с.
5. Интерфейсы RS-232, RS-485, I2C, IrDA: <http://www.gaw.ru/html/cgi/txt/interface/index.htm>.
6. Industrial Controller Area Network (CAN) Applications <http://www.freescale.com/>
7. А. с. 367445 СССР. Устройство приоритетного избирания абонентов/ В.А. Гайский. – Оpubл. 21.01.73, Бюл. № 8.
8. Datasheet TMS320LF2407A.
9. Datasheet SN65HVD230 Texas Instruments.
10. Datasheet TRSF3221E Texas Instruments.