

# Ресурсосбережение и безопасность при локальной организации интеллектуальной АСУ ТП водопроводной насосной станции

*Анатолий Кинебас, Виктор Сокол, Александр Гусаров, Сергей Таразевич*

В статье описана автоматизированная система управления водопроводной станцией ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» на примере ПВНС «Волхонская». Система позволяет эффективно решить проблемы ресурсосбережения, а также обеспечить технологическую безопасность функционирования водопроводных насосных станций.

## **ВВЕДЕНИЕ**

При решении задач противодействия последствиям кризисных явлений проблема ресурсосбережения становится приоритетной в России. Ресурсосбережение по масштабности и потенциалу следует рассматривать как самостоятельный элемент реализации задач развития страны, вносящий важный вклад в экономическую безопасность России. Термин «ресурсы» трактуется достаточно широко. Это электроэнергия, оборудование и материалы, труд персонала и др.

Ресурсоёмкость отечественной экономики в два-три раза выше, чем в развитых странах мира. Наибольший потенциал ресурсосбережения сосредоточен в жилищно-коммунальном хозяйстве и в частности в городских системах питьевого водоснабжения и водоотведения.

С другой стороны, характерной особенностью современного этапа развития нашей страны является направление значительных усилий руководителей всех уровней на те сферы, которые определяют качество жизни граждан. Особое внимание при этом уделяется обеспечению эффективного и безопасного функционирования предприятий жизнеобеспечения как одного из основных факторов, способствующих стабильности общественно-политической обстановки в стране.

Большими потенциальными возможностями в плане сокращения расхода всех видов ресурсов и обеспечения технологической безопасности обладает комплексная автоматизация предприятий городского хозяйства. С этими целями в ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» разработана и введена в действие концепция развития АСУ ТП. Концепция определяет стратегическое направление развития АСУ ТП как построение системы управления производством. Составляющими элементами этой системы станут локальные АСУ ТП объектов предприятия, а объединяющим ядром – комплексная система диспетчерского управления (КСДУ), построенная на основе единого хранилища данных.

## **ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ АСУ ТП ВОДОПРОВОДНОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ**

В соответствии с концепцией развития АСУ ТП ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» были разработаны технические решения по автоматизации именных и номерных водопроводных насосных станций (ВНС).

При разработке технических решений по автоматизации учитывались следующие общие положения:

- автоматизация технологических процессов насосной станции должна строиться на основе энерго- и ресур-

сосберегающих алгоритмов, обеспечивающих рациональную организацию технологических режимов и оптимальную загрузку технологического оборудования;

- аппаратно-программный комплекс автоматизированной системы управления должен быть унифицированным и построен по модульному принципу;
- система управления должна обеспечить максимальную живучесть объекта за счёт многорежимности функционирования при минимальном количестве органов ручного управления;
- структура управления технологическими процессами должна соответствовать структуре технологических процессов, степень централизации управления и степень автономности уровней управления должна соответствовать степени автономности технологических участков в соответствии с новым принципом организации больших систем – локальной организацией;
- алгоритмы управления технологическими процессами должны быть адаптированными к изменению параметров энергетических объектов и сетей и другим возмущающим воздействиям;
- влияние человеческого фактора должно быть минимизировано, доступ к аппаратно-программным

средствам автоматизации должен быть ограничен.

Основное внимание уделялось следующим аспектам:

- минимизация сроков реконструкции объектов автоматизации;
- возможность поэтапного наращивания глубины и объёма автоматизации;
- минимизация стоимости оборудования, инженеринговых работ и текущей эксплуатации;
- возможность обслуживания и последующей модернизации силами предприятия без привлечения организации-разработчика.

Глубина и степень

автоматизации, надёжность аппаратных и программных средств обеспечивают полностью автономную работу системы управления технологическим объектом таким образом, чтобы:

- при частичном или полном отказе подсистем уровня комплексной автоматизации локальная автоматика осуществляла функции управления технологическим процессом без участия оперативного обслуживающего персонала;
- в нештатных режимах функционирования технологического оборудования и/или при частичном отказе локальной автоматики объект автоматизации оставался в рабочем состоянии со стабилизированными текущими или пониженными технологическими параметрами (на время прибытия ремонтного персонала);
- при полном отказе систем автоматики и технологических защит объект автоматизации оставался в безопасном состоянии.

