

УДК 550.832

А. Ю. Юматов, А. А. Веселков,
С. А. Стрельцов, М. А. Юматов
ООО "Нефтегазгеофизика"

НАЗЕМНЫЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС СБОРА ДАННЫХ И УПРАВЛЕНИЯ. КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ И ВАРИАНТЫ РЕАЛИЗАЦИИ

Рассматриваются вопросы построения наземных геофизических комплексов сбора данных и управления (регистрирующих комплексов) для проведения исследований в нефтяных и газовых скважинах. Описываются реализации комплекса в двух вариантах – две или более персональные ЭВМ (комплекс на основе регистратора "Карат П") и одной персональной ЭВМ в комплексе с системой сбора данных на цифровых сигнальных процессорах. Особое внимание уделяется общей концепции построения современных каротажных систем.

Измерительная техника для проведения геофизических исследований в скважинах разделяется на две части: зондовую (скважинные приборы) и наземную. Для исследования скважин применяются более 200 типов скважинных приборов. Наземные устройства обеспечивают спускоподъемные операции кабельных регистрирующих связок, питание и управление скважинными приборами, сбор, обработку и запись измерительной информации.

Рассматривается концепция построения системы сбора, обработки данных и управления, входящей в состав регистрирующего комплекса для проведения геофизических исследований в скважинах. Цель и задачи системы – цифровое (логическое) управление скважинными приборами, цифровая фильтрация и регистрация данных.

Современные регистрирующие комплексы (регистраторы) должны удовлетворять ряду требований по параметрам сигналов, по скорости приемо-передачи команд управления и массивов данных, по скорости обработки поступающей измерительной информации, точности ее сопоставления с параметрами времени и глубины исследования. В связи с развитием вычислительной техники, системного и прикладного программного обеспечения, широким применением сетевых технологий к регистраторам предъявляются дополнительные требования. Современные регистраторы должны работать на базе

персонального компьютера и обеспечивать подключение и работу без ограничений любых общеупотребительных периферийных устройств (например, сетевой адаптер LAN) совместно со специфическими устройствами, функционирующими в режиме жесткого реального времени. Должен быть реализован многозадачный режим работы с полностью параллельным исполнением прикладных процессов.

Известны разработки зарубежных фирм [1–3]. Главными недостатками для применения в российских условиях являются высокая стоимость и ориентация на работу со скважинными приборами собственного производства.

Ранее разработанный регистратор "Карат П" [4] работает под управлением среды реального времени, ориентированной на операционную систему (ОС) MS-DOS. Характерное время реакции этой системы составляет 10 мкс. "Карат П" обеспечивает подключение и работу всего спектра скважинных приборов. Однако в плане пользовательского интерфейса DOS и DOS-подобные системы существенно уступают современным многозадачным ОС семейства Windows. Подобные ОС (Windows 2000, Windows XP) позволяют, например, параллельно с процессами измерений производить обработку ранее полученных данных, что трудно осуществимо в DOS.

К сожалению, ОС семейства Windows не являются (в отличие от DOS) так называемыми ОС реального времени, то есть не способны обеспечить достаточно малого (порядка единиц микросекунд) времени реакции на внешние события. Следовательно, реализация каротажного регистратора на базе ОС Windows "напрямую" невозможна, поскольку в составе любого наземного измерительного комплекса ряд устройств требует управления и обработки событий в жестком реальном времени.

Задача по совмещению преимуществ Windows-систем (удобство пользовательского интерфейса, обилие на рынке готовых продуктов под эту линейку) и DOS-систем (возможности ОС реального времени, простота доступа к аппаратуре, наличие серьезных наработок в области изготовления каротажных комплексов) была решена следующим образом. Регистратор представляет систему из двух персональных компьютеров. "Головной" операторский компьютер работает под управлением ОС Windows-2000/XP, "ведомый" – под управлением DOS + мультизадачный расширитель VMD (virtual mode driver), используемый в регистраторах семейства "Карат П" [4]. Все внешние устройства, необходимые для полноценной работы регистратора (глу-

биномер, источники питания, коммутационные поля и т. д.), подключены к "ведущому" компьютеру. Между собой компьютеры сопряжены при помощи специализированного устройства, поддерживающего дуплексную связь по стандарту 1284.3 (EPP1.9) с коммерческой скоростью порядка 800 *Kb/s*. Подобных скоростей вполне достаточно для осуществления полноценного диалога оператора с оборудованием регистрирующего компьютера при одновременной передаче зарегистрированных данных на "ведущий" компьютер. Подробнее такая каротажная система описана в работе [5]. Стоит отметить, что при таком построении часть устройств регистратора, не требующая управления в режиме реального времени, может быть перенесена на "ведущий" компьютер без серьезной переработки программного обеспечения.

