

**Материалы  
XII Международной научно-практической конференции  
ИННОВАЦИИ НА ОСНОВЕ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**Materials of  
XII International Scientific and Practical Conference  
INNOVATIONS BASED ON  
INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES**



*1 – 10 октября 2015 года  
Россия, г. Сочи*

ББК 32.97  
УДК 681.3 + 681.5  
И 64

И 64                   Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий: Материалы международной научно-практической конференции. / Научн. ред. А.Н.Тихонов; Общ. ред. С.У. Увайсов; Отв. ред. И.А. Иванов–М.: НИУ ВШЭ, 2015, 672 с.

ISSN 2226-6690

Представлены материалы двенадцатой Международной научно-практической конференции. Сборник отражает современное состояние инноватики в образовании, науке, промышленности, социально-экономической сфере и медицине с позиций внедрения новейших информационных и коммуникационных технологий.

Представляет интерес для широкого круга специалистов в области современных информационных и коммуникационных технологий, научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов, связанных с инновационной деятельностью.

#### **Редакционная коллегия:**

Абрамешин А.Е., Белов А.В., Васильев В.Н., Воробьев Г.А., Горбунов А.П., Губарев В.В., Журков А.П., Иванов И.А.(отв. ред.), Казанский А.Г., Каперко А.Ф., Каштанов В.А., Кечиев Л.Н., Каган М.Ю., Кофанов Ю.Н., Кудж С.А., Кулагин В.П., Кунбутаев Л.М., Линецкий Б.Л., Львов Б.Г., Минзов А.С., Нефедов В.И., Петросянц К.О., Пономарев Л.И., Пожидаев Е.Д., Роберт И.В., Романенко Ю.А., Романова Г.М., Саенко В.С., Сигов А.С., Симонов В.П., Старых В.А., Тихонов А.Н. (научн. ред.), Тумковский С.Р., Увайсов С.У. (общ. ред.), Халютин С.П., Черевков К.В., Черемисина Е.Н., Шмид А.В., Шпак А.В., Щур Л.Н., Юрков Н.К.

ББК 32.97

ISSN 2226-6690

© Оргкомитет конференции  
© НИУ ВШЭ, 2015

2 Конструктивно-технологические особенности волоконно-оптического датчика разности давлений аттенуаторного типа/ И.С. Рубцов, Т.И. Мурашкина, Д.И. Серебряков, Е.А. Бадеева А.Г. и др. // Датчики и системы. – 2015. – № 3. – С. 30–33.

3 Технологические основы проектирования волоконно-оптических датчиков давления для искро-, взрыво-, пожароопасных инженерно-технических объектов Е.А. Бадеева, А.Г. Пивкин, Т.И. Мурашкина // Надежность и качество: Тр. Междунар. симп.– Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2011. – Т. 2. – С. 91-95

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ КОММУНИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Белоусов А.В., Московченко С.И., Гребеник А.Г., Кошлич Ю.А.  
*Белгород, БГТУ им. В.Г. Шухова*

В статье рассмотрены проблемы функционирования коммуникационного оборудования автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ) и представлен подход к повышению его надежности, основывающийся на программно-аппаратной модификации коммуникационных контроллеров среднего функционального уровня АСДУ. Представлены техническое решение внешнего сторожевого таймера для коммуникационных контроллеров серии i-7000 и результаты его работы.

Ключевые слова: коммуникационное оборудование, автоматизированная система диспетчерского управления (АСДУ), Arduino, контроллер.

### **Improving the reliability of automated dispatch control systems communication equipment. Belousov A., Moskovchenko S., Grebenik A., Koshlich Yu.**

The article considers the problems of functioning of the communication equipment of the automated dispatch control systems (ADCS) and presents an approach to the increase of its reliability based on software and hardware modifications of the communication controllers of the average functional level ADCS. Technical solution external watchdog for the communication i-7000 series controllers and the results of its work are represented.