### ПРИМЕР ВОДОПРОВОДНОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ С ЛОКАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ АСУ ТП

Раскроем реализацию указанных выше принципов на примере АСУ ТП повысительной водопроводной насосной станции «Волхонская».

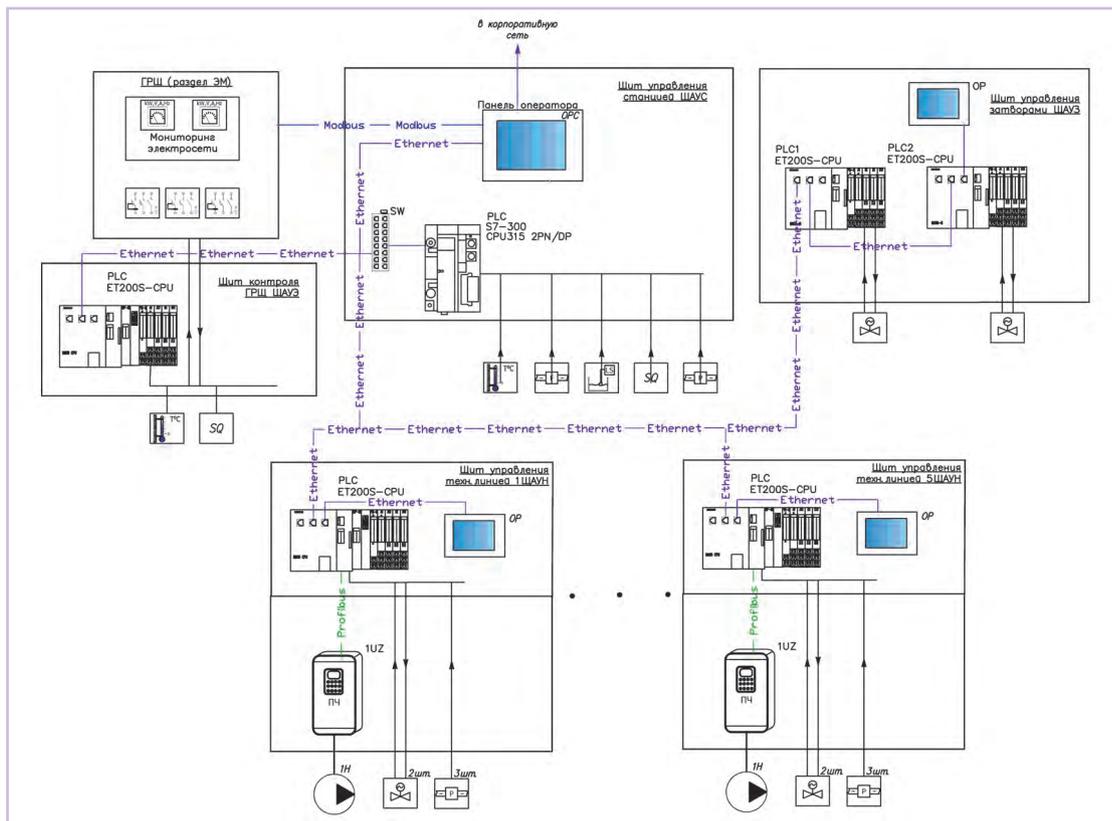


Рис. 1. КТС

Структурная схема комплекса технических средств (КТС) представлена на рис. 1.

В соответствии с концепцией развития АСУ ТП ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» нижний уровень АСУ ТП реализован на базе свободно программируемых логических контроллеров (ПЛК) S7-300 и ET-200 фирмы Siemens.

Каждый насосный агрегат, оснащённый технологической обвязкой и средствами защиты от нештатных режимов работы и управляемый своим локальным программируемым логическим контроллером, является локальным интеллектуальным технологическим участком, поскольку изменения условий работы объекта могут быть компенсированы за счёт внутренних резервов, не дожидаясь управляющего сигнала от АСУ ТП верхнего уровня. АСУ насосными агрегатами (АСУ НА) построены на базе системы частотного регулирования производительности.

Для оптимальной загрузки технологического оборудования, минимизации колебаний выходных параметров в переходных режимах и оптимизации защит от гидроударов устанавливается программируемый логический конт-

роллер уровня комплексной автоматизации.

Все программируемые логические контроллеры обвязаны сетью Industrial Ethernet.

Таким образом, в состав КТС АСУ ТП входят (рис. 2):

- щиты автоматизированной системы управления насосным агрегатом (НА) с его технологической обвязкой – ЩАУН;
- щит автоматизированной системы управления станцией – ЩАУС. В состав ЩАУН (АСУ НА) входят:
  - станция распределённого ввода-вывода ET200S с ЦПУ;
  - преобразователь частоты с панелью оператора (рис. 3);
  - органы ручного управления:
    - сенсорная панель оператора ЩАУН (рис. 4);



Рис. 2. Щиты управления



Рис. 3. Панель оператора преобразователя частоты

- кнопки («открыть», «закрыть») управления напорной и всасывающей задвижками НА.

Сенсорная панель оператора заменяет большое количество традиционных органов управления (кнопок, ключей и др.) и индикаторов. При этом уменьшается количество дорогостоящих модулей ввода/вывода ПЛК. Надёжность системы управления существенно увеличивается за счёт сокращения числа самых ненадёжных элементов — кнопок, ключей и клеммных соединений.

Кроме того, использование сенсорной панели оператора уменьшает влияние человеческого фактора. Во-первых, доступ к управляющим элементам защищён паролем. Во-вторых, все действия оператора контролируются программой защиты «от дурака». В-третьих, все действия оператора протоколируются, что существенно повышает его ответственность.

Кнопки («открыть», «закрыть») управления задвижками НА подключаются к цепям управления только в местном режиме работы насосного агрегата и автоматически при выходе из строя станции распределённого ввода-вывода ET200S с ЦПУ.

*Преобразователь частоты (ПЧ)* предназначен для управления электроприводом насосного агрегата в установившихся и переходных режимах.

Встроенный контроллер ПЧ в общем случае обеспечивает:

- формирование оптимальных переходных режимов пуска и остановки агрегата;
- регулирование технологического параметра встроенным ПИД-регулятором (в местном режиме управления);
- защиту электродвигателя в нештатных и аварийных режимах;
- автоматический повторный ввод (АПВ) насосного агрегата;
- текущий контроль параметров технологического процесса и регулирование



Рис. 4. Сенсорная панель оператора ЩАУН

мого электропривода, встроенный самоконтроль и самодиагностику;

- контроль величины питающего напряжения;
- отображение текущих значений параметров электропривода и технологического процесса на панели местного управления.

*Станция распределённого ввода-вывода ET200S с ЦПУ* предназначена для контроля и управления НА с его технологической обвязкой в целом.

Станция распределённого ввода-вывода ET200S с ЦПУ в общем случае обеспечивает:

- сбор информации о технологическом процессе и оборудовании, её обработку, формирование управляющих воздействий на преобразователь частоты и коммутационную аппаратуру в соответствии с основным ресурсосберегающим алгоритмом;
- изменение уставок поддерживаемого давления в зависимости от режимов работы НС;
- управление затвором на напорном трубопроводе НА;
- передачу в ЩАУС информации о состоянии технологического процесса и оборудования, в том числе сообщений о ненормальных и аварийных ситуациях;
- приём и исполнение директивных команд, поступивших от ЩАУС.

*Сенсорная панель оператора ЩАУН* обеспечивает:

- переключение режимов работы технологической линии насосного агрегата «местное», «локальное», «автоматическое»;
  - переключение подрежимов работы в локальном режиме работы «частота», «давление»;
  - установку задания частоты/давления.
- В состав ЩАУС (АСУ ТП станции) входят:

- программируемый логический контроллер (ПЛК) Simatic S7-300 (CPU 315-2PN/DP);

- панельный компьютер с сенсорным экраном (рис. 5).

*Программируемый логический контроллер Simatic S7-300 (CPU 315-2PN/DP)* предназначен для контроля и управления насосной станцией в целом.

ПЛК в общем случае обеспечивает:

- контроль и координацию функционирования щитов ЩАУН;
- решение оптимизационной задачи выбора количества и состава одновременно работающих насосных агрегатов;
- автоматический ввод резерва (АВР) насосных агрегатов;
- управление распределением нагрузки при работе группы насосных агрегатов;
- косвенное определение величин неизмеряемых технологических параметров, необходимых для формирования оптимального алгоритма функционирования оборудования;
- стабилизацию технологических параметров при авариях и ненормальных режимах работы оборудования;
- сбор и обработку информации о состоянии оборудования и технологических параметрах, не используемых в основном технологическом процессе;
- контроль систем электроснабжения;
- изменение уставок регулируемых параметров при ненормальном режиме работы оборудования с целью предотвращения срабатывания технологических защит и остановки НС;
- ввод НС в заданный режим работы при пуске.

*Панельный компьютер с сенсорным экраном* обеспечивает:

- выбор очереди включения насосного агрегата;
- задание уставки поддерживаемого технологического параметра;
- перевод станции в дистанционный режим работы;
- автоматическое оперативное оповещение дежурного диспетчерского персонала об авариях, нештатных ситуациях и приближении технологических параметров к предельно допустимым значениям;
- сбор, обработку и хранение информации о техническом состоянии и технологических параметрах станции;
- ввод, редактирование и хранение информации о составе и технических характеристиках технологического оборудования;

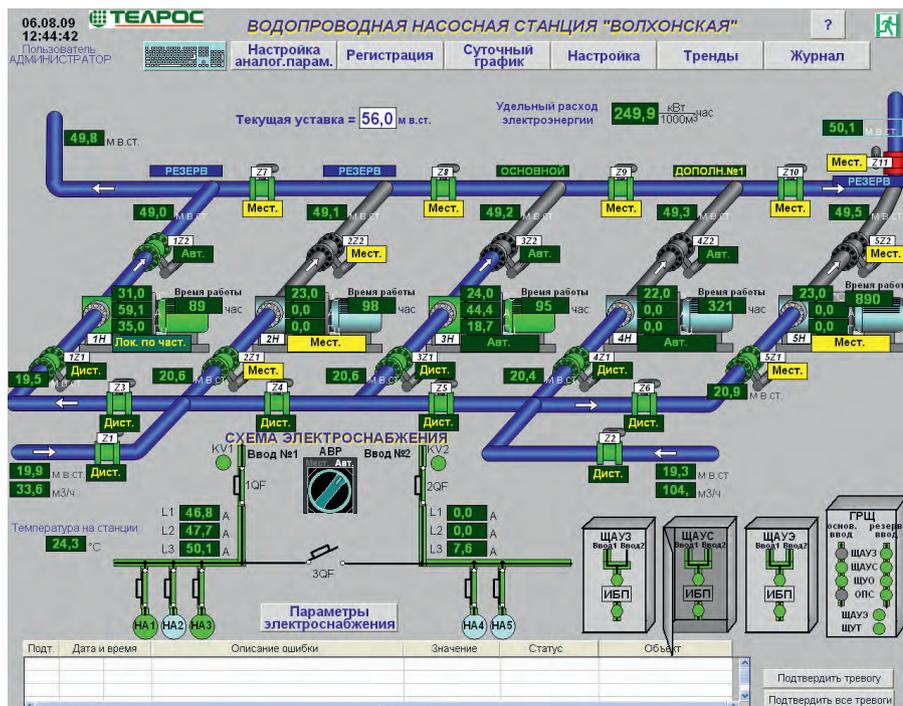


Рис. 5. Сенсорный экран панельного компьютера

- ведение баз данных, обеспечивающих информационную поддержку оператора;
- опрос приборов коммерческого учёта;
- предоставление оперативному персоналу текущей и статистической информации о состоянии технологических процессов и оборудования в виде:
  - рабочего окна диспетчера с оперативной информацией о состоянии системы в целом;
  - отображаемых технологических схем станции;
  - журнала аварийных сообщений;
  - графиков параметров;
  - таблиц времени наработки насосных агрегатов;
  - отчётных форм.

### Режимы работы АСУ ТП ВНС при локальной организации

АСУ ТП предусматривает круглосуточную непрерывную работу.

#### Автоматическое управление

Управление всеми исполнительными механизмами происходит автоматически, в соответствии с введёнными уставками, по заложенным в систему программам и алгоритмам.