Однако при всех очевидных плюсах подобная конструкция обладает и рядом недостатков. К ним можно отнести, прежде всего, наличие минимум двух полноценных персональных компьютеров в составе станции и использование морально устаревшей и официально не поддерживаемой разработчиком ОС – MS-DOS. Для устранения этих недостатков была разработана (и успешно реализована) другая модель каротажного регистратора под управлением ОС Windows-2000(XP), имеющая в своем составе только один персональный компьютер. Как уже отмечалось выше, реализовать сбор, обработку данных и управление скважинными приборами в масштабе реального времени и в условиях многозадачного режима работы только средствами ОС Windows не представляется возможным. Требуется разработка технических средств, которые позволят разделить процессы реального времени (обработка внешних сигналов, событий и т. д.) и процессы, исполняемые ОС Windows, и не имеющие прямого отношения к процессу каротажа. Эту задачу можно решить включением периферийных микропроцессоров и элементов буферизации в схемы систем реального времени, а также набором системотехнических решений построения таких систем.

Для решения задачи предложена каскадная организация системы (рис.), где информация передается последовательно от одного узла к другому.

Для хранения и обработки оцифрованных данных измерительной информации в качестве первого (измерительного) звена в предлагаемой системе применяется сигнальный микропроцессор ADSP-2185N производства фирмы Analog Devices. Такой же микропроцессор использует-

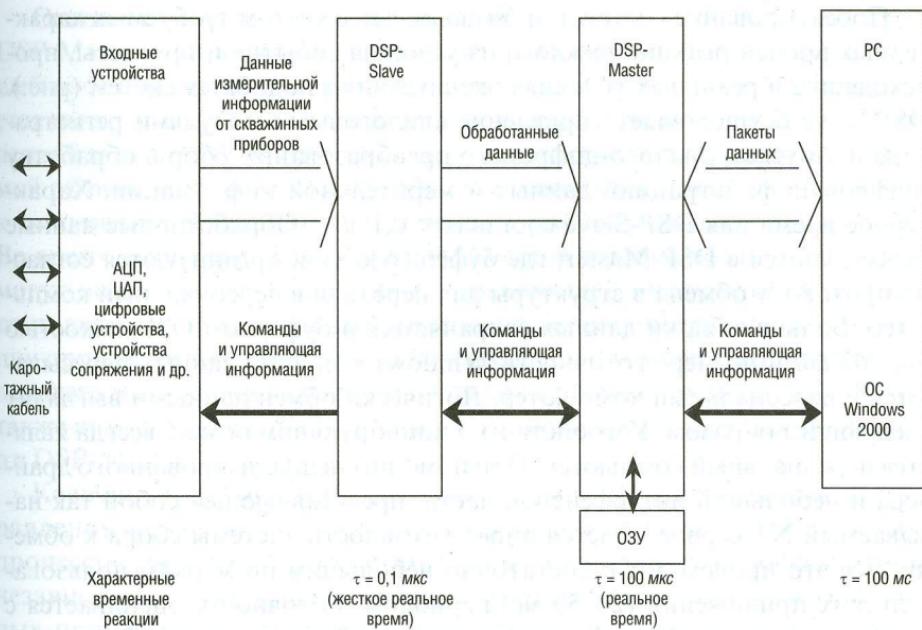


Рис. Организация системы сбора, обработки данных и управления регистрирующего комплекса для проведения геофизических исследований в скважинах

ся и в качестве второго (управляющего) звена системы. Выбор микропроцессоров ADSP-2185N определяется их быстродействием (80 MIPS), специализированным для обработки больших объемов цифровой информации набором команд, наличием последовательных портов с расширенными функциями, параллельных портов с функцией прямого доступа к памяти, а также возможностью изменения конфигурации самого микропроцессора и большинства его узлов для работы в различных режимах, что обеспечивает универсальность и гибкость работы микропроцессора в большом спектре задач. DSP-Slave первого (измерительного) звена настроен на работу в режиме Host Memory Mode, что обеспечивает свободный доступ к его внутренней памяти программ и данных микропроцессору второго (управляющего) звена. DSP-Master второго (управляющего) звена настроен на работу в режиме Full Memory Mode, что обеспечивает максимально возможный набор цифровых портов для подключения периферийных устройств.

