

## РАЗРАБОТКИ

### Нефтегазовая промышленность

#### 74 Использование современных аппаратно-программных средств на примере АСУ АГНКС ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург»

Алексей Рыбинин, Дмитрий Лопатин

Данная статья посвящена разработанной ООО «Крона» системе управления автомобильной газонаполнительной компрессорной станцией (АГНКС). В системе использованы высокопроизводительные и высоконадёжные контроллеры MicroPC фирмы FASTWEL (OC Linux 2.6) и универсальное МЭК 61131-3 совместимое программное обеспечение ISAGRAF 5.



## АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА

### Флэш-память

#### 78 Флэш-технологии разворачивают наступление на НЖМД

Сергей Дронов

В статье рассматриваются типы хранения данных в современных компьютерных системах. Описываются преимущества и недостатки как жёстких дисков, так и NAND Flash-накопителей.



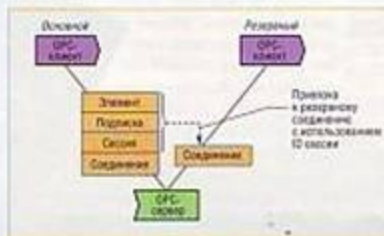
## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### Инструментальные системы

#### 82 OPC Unified Architecture: изменения в популярной технологии информационных обменов с точки зрения инженера

Николай Богданов, Ольга Киселёва

В статье рассмотрены основные принципы и особенности новой унифицированной архитектуры – OPC UA. Эта технология позволяет использовать преимущества универсального интерфейса для взаимодействия аппаратного и верхнего уровней автоматизации предприятий.

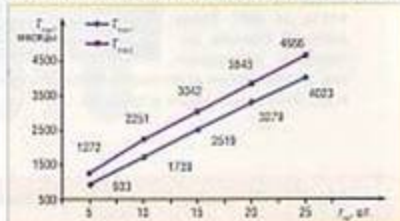


## СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

#### 88 Способ оценки наработки на отказ по результатам эксплуатации для устройств релейной защиты и автоматики

Сергей Гондуров, Олег Захаров

Рассматривается применение рекомендованного стандартами экспериментального метода оценки наработки на отказ для цифровых устройств релейной защиты и автоматики по результатам подконтрольной эксплуатации. Показаны расчётные и фактические значения наработки на отказ для блоков разных типов.

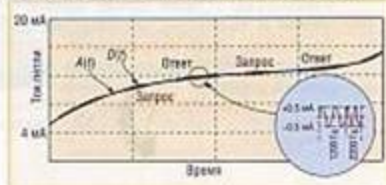


## В ЗАПИСНУЮ КНИЖКУ ИНЖЕНЕРА

#### 94 HART-протокол: общие сведения и принципы построения сетей на его основе

Виктор Денисенко

В статье сделан аналитический обзор литературы и действующих стандартов по HART-протокалу и промышленным сетям на его основе.



## ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ

#### 102 «День решений FASTWEL» в Санкт-Петербурге: снова аншлаг



#### 102 В Москве обсудили перспективы встраиваемых технологий QNX



## ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЗАЛ

### 103

## БУДНИ СИСТЕМНОЙ ИНТЕГРАЦИИ

### 109

## НОВОСТИ

### 18, 62, 64, 80





# Способ оценки наработки на отказ по результатам эксплуатации для устройств релейной защиты и автоматики

Сергей Гондунов, Олег Захаров

Рассматривается применение рекомендованного стандартами экспериментального метода оценки наработки на отказ для цифровых устройств релейной защиты и автоматики по результатам подконтрольной эксплуатации. Показаны расчётные и фактические значения наработки на отказ для блоков разных типов.

## ВВЕДЕНИЕ

Надёжность релейной защиты в [1] определена как «вероятность выпадения её требуемых функций при заданных условиях в течение заданного промежутка времени».