Keywords: communication equipment, automated dispatch control system (ADCS), Arduino, controller.

Одной из особенностей крупных промышленных предприятий является наличие большого числа географически распределенных производственных установок и оборудования систем управления энергоснабжением и жизнеобеспечением, представляющих из себя разрозненно функционирующие объекты инженерной инфраструктуры. Решить задачи эффективного управления ими и их взаимодействия, повышения уровня энергоэффективности и энергобезопасности позволяют автоматизированные системы диспетчерского управления (АСДУ) [1-3]. Типовые АСДУ имеют многоуровневую иерархическую структуру. Нижний уровень АСДУ составляет инженерное оборудование локальных систем управления и производственных установок; средний уровень – это коммуникационное оборудование – преобразователи интерфейсов или программируемые логические контроллеры (ПЛК); верхний уровень включает серверное программное и аппаратное обеспечение (серверы баз данных, SCADA-серверы и т.п.). Межуровневое взаимодействие среднего и верхнего функциональных уровней, как правило, организовано посредством локальной вычислительной сети (ЛВС) предприятия.

Наличие большого количества клиентов ЛВС (оборудование систем контроля доступа, видеонаблюдения, POS-терминалы, периферийное оборудование, пользовательские ПК и др.) создает основную нагрузку на локальную сеть и представляет определенные проблемы для её эксплуатации для передачи данных в АСДУ. Так, например, вследствие большой нагрузки ЛВС, коллизий и т.п., происходит периодическое зависание коммуникационного оборудования (рисунок 1). Одним из распространённых решений проблемы в системах диспетчеризации крупных предприятий с целью повышения надежности системы является создание выделенной сети. Но даже в ней может наблюдаться негативная сетевая активность, связанная с функционирующим под управлением операционной системы Windows пользовательских приложений локальных клиентов, серверов и т.д. Также сбои могут вызываться некорректным обращением к контроллеру со стороны сканирующих локальную сеть приложений (в том числе антивирусного программного обеспечения и брандмауэров).

В подавляющем большинстве промышленных контроллеров существует встроенный сторожевой таймер (watch dog timer (WDT)), который производит перезагрузку в случае неполадок на программном уровне. Но при сбоях на уровне периферии (например, микроконтроллеров портов коммуникационных

интерфейсов) ПЛК блокируется, и процессор не может вмешаться в работу периферийных компонентов. В этом случае требуется аппаратная перезагрузка всей периферии контроллера.

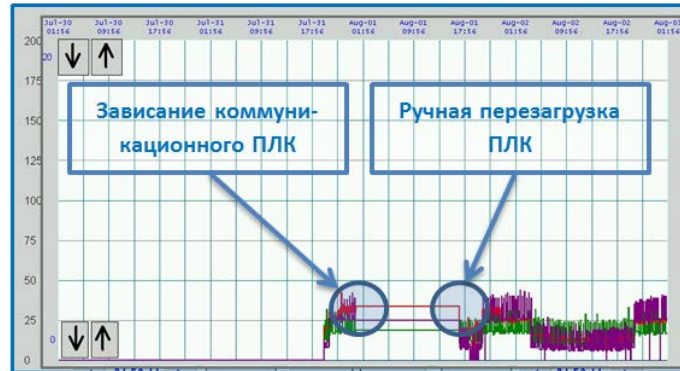


Рисунок 1 – Тренды распределения потребляемой объектом мощности в реальном времени (экранная форма АРМ диспетчера АСДУ)

Поскольку средний функциональный уровень внедренных АСДУ БГТУ им. В.Г. Шухова, ОАО «КМАпроектжилстрой», НИУ «БелГУ» и др. представлен коммуникационными ПЛК серии I-7000 производства ICP DAS [4], для решения проблемы предлагается программно-аппаратная надстройка в виде внешнего сторожевого таймера, который контролирует работу ПЛК в целом и может применяться с оборудованием другого типа. В качестве аппаратной платформы, используемой в качестве внешнего супервизора, предлагается использовать плату Arduino UNO, на которую также можно возложить дополнительный функционал (дискретные и аналоговые порты ввода-вывода, контроль питания оборудования, температуры) [5]. При этом такая плата может быть расположена внутри коммуникационного ПЛК I-7188EX, в котором имеется дополнительный слот платы расширения.