Панельный компьютер с сенсорным экраном обеспечивает:

- изменение уставок поддерживаемого давления;
- изменение времени перехода на дневную и ночную уставку;

- выбор датчика давления;
- изменение очереди включения НА;
- переход в дистанционный режим работы.

#### Дистанционное управление

Система отображения функционирует. Автоматические контуры управления работают с уставками, заданными в фазе автоматизированного управления, до тех пор, пока не будут скорректированы вручную.

Панельный компьютер с сенсорным экраном и АРМ диспетчерского пункта обеспечивают:

- принудительное завершение основных фаз программно-логического управления;
- включение и выключение НА;
- задание частоты вращения работающего НА;
- управление задвижками.

Режим используется в аварийных ситуациях, для отладки и ремонтных работ.

#### Локальное управление насосным агрегатом

- **Частота.** Главным источником задания команд на преобразователь является задатчик, реализованный на сенсорной панели ЩАУН. В этом режиме ПЧ поддерживает постоянную частоту, выдаваемую на электропривод НА. Изменение положения движка задатчика увеличивает значение частоты, выдаваемое на электропривод НА, или уменьшает

значение частоты в зависимости от направления движения. При этом на сенсорной панели ЩАУН отображается значение частоты, выдаваемое на электропривод НА.

- **Давление.** В этом режиме автоматически ПИД-регулятором станции распределённого ввода-вывода поддерживается давление на выходе станции. Изменение положения движка задатчика увеличивает значение уставки поддерживаемого автоматически ПИД-регулятором давления на выходе станции или уменьшает значение уставки в зависимости от направления движения. При этом на сенсорной панели ЩАУН отображается значение задания поддерживаемого давления.

#### Управление по месту

Вспомогательный режим ручного управления, необходимый для отладки каждого исполнительного механизма в отдельности. Управление механизмами осуществляется с местных постов управления.

### Краткое описание регламента функционирования ВНС в нештатных ситуациях

При выходе из строя подсистемы комплексного управления ЩАУС функции программируемого логического контроллера уровня комплексной автоматизации берёт на себя локальный программируемый логический контроллер щита управления насосом (ЩАУН), стоящий в первой очереди включения.

При потере связи между программируемыми логическими контроллерами ЩАУН реализация ресурсосберегающих алгоритмов функционирования водопроводной насосной станции в целом возлагается на оставшиеся в действии локальные программируемые логические контроллеры ЩАУН, при этом изменения условий работы станции компенсируются локальными программируемыми логическими контроллерами ЩАУН за счёт контроля и управления выходными параметрами своего насосного агрегата. Таким образом, сам технологический процесс управляет режимами работы оставшихся в действии насосных агрегатов. При этом колебания выходных параметров в переходных режимах увеличиваются, оставаясь в допустимых пределах.

При полном выходе из строя всех программируемых логических контрол-

леров водопроводной насосной станции остаётся возможность ручного управления насосами с панелей преобразователей частоты и с местных постов управления запорной аппаратурой.

### Возможности расширения АСУ ТП ВНС

Изменение технологических режимов объекта не влияет на структуру и аппаратную реализацию АСУ ТП ВНС. Адаптация к изменениям производится корректировкой программного обеспечения.

Увеличение количества управляемых насосных агрегатов возможно без изменения структуры АСУ ТП ВНС путём установки соответствующего числа ЩАУН.

Увеличение количества вспомогательного управляемого оборудования, задвижек с электроприводами, датчиков технологических параметров и др. возможно путём установки дополнительных модулей расширения ввода/вывода ПЛК и/или станции распределённого ввода-вывода и корректировки программного обеспечения.

Изменение типоразмера ПЧ не влияет на структуру и аппаратные средства АСУ ТП ВНС.