Для цифровых устройств релейной защиты (ЦРЗА) в отраслевом РД [2] установлена следующая номенклатура показателей надёжности:

- средняя наработка на отказ сменного элемента;
- среднее время восстановления (замены сменного элемента);
- средний срок службы сменного элемента до капитального ремонта;
- средняя вероятность отказа в срабатывании устройства за год (при появлении требования);
- параметр потока ложных срабатываний устройства в год (при отсутствии требования);
- полный срок службы устройства.

На практике в технической документации отечественных ЦРЗА наиболее часто приводят информацию только о некоторых из перечисленных показателей надёжности, а именно:

- о средней наработке на отказ ( $T_o$ ),
- о среднем времени восстановления ( $T_v$ ),
- о среднем сроке службы ( $T_{ср}$ ).

Предложения по изменению состава показателей надёжности и их значений рассмотрены в работе [3].

## Методы оценки показателей надёжности

Действующие нормативные документы [4, 5] предусматривают как расчётные, так и экспериментальные методы оценки показателей надёжности.

Для применения расчётных методов прежде всего необходима информация о надёжности всех элементов, использованных в конкретном изделии. В ЦРЗА, разработанных в 1990-е годы, были применены отечественные электрорадиоэлементы, информация по надёжности которых была доступна, что позволяло произвести оценку тех или иных показателей надёжности расчётным методом ещё на этапе проектирования изделия. В частности, разработчики первых в России цифровых устройств частотной автоматики БМАЧР и релейной защиты БМРЗ определили расчётным путём значение средней наработки на отказ  $T_o$  для этих устройств равным 18 000 ч.

В современных цифровых устройствах релейной защиты и автоматики используются импортные комплектующие элементы, официальная информация по надёжности которых, как правило, отсутствует, поэтому расчётные методы оценки тех или иных показателей надёжности для данных устройств обычно оказываются нереализуемыми.

По целому ряду причин оказывается невозможным и применение непосредственных испытаний на надёжность.

Например, для проведения испытаний на надёжность требуется одновременная постановка на испытание нескольких десятков блоков. В частности, в соответствии с требованиями стандарта [4] для подтверждения значения наработки на отказ  $T_o = 100\,000$  ч при продолжительности испытаний  $t_{ис} = 720$  ч (один месяц круглосуточной работы) необходимо одновременно задействовать:

$$N = T_o / t_{ис} = 100\,000 / 720 = 139 \text{ (устройств)}.$$

Уменьшение количества одновременно испытываемых изделий неизбежно увеличивает затраты на услуги испытательного центра, так как в этом случае для получения объективной оценки надёжности изделий требуется более продолжительное по времени воспроизведение реальных условий эксплуатации:

- годового и суточного хода температуры;
- изменения влажности, выпадения инея и росы;
- механических воздействий на устройство и т.п.

Учитывая сказанное, для оценки показателей надёжности был выбран экспериментальный метод, использующий статистические данные о работе устройств за весь период подконтрольной эксплуатации, как это рекомендовано в разделе 3.6 руководящего документа [4].



План контроля средних показателей надёжности по одноступенчатому методу для экспоненциального распределения

$\alpha = \beta = 0,05$		$\alpha = \beta = 0,10$		$\alpha = \beta = 0,20$		$t_{90}$
$T_{01}/T_0$	$T_{max}/T_0$	$T_{01}/T_0$	$T_{max}/T_0$	$T_{01}/T_0$	$T_{max}/T_0$	
4,651	1,97	3,289	2,432	2,174	3,089	5
2,898	5,425	2,283	6,221	1,718	7,289	10
2,369	9,245	1,953	10,3	1,553	11,68	15
2,096	13,2	1,792	14,52	1,46	16,17	20
1,942	17,3	1,672	18,84	1,398	20,72	25

$$t_n = D - D_{01j} - t_{01j}, \quad (2)$$

где  $D_{01j}$  – дата отгрузки первого блока типа  $j$  (А или Б);

$D$  – дата (09.09.2009) окончания испытаний;

$t_{01j}$  – промежуток времени, прошедший от даты отгрузки до даты ввода в эксплуатацию (начала испытаний) первого блока типа  $j$  (в связи с тем, что после отгрузки изделие не сразу вводят в эксплуатацию, время испытаний уменьшают на значение  $t_{201j}$ ).