Для анализа состояния коммуникационного ПЛК можно использовать как внутренние сигналы (шина данных процессора, светодиод, индикатор), так и внешние сигналы (COM и RS-485 порты – линии RX, TX, управляющие линии RTS и др.). В штатном режиме работы быстрый обмен данными (десятки запросов в секунду) происходит непрерывно [4]. При нарушении работоспособности можно отключать питание контроллера, перезагружая его таким образом.

ПЛК питается от стандартного импульсного блока питания. У него есть отдельный вход разрешения работы, который подключен к общей шине напрямую, и цепь обратной связи по напряжению. Если в цепь обратной связи (вход INP) подать напряжение +5В через резистор, произойдет прерывание электропитания ПЛК. Собственно это и есть отключение микропроцессора контроллера и всей его периферии. Перезагрузка в этом случае занимает порядка 5 мс. Внешний WDT можно подключать как к выводу микросхемы блока питания, так и к элементам на плате ПЛК. Питается WDT от внутреннего блока питания контроллера, который имеет запас по мощности и рассчитан и на дополнительный 7-сегментный индикатор и мезонинные модули расширения. По сути, внешний WDT это и есть модуль расширения, только вместо готовой платы модуля (стандартная плата расширения для I7188EX) устанавливается разработанное аппаратное решение. Потребляемый внешним сторожевым таймером на базе Arduino ток от блока питания ПЛК равен 18 мА, что составляет не более 4% в общем энергобалансе устройства.

Для связи с платой Arduino Uno [6], на базе которой выполнено техническое решение WDT, от ПЛК через неиспользуемые клеммы пробрасывается 4 дополнительных линии: напряжение питания +5В, общий, выход состояния контроллера (один контакт шины данных), и вход контроллера – сброс (Рисунок 2).

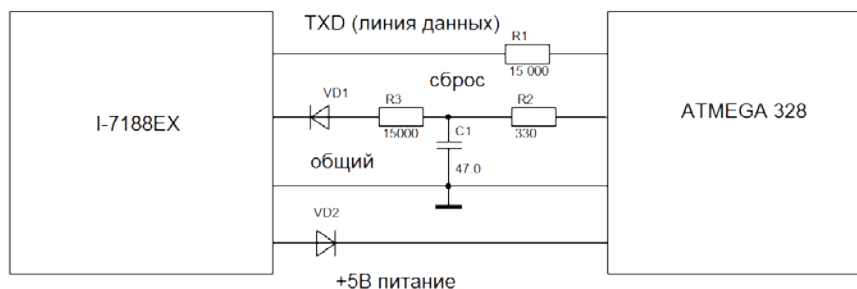


Рисунок 2 – Схема внешних соединений ПЛК и внешнего WDT

Диод в цепи питания необходим для защиты блока питания Arduino, чтобы в режиме отладки он не подал напряжение питания на модуль I-7188EX. Сигнал сброса формируется RC-цепочкой. Конденсатор C2 за 15 мс заряжается через R2, если подать на RC-цепь +5В, далее это напряжение поступает на микросхему блока питания, отключая питание всех устройств, пока C1 не разрядится через R3. Через R2 конденсатор не разряжается, так как при перезагрузке микроконтроллера выходы «отключаются», и переходят в Z-состояние. При этом сигнал сброса должен действовать более длительное время, даже при обесточенном микроконтроллере Atmega 328, до 700 мс. Обесточивание на 700 мс позволяет надежно выполнить цикл перезагрузки (рисунок 3). Так же на плату Arduino в цепи питания устанавливается дополнительный конденсатор не менее 100 мкФ, чтобы исключить обесточивание микроконтроллера Atmega раньше, чем отключится I-7188EX, и микроконтроллер не перезагружался и хранил в памяти статистику работы. При повторной загрузке программы на выходе микроконтроллера появляется напряжение уровня 0 В, C1 разряжается до 0 В и ни как не оказывает влияния на работу блока питания. На рисунке 3 нижние фронты сигнала, при достижении его нулевого значения, соответствуют моментам разрыва связи. Связь с ПЛК благодаря аппаратной перезагрузке восстанавливается не более чем за 1с.

