

УДК 622.012.2: 621.31

Ткаченко С.Н.*

**ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦІЯ ПРОГРАМНОГО ОБЕСПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ
АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОПОТРЕБЛЕННЯМ ШАХТИ
ПО ФУНКЦІОНАЛЬНОМУ КРИТЕРІЮ**

Статья посвящена вопросам децентрализации программного обеспечения системы управления энергоснабжения шахты. Показаны недостатки применения SCADA-систем на горных предприятиях. Выполнена классификация задач программного обеспечения системы и их декомпозиция по функциям. Проведено распределение функций программного обеспечения системы по отдельным приложениям. Предложено архитектурное решение для программного обеспечения локальной управляющей сети. Показаны перспективы развития предложенного решения.

Постановка проблемы

Несмотря на развитие специализированных средств построения АСУ ТП, в горнодобывающей промышленности Украины, в управлении энергопотреблением шахты развитие систем контроля, управления и долгосрочного мониторинга достаточно слабое. В то же время, получение оперативной информации о состоянии технологических процессов, а в равной степени и об энергопотреблении технологического оборудования, участков или хотя бы просто подстанций, способствует более рациональному использованию электроэнергии и отслеживанию времени пиковых нагрузок. Оптимизация потребления электрической энергии шахтой снижает себестоимость добычи полезного ископаемого и повышает безопасность ведения горных работ за счет оперативного обнаружения утечек, обрывов, замыканий силовых линий, срабатываний защитной аппаратуры.

Анализ последних достижений

В настоящее время работы по созданию системы управления энергопотреблением шахты выполняются с учетом следующих факторов [1-3]:

- условия работы в шахте налагают повышенные требования на искро- и взрывобезопасность оборудования;
- топология шахты в условиях ведения очистных, проходческих работ, а также перемещениями оборудования постоянно изменяется;
- протяженность подземных выработок может достигать 30...40 км, а длина линии связи для АСУ ТП в некоторых случаях превышает 10 км, при этом проводная линия может отсыревать, окисляться на соединениях, что затрудняет передачу больших объемов информации;
- слабое внедрение на шахтах Украины локальных и телемеханических средств контроля, управления процессами, несмотря на существующие отечественные разработки;
- с увеличением объема технологической информации возникает необходимость организации нескольких автоматизированных рабочих мест с целевым распределением функций.

В условиях существующих технических средств возникает необходимость создания программного обеспечения системы управления энергопотреблением. Ставится вопрос выбора между средствами разработки общего назначения и SCADA-системами. Последние набирают все большую популярность, благодаря возможности дорогостоящей, но быстрой разработки общепромышленных пультов управления. Поэтому необходимо рассмотреть возможность применения SCADA с промышленными контроллерами для горнодобывающей отрасли.

* Национальный горный университет, доц.

Выделение нерешенных ранее частей проблемы

Сертификация и дальнейшее использование общепромышленных контроллеров в шахте связано с применением SCADA-систем, разработанных под конкретные типы оборудования. Эксплуатация SCADA-систем имеет следующие особенности [4]:

- возможность быстро строить негибкие системы управления, настраиваемые „по месту”;
- необходимость переконфигурации системы силами дежурного SCADA-инженера в случае перемещения, модернизации, временного или окончательного устранения неисправностей технологического оборудования;
- необходимость резервного хранения на каждый узел в случае замены аварийных, так как программы узлов не унифицированы;
- необходимость взаимодействия предприятия с определенным поставщиком оборудования для подготовки SCADA-инженеров и поддержки эксплуатации системы, при этом поставщик не всегда способен обеспечить своевременное и качественное обслуживание;
- необходимость дополнительного обучения предприятием достаточно узкого SCADA-специалиста технологии и принципам управления процессом;
- работа SCADA-систем построена на том же принципе, что и работа промышленных контроллеров – периодическое последовательное сканирование программы с последующей интерпретацией – таким образом, SCADA-программы значительно медленнее программ, написанных на общих языках программирования;
- в рамках SCADA-базированной системы сложно выделить, и распределить функции между АРМ из-за невозможности унификации прикладного программного обеспечения.

Альтернативой использования SCADA является разработка специализированного децентрализованного программного обеспечения для автоматизированного управления энергопотреблением шахты с применением унифицирующего подхода.

Постановка задачи

Для разработки децентрализованного ПО автоматизированного управления энергопотреблением необходимо провести декомпозицию задач, решаемых ПО системы и их децентрализацию по уровням организации системы управления.

Кафедрой систем электроснабжения и кафедрой автоматизации и компьютерных систем Национального горного университета ведутся разработки многоуровневой системы автоматизированного управления потреблением энергии шахты (САУПЭШ). К программному обеспечению системы выдвигаются следующие требования:

- 1.1. Дистанционное включение–выключение оператором высоковольтных КРУ с контролем исполнения.
- 1.2. Контроль и графическое отображение состояний высоковольтного комплектного распределительного оборудования типа КРУВ-6.
- 1.3. Сигнализацию о срабатывании защиты (от к.з., перегрузки, замыканий на землю) на контролируемых присоединениях.
- 1.4. Измерение электрической мощности за основной учетный получасовой интервал для контроля загрузки оборудования системы энергоснабжения и электропотребления горных машин и установок.
- 1.5. Учет электропотребления подземных электроустановок и технологических участков за смену, сутки и по месяцам расчетного периода;
- 1.6. Контроль норм затрат электроэнергии энергоемкими установками и технологическими участками.
- 1.7. Отображение мгновенных значений токов и напряжений, а также фазовых соотношений между ними для контролируемых точек учета с целью диагностики состояния КРУ в процессе оперативных переключений или возобновления электроснабжения подземных потребителей.
- 1.8. Документирование и отображение информации об электропотреблении, в том числе в графическом виде.

Материал исследования

Децентрализация программного обеспечения САУПЭШ может осуществляться на основе разбиения функций по назначению. Топология, структура и аппаратное обеспечение обуславливают разбиение программного обеспечения системы на нижний (подземный), и верхний (диспетчерский) уровни.

Для обеспечения представленных выше требований к ПО, прежде всего по п. 1.1-1.4, 1.7, нижний уровень программного обеспечения должен выполнять:

2.1. Первичный сбор, обработку информации о токах, напряжениях, активной и реактивной мощности, срабатывании защит, ячеек КРУВ и прочих контролируемых событиях.

2.2. Функции локальных автоматических систем управления, по защитным отключениям.

2.3. Поддержку обмена информацией между верхним и нижним уровнями системы.

Нижний уровень программного обеспечения разделяется на два подуровня – технологический, включающий функции п. 2.1, п. 2.2, и транспортный, включающий п. 2.3.

Верхний уровень программного обеспечения должен выполнять следующие функции:

3.1. Поддержка обмена информацией между верхним и нижним уровнями системы.

3.2. Управление обменом между верхним и нижним уровнями системы.

3.3. Диспетчерский контроль и управление согласно п. 1.1-1.4, п. 1.7 требований.

3.4. Периодический контроль и анализ технологических параметров согласно п. 1.5, п. 1.6, п. 1.8 требований.

3.5. Автоматическое документирование событий на объекте управления и действий оператора согласно п. 1.1-1.4, п. 1.7 требований.

3.6. Автоматическое документирование данных об электропотреблении согласно п. 1.8 требований.

Верхний уровень ПО САУПЭШ также разделяется на технологическую и транспортную составляющую. Функции п. 3.1 и п. 3.2 для верхнего уровня реализуются в отдельной программе, что повышает адаптируемость ПО к изменениям аппаратуры связи с нижним уровнем.

Что касается технологической составляющей верхнего уровня ПО САУПЭШ, то здесь требуется дополнительная классификация: работа ПО без участия и с участием оператора.

В автоматическом режиме (без участия оператора), должны выполняться:

4.1. Проверка и разрешение команд оператора на включение, выключение оборудования.

4.2. Прием и обработка информации о состоянии объектов электроснабжения.

4.3. Выдача на отображение состояния объектов с их технологическими параметрами, необходимых, достаточных и разрешенных для использования уполномоченными операторами.

4.4. Дублирование функций по защитным отключениям объектов с выдачей уведомлений.

4.5. Документирование и выдача данных о событиях на объектах и электропотреблении.

Перечисленные функции тривиальны для систем управления и обязательны для исполнения независимо от прав, функций, количества операторов и формы представления результата оператору. Они могут быть объединены в технологический сервер системы электроснабжения с функциями API- и сервера баз данных. Сервер можно разместить или том же узле сети, что и драйвер обмена, или на отдельном. Это позволяет использовать горячее резервирование.

При участии оператора ПО верхнего уровня выполняет следующие функции:

5.1. Графическое отображение состояний высоковольтного комплектного распределительного оборудования типа КРУВ-6.

5.2. Прием с подтверждением сигнализации о срабатывании защиты и об аварийных отключениях технологического сервера на контролируемых объектах.

5.3. Отображение результатов измерений электропотребления за учетный интервал времени.

5.4. Отображение истории процесса управления по запросу за интервал времени.

5.5. Отображение результатов учета электропотребления подземных электроустановок и технологических участков за смену, сутки и по месяцам расчетного периода в числовом и графическом виде по запросу оператора.

5.6. Контроль норм затрат электроэнергии энергоемкими установками и технологическими участками.

5.7. Отображение мгновенных значений токов и напряжений, а также фазовых соотношений между ними для контролируемых точек.

5.8. Переконфигурация технологического сервера САУПЭШ при изменении характеристик, количества, расположения оборудования электроснабжения.

5.9. Переконфигурация и выделение прав АРМ диспетчера при введении новых диспетчеров и нового обслуживаемого системой оборудования.

5.10. Настройка внешнего вида АРМ диспетчера в рамках выделенных прав.

5.11. Хранение настроек внешнего вида АРМ диспетчера.

Очевидно, что разнообразие человеко-машинных функций в системе требует по крайней мере ввода трех видов АРМ:

6.1. АРМ диспетчера системы, для непрерывного контроля и оперативного управления оборудованием энергоснабжения с функциями технологического ПО верхнего уровня согласно п. 5.1-4, п. 5.7, п. 5.10.

6.2. АРМ энергетика, для контроля и анализа норм потребления электроэнергии оборудованием участка шахты во времени с функциями технологического ПО верхнего уровня согласно п. 5.4-6, п. 5.10.

6.3. АРМ инженера АСУ для настройки системы согласно п. 5.8, п. 5.9.

Настройки всех АРМ необходимо хранить централизованно, что облегчит администрирование системы и заменяемость узлов сети. Децентрализованная структура программного обеспечения показана на рисунке 1.

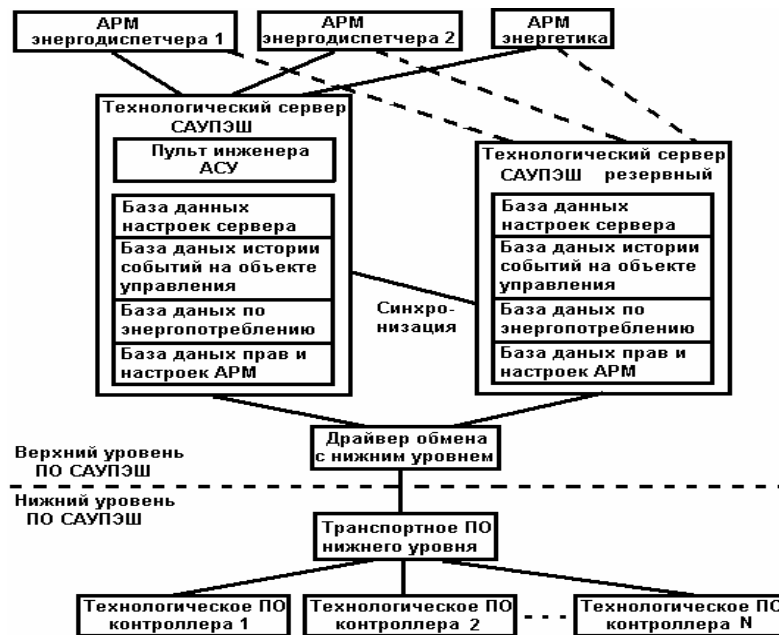


Рис. 1 – Децентрализованное программное обеспечение системы автоматического управления энергопотреблением шахты

Выводы

Предложенное решение позволяет привлекать к процессу управления локальную вычислительную сеть, что значительно повышает производительность системы. Резервирование технологического сервера повышает устойчивость системы при сбоях и позволяет администрирование без остановки системы. Выделение транспортных функций в отдельное приложение делает технологическую часть программного обеспечения аппаратно независимым. Хранение настроек АРМ на серверах позволяет оперативно переназначать функции АРМ узлов локальной сети без участия или инженера АСУ САУПЭШ. В перспективе, предложенная структура позволяет строить портативные АРМ на базе web-технологий с привлечением средств мобильной связи.

Перечень ссылок

1. ДНАОП 1.1.30-1.01-00 Правила безпеки у вугільних шахтах. Державний нормативний акт про охорону праці. – Київ: Держнаглядохоронпраці, 2001. – 496 с.
2. Чехлатый Н.А. Средства передачи информации в системах обеспечения безопасности на шахтах / Н.А. Чехлатый, Н.П. Демченко, А.Н. Чехлатый // Уголь Украины. – 1998. – №2 – С. 30-33.
3. Комплекс контроля рудничной атмосферы КРАУ унифицированный / В.П.Белоножко, А.А.Марченко, С.Л.Белякова, В.А.Кобыляков // Уголь Украины. – 1992. – № 6. – С. 25-28.
4. <http://www.automation-drives.ru> WinCC Explorer. WinCC Руководство. C79000-G8276-C159-01. – Siemens, 2001. – 496 с.

Рецензент: В.В. Ткачев,
д-р техн. наук, проф., НГУ

Статья поступила 22.04.2008