Для получения сведений о дате ввода в эксплуатацию каждого блока были использованы три источника.

Первый источник – «Уведомления о вводе блока» (вкладыш в паспорте блока). Заполнение вкладыша потребителем с указанием места и даты ввода блока в эксплуатацию предусматривало увеличение срока гарантии на изделие. Использование этого источника позволило получить сведения о дате ввода в эксплуатацию и месте установки для 6% от общего числа выпущенных предприятием блоков ЦРЗА типа А и для 8,1% от общего числа выпущенных блоков ЦРЗА типа Б. Сравнивая эти цифры, следует учитывать, что в документацию этих блоков вкладыш «Уведомление о вводе блока» был введён в разное время. Среднее значение времени от отгрузки до ввода в эксплуатацию составило 8,5 месяцев для блоков типа А и 3,7 месяца для блоков типа Б.

Вторым источником получения информации о месте и дате ввода в эксплуатацию блоков стали те или иные претензии потребителей. Так как при наличии претензии потребителя блоки возвращались изготовителю, то наработка такого блока уменьшалась на величину  $t_{рем}$  – среднее значение времени, затрачиваемого на транспортировку блока к изготовителю и обратно, а также на ремонт (при необходимости). На основании информации о датах отгрузки и получения потребителями блоков, к работе которых были претензии, значение  $t_{рем} = 2$  месяца.

Среднее значение времени от отгрузки до ввода в эксплуатацию блоков, по работе которых были высказаны замечания, составило 2,5 месяца для блоков типа А и 2,8 месяца для блоков типа Б.

И, наконец, третьим источником информации о месте и дате ввода блоков в эксплуатацию стали ответы на рассылаемые в эксплуатирующие предприятия запросы.

Учитывая, что сокращение продолжительности испытаний  $t_n$  приводит только к увеличению минимального количества блоков, которое должно находиться в эксплуатации, при определении продолжительности испытаний использовались большие значения  $t_{20}$ , а именно: 8,5 месяцев для блоков типа А и 3,7 месяца для блоков типа Б, а также среднее значение  $t_{рем}$ .

Результаты определения продолжительности испытаний  $t_n$  для блоков типов А и Б ( $t_{nA}$  и  $t_{nB}$  соответственно) на основе формулы (2) следующие:

$$t_{nA} = D - D_{01A} - t_{01A} - t_{ремA} = 119 - 8,5 - 2 = 108,5 \approx 108 \text{ [месяцев]}, \quad (3)$$

$$t_{nB} = D - D_{01B} - t_{01B} - t_{ремB} = 35 - 3,7 - 2 = 29,3 \approx 29 \text{ [месяцев]}. \quad (4)$$

При определении значения  $t_n$  принимался во внимание тот факт, что первые блоки типа А были отгружены 119 месяцев назад, а блоки типа Б – 35 месяцев назад от даты Д. Полученные значения округлялись до ближайшего меньшего целого числа с тем, чтобы оценка значения  $T_0$  была меньше.

Значение предельной суммарной наработки  $T_{max}$ , необходимое для вычисления минимального количества блоков, определялось по данным, приведённым в табл. 1 для разных значений  $T_0$  при трёх значениях риска поставщика и потребителя  $\alpha = \beta$  и нескольких значениях предельного числа отказов  $r_{пр}$ . При этом в целях ужесточения контрольных испытаний на надёжность и обеспечения тем самым максимального удовлет-

## ОПИСАНИЕ ПЛАНА ИСПЫТАНИЙ

Для проведения контрольных испытаний на надёжность на основании информации, получаемой по данным эксплуатации, был выбран план испытаний [NMS] по стандарту [4] при экспоненциальном распределении наработок на отказ (табл. 1). Аналогичный подход обоснован в статье [6] для радиотехнических устройств.

В табл. 1 использованