

□ Автор статьи

Ещин  
Евгений Константинович,  
докт. техн. наук, проф. каф.  
прикладных информационных  
технологий КузГТУ.  
Email: eke@kuzstu.ru

УДК 621.313.333:045.028

В.Г. Каширских, А.В. Нестеровский, А.П. Носков

## СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

В настоящее время современный автоматизированный электропривод с использованием соответствующего управления является основой для реализации оптимальных технологических процессов большинства промышленных установок. Очевидно, что для эффективного управления электроприводом необходима информация о состоянии объекта управления. Для этих целей предлагается использовать разработанный нами информационно-вычислительный комплекс, структура которого представлена на рис. 1. Использование информации о текущем состоянии электропривода направлено на повышение эффективности управления и эксплуатационной надежности электропривода и промышленной установки в целом.

Для организации передачи измерительной информации с нижнего уровня информационно-вычислительного комплекса на верхний уровень использованы технологии Ethernet, обладающие рядом достоинств. Поскольку промышленные Ethernet-сети получили широкое распространение в промышленности, существует большое количество Ethernet-совместимого оборудования, позволяющего создавать гибкие структуры с учетом предъявляемых требований к надежности, скорости работы, стоимости. Например, возможно построение высоконадежной сети на базе — оптоволоконка, не подверженной воздействию помех и влиянию агрессивных промышленных сред.

С помощью современных промышленных Ethernet-коммутаторов возможна реализация резервируемой кольцевой структуры с малым временем восстановления в случае повреждения линий связи. В некоторых случаях целесообразным может оказаться внедрение участков беспроводной связи. Такая гибкость системы не требует схемотехнических изменений конечных устройств, и фактически, унификация Ethernet как единой сетевой технологии ведет к упрощению развертывания, эксплуатации и обслуживания систем.

В процессе рабочего функционирования промышленной установки на основе информации от датчиков напряжения и тока и математической

модели электропривода вычисляются текущие значения его параметров и переменных величин в реальном времени (динамическая идентификация).

Микроконтроллер опрашивает аналого-цифровые преобразователи и датчики с цифровыми интерфейсами и формирует в ОЗУ пакеты данных. Параллельно с этим, уже сформированные пакеты передаются на сетевой модуль, который самостоятельно, без участия микроконтроллера, осуществляет их передачу через Ethernet интерфейс на промышленный компьютер.

Для передачи измерительной информации выделен независимый Ethernet сегмент, не пересекающийся с локальной сетью предприятия, чтобы не допустить в передаче измерительной информации потерь, вызванных трафиком других устройств и компьютеров.

На промышленном компьютере происходит первичная обработка информации — фильтрация, масштабирование, преобразование из целочисленного представления в формат с плавающей точкой, а затем — динамическая идентификация.

Полученные в результате работы информационно-вычислительного комплекса текущие значения параметров и переменных величин электропривода затем направляются через локальную сеть предприятия на сервер баз данных для сохранения, откуда они могут быть получены по запросу через локальную сеть. Эти данные предназначены не только для использования в работе системы управления электропривода, а также и для защиты и функциональной диагностики электропривода.

На рис. 2 представлена структура измерительного модуля, предназначенного для измерения фазных токов асинхронного электродвигателя. В качестве датчиков тока выбраны датчики типа CSLA2EJ, работа которых основана на эффекте Холла с гальванической развязкой с измеряемой цепью. Диапазон измеряемых токов — до 300 А. Одним из достоинств этих датчиков, упрощающих схемотехническую реализацию, является то, что и питание, и выходной сигнал являются однополярными.

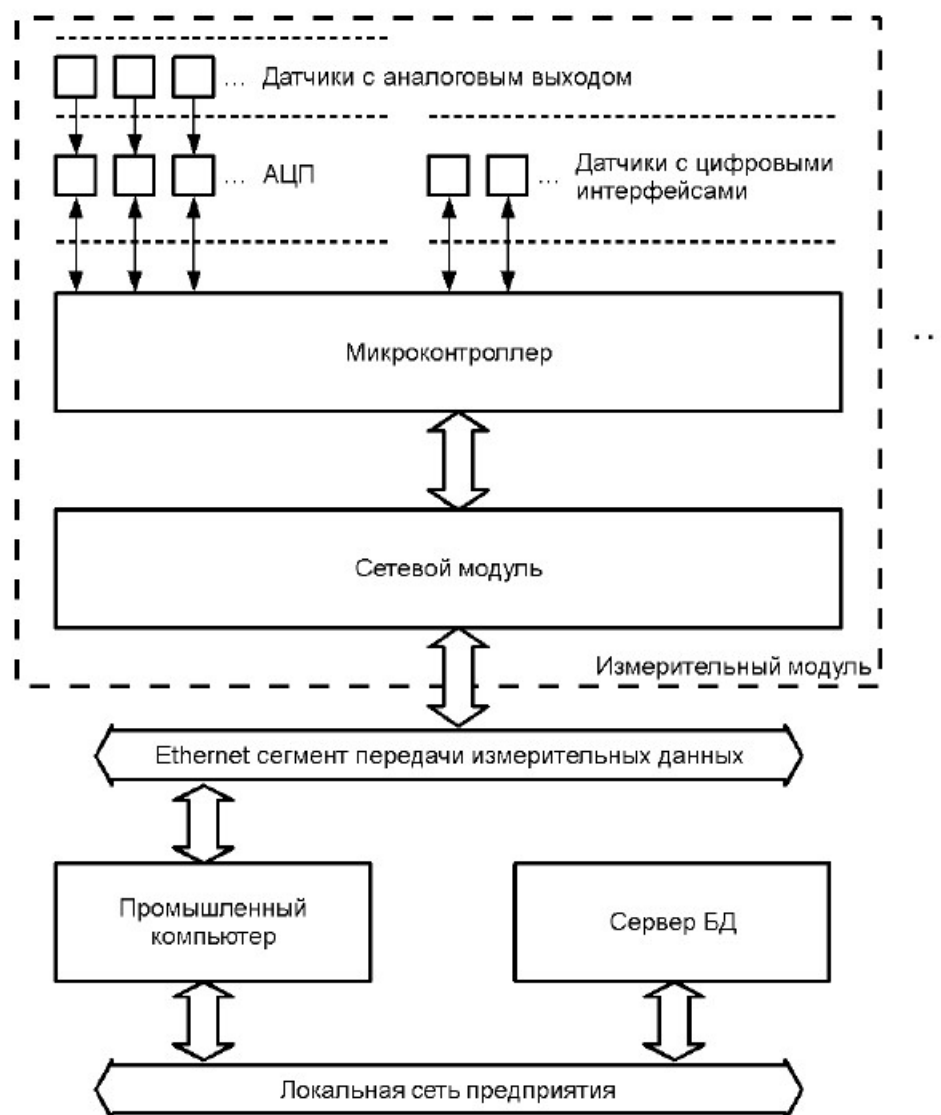


Рис. 1. Структура информационно-вычислительного комплекса

Для преобразования выходного сигнала датчиков в цифровой сигнал в системе применены однополярные 12-ти битные АЦП AD7895 с временем преобразования 3,8 мкс, которого вполне достаточно, исходя из характера изменения токов электродвигателя.

Роль управляющего устройства в модуле выполняет микроконтроллер Atmega 328P-PU семейства AVR, работающий на частоте 20 МГц. Выполняемые им задачи включают в себя опрос АЦП, формирование пакетов данных и передача их на сетевой модуль Wiz811MJ, который соединен с микроконтроллером 8-битной шиной данных и 2-битной управляющей шиной.

Сетевой модуль позволяет вести передачу данных по сети Ethernet по протоколам TCP и UDP. Он самостоятельно организует работу протоколов нижнего уровня стандарта Ethernet (ARP, MAC, PHY), и имеет в составе разделяющий трансформатор с разъемом RJ-45. Модуль является полноценным микропроцессорным устрой-

вом с интерфейсом Ethernet, имеет собственный MAC и IP адрес, и не требует вмешательства в процесс передачи данных со стороны управляющего микроконтроллера после получения от него очередного пакета.

К достоинствам данного сетевого модуля можно отнести то, что он может работать в наиболее распространенных в настоящее время сетях Ethernet 10BaseT/100BaseTX, поддерживает технологии Auto Negotiation, Auto MDI/MDIX.

Экспериментальные исследования, проведенные в процессе отладки информационно-вычислительного комплекса, подтвердили высокую эффективность работы данного измерительного модуля. Максимально достижимая скорость передачи данных при испытаниях составила 1МБит/сек, что вполне достаточно для передачи информации о значениях трех фазных токов асинхронного электродвигателя с частотой дискретизации 4кГц.

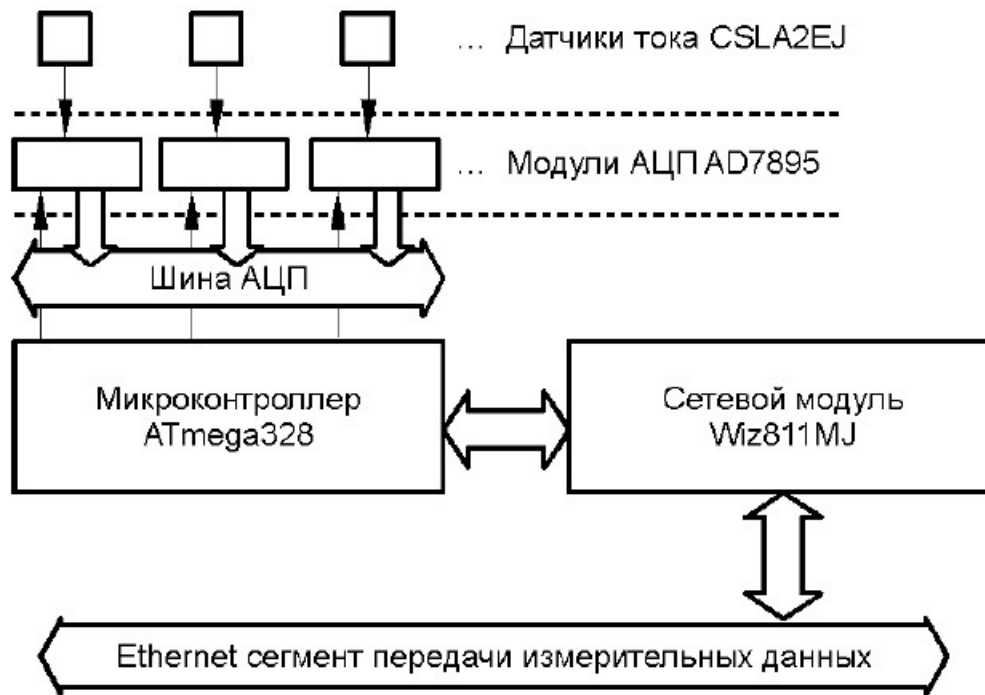


Рис. 2. Структура измерительного модуля

□ Авторы статьи:

Каширских  
Вениамин Георгиевич,  
докт. техн. наук, профессор,  
декан горно-электромеханического  
факультета КузГТУ,  
email: [kvg@kuzstu.ru](mailto:kvg@kuzstu.ru)

Нестеровский  
Александр Владимирович,  
канд. техн. наук, доцент  
каф. электропривода и автоматиза-  
ции КузГТУ,  
email: [nsky@tut.by](mailto:nsky@tut.by)

Носков  
Алексей Петрович,  
старший преподаватель  
каф. электропривода и автоматиза-  
ции КузГТУ,  
email: [nap.eav@kuzstu.ru](mailto:nap.eav@kuzstu.ru)

УДК 621.313.333:045.028

В.Г. Каширских, А.В. Нестеровский, А.П. Носков

### ДИАГНОСТИКА МНОГОПРИВОДНЫХ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

Анализ работы угледобывающих предприятий, как в России, так и за рубежом, показывает увеличение доли угледобычи подземным способом с преобладанием длинных очистных забоев над камерно-столбовыми системами разработки. В Кузбассе эта тенденция выражается в применении новой технологии разработки полезных ископаемых «шахта-лава» (ш. «Южная», ш. «Котинская»). Применение данной технологии обусловлено непрерывным совершенствованием очистных механизированных комплексов. Актуальный уровень энерговооруженности современного очистного забоя находится около отметки 2 МВт, при этом суточная производительность забоя достигает 10000 тонн. Для работы забоя с такой производительностью необходима мощная транспортная система. Наиболее обоснованным решением этой задачи является применение многоприводных ленточных конвейеров (МЛК).

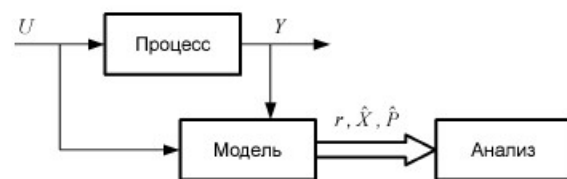


Рис. 1. Диагностика на основе модели

Использование МЛК позволяет избежать перегрузки породы, увеличения удельной массы ленты, размеров приводных станций. Кроме того, отпадает необходимость в подземных камерах большого размера, которые необходимы для размещения перегрузочного комплекса. Однако внедрение МЛК связано с целым рядом технических проблем, таких как необходимость обеспечения оптимального распределения нагрузки между приводными станциями, обеспечение требуемого уровня надежности конвейерной установки и др.