Проектирование системы производилось с учетом требуемых характерных времен реакции каждого из узлов на события и процессы, происходящие в реальных условиях эксплуатации подобных систем (рис.). DSP-Slave осуществляет управление аналоговыми модулями регистратора и запуском аналого-цифрового преобразования, сбор и обработку (цифровую фильтрацию) данных измерительной информации. Характерное время для DSP-Slave составляет 0,1 мкс. Обработанные данные пересыпаются в DSP-Master, где буферизуются и организуются согласно протоколу обмена в структуры для передачи в персональный компьютер. Большие блоки данных сохраняются в буферном ОЗУ емкостью 512 Кбайт и по мере готовности Windows к приему данных пересыпаются в персональный компьютер. Логически обмен данными выглядит следующим образом. Устройством, инициирующим обмен, всегда является персональный компьютер. При помощи специализированного драйвера и небольшой интерфейсной части, представляющей собой так называемый NT-сервис, ведется опрос готовности системы сбора к обмену. Все это происходит с достаточно небольшим по меркам пользовательских приложений (20–50 мс) периодом. Готовность оценивается с очень высоким относительно подавляющего большинства работающих на персональном компьютере приложений приоритетом (поскольку производится драйвером режима ядра) и почти не заметен оператору-пользователю. В случае обнаружения готовности осуществляются проверка наличия новых данных и немедленное их получение, если данные обнаружены. Для передачи команд (данных) в систему сбора используется метод отложенных запросов, то есть команда будет передана адресату асинхронно относительно момента подачи команды оператором при обнаружении готовности системы сбора к обмену. Команды буферизуются при отсутствии немедленной готовности системы сбора, что позволяет одному драйверу обслуживать несколько пользовательских приложений и передавать серии команд. Задержка передачи при этом не превышает 100 мс и не доставляет оператору никаких неудобств.

На уровне драйвера реализован кольцевой буфер для данных, что делает получение данных приложениями также асинхронным относительно процессов обмена с системой сбора.

В процессе обмена с персональным компьютером DSP-Slave никак не задействован, что позволяет физически распараллеливать процессы регистрации/обработки внешних сигналов и обмен данными между системой сбора и компьютером.

Основное направление потоков данных в системе – от DSP-Slave через DSP-Master в персональный компьютер. Основные потоки управляющей информации направляются в обратную сторону. DSP-Master является центральным звеном управления системы. Для выполнения определенной задачи DSP-Master либо загружается соответствующей программой от персонального компьютера, либо получает номер необходимой к исполнению функции, находящейся в уже загруженной программе. Во время выполнения задачи DSP-Master и персональный компьютер могут обмениваться командами, управляющей информацией и пакетами данных, но непосредственное выполнение программы или функции производится автономно от персонального компьютера, что обеспечивает выполнение задач в масштабе реального времени. DSP-Slave также автономно выполняет задачи согласно программе, загруженной от DSP-Master.

Каскадная организация системы сбора, обработки данных и управления позволяет обеспечить параллельное выполнение многих процессов внутри самой системы, а также полностью обеспечивает независимость задач регистрации данных от возможных параллельных процессов, выполняемых персональным компьютером, к которому подключена система.

По мнению авторов, данная концепция является наиболее эффективным и полным решением поставленных задач по организации системы сбора, обработки данных и управления. Разработка системы в настоящее время находится на этапе опытно-конструкторских работ. Созданы опытные образцы, проводятся испытания и тестирование всех узлов системы в различных режимах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Atlas Wireline Services. Western Atlas International. Inc. 1991.
2. Well Services. Schlumberger. Inc. 1986.
3. Well Logging Services. 1990 Edition. Computalog. Inc. 1990.
4. Хаматдинов Р. Т., Велижсанин В. А., Веселков А. А. и др. Российская компьютеризированная технология каротажа нефтяных и газовых скважин // Компьютеризированные технологии исследований нефтяных и газовых; Под ред. д. т. н. Р. Т. Хаматдина. Тверь: НПП "ГЕРС". 1995. С. 4–9.
5. Юматов А. Ю., Веселков А. А., Еришев С. Л. Система сбора данных для проведения геофизических исследований в скважинах: концепция построения // Международная научно-техническая конференция "Компьютерные технологии в управлении, диагностике и образовании" (КТУДО).