Физическое разделение аппаратно-программных средств системы автоматического управления технологическим процессом станции на локальные АСУ обеспечивает поэтапный ввод элементов автоматического управления без доработки введенных ранее элементов автоматизации и без остановки технологического процесса. Во-вторых, при таком подходе возможно при минимизации средств на аппаратную часть в полном объёме реализовать преимущества ПЧ, ПЛК и промышленных компьютеров для решения задач автоматизации.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

*Предложенные технические решения, на наш взгляд, обладают следующими достоинствами:*

- позволяют минимизировать стоимость инжиниринговых работ, реконструкции объектов и в дальнейшем эксплуатационных расходов;
- обеспечивают проведение реконструкции объектов автоматизации в минимальные сроки;
- существенно сокращают сроки и сложность выполнения ремонтных работ;

- обеспечивают возможность поэтапного наращивания глубины и объёма АСУ;
- снижают зависимость заказчика от разработчика средств автоматизации в процессе промышленной эксплуатации автоматизированных технологических объектов и при возможной их будущей модернизации.

### Достоинства технических решений на этапе монтажа и пусконаладки

Монтаж и проведение пусконаладочных работ АСУ комплексной автоматизации либо АСУ отдельным насосным агрегатом происходит в дневное время суток без остановки работы насосной станции (что проблематично при одном программируемом логическом контроллере, управляющем всеми насосными агрегатами).

Уже при 72-часовом прогоне вновь установленного насосного агрегата возможно автоматическое поддержание давления на выходе насосной станции. ●

**Авторы – сотрудники ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» и ЗАО «ТЕЛРОС»**

**Телефон: (812) 603-2828**

**E-mail: info@telros.ru**

## НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

### Компания ADLINK открыла новый производственный комплекс в Шанхае

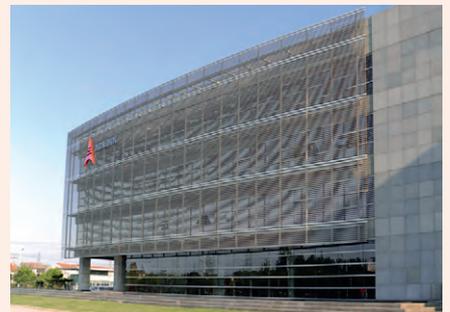
С начала второго полугодия 2010 года компания ПРОСОФТ начинает поставку на рынок России и СНГ оборудования ADLINK по следующим направлениям: промышленные компьютеры, системы CompactPCI, AdvancedTCA и системы на модуле. Эта номенклатура дополнит поставляемую продукцию сегмента измерений и автоматизации и позволит заказчикам получать полный набор средств автоматизации из одних рук.

Данное событие тем более важно для отечественных потребителей продукции ADLINK, что сам производитель только что существенно увеличил свои производственные возможности – в начале июня открылся производственный комплекс компании в Шанхае. Это новое предприятие явилось самым значительным проектом за всю 15-летнюю историю компании. Здание с полезной площадью около 36 000 м<sup>2</sup>, превосходящее почти в три раза головной офис в Тайпее, оснащено совре-

менным технологическим оборудованием. Примечательно, что открытие центра состоялось в период нестабильного развития общемировой экономики, продемонстрировав уверенность ADLINK в собственном потенциале.

Новый операционный центр позволит значительно увеличить объёмы производимых устройств, поднять их качество, ускорить процесс создания новых продуктов и вывод их на рынок. Особое внимание уделено качеству выпускаемой продукции, которое будет обеспечиваться, в частности, линией тестирования экстремальными нагрузками Qualmark Turphoon 4.0, укомплектованной самым современным испытательным оборудованием.

С вводом в эксплуатацию Шанхайского комплекса у ADLINK появляются дополнительные возможности для увеличения производства и расширения поставок не только в Китай и Юго-Восточную Азию, но и в страны Европы и Америки. Ожидаемый доход компании в 2010 году составит около 105 млн долл. США – это самый большой показатель за всю историю ADLINK. Стратегия развития компании определяет



увеличение производства электроники для вертикальных рынков в сферах транспорта, обороны и медицины. К 2012 году ADLINK планирует стать вторым крупнейшим поставщиком встраиваемых компьютеров в Азии с объемом продаж 200 млн долл. США. Ежемесячные темпы роста в период с января по май текущего года от 36 до 82% доказывают, что и этот план также может стать реальностью.

Новый формат взаимодействия компаний ADLINK и ПРОСОФТ позволит отечественным заказчикам в полной мере воспользоваться расширенными возможностями ADLINK, являющегося одним из мировых лидеров в производстве промышленной электроники. ●