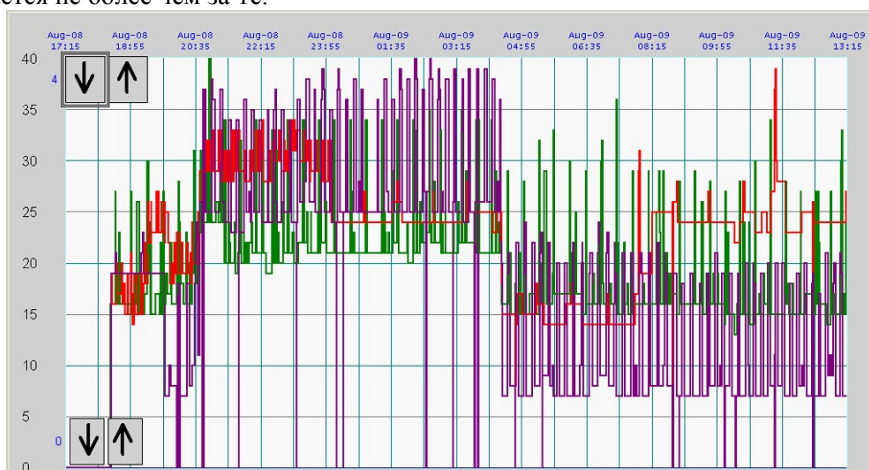


Рисунок 3 - Тренды распределения потребляемой объектом мощности в реальном времени (экранная форма АРМ диспетчера АСДУ)

Таким образом, применение представленного подхода на основе программно-аппаратного решения внешнего сторожевого таймера на базе Arduino позволит повысить надежность среднего функционального уровня систем диспетчерского управления. Так, использование внешнего WDT позволило не менее чем на 30% сократить время разрыва связи АСДУ распределенными энергоресурсами БГТУ им. В.Г. Шухова благодаря аппаратной перезагрузки коммуникационного ПЛК на основе мониторинга его сетевой активности внешним сторожевым таймером.

### Литература

1. Белоусов, А. В. Комплексные меры по энергосбережению как основа современной концепции энергоэффективности / А. В., Белоусов, Ю. А. Кошлич, А. Г. Гребеник // Южно-Сибирский научный вестник. – 2015. – № 1 (9). – С. 40-45.
2. Сахabetдинов, И. У. Задачи комплексного мониторинга в автоматизированных системах диспетчерского управления энергетическими объектами / И. У. Сахabetдинов // Вестник Бурятского государственного университета. – 2012. – № 9. – С. 49-58.
3. Потапенко, Е. А. Мониторинг систем отопления в составе автоматизированной системы диспетчерского управления / Е. А. Потапенко, Н. Д. Воробьев, А. Н. Потапенко // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2003. – № 5-6. – С. 120-122.
4. I-7188XC Series User's Manual / ICP DAS. – Taiwan, 2014. – Ver. 1.2. – 164 pp.
5. Белоусов, А. В. Использование вычислительных платформ arduino и linux-маршрутизаторов для удаленной диспетчеризации распределенных объектов / Белоусов А. В., Глаголев С. Н., Кошлич Ю. А., Гребеник А. Г. // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. – 2014. – № 1. – С. 409-412.
6. ATmega 328P 8-bit Microcontroller with 4/8/16/32K Bytes In-System Programmable Flash // Atmel, 2009. – 448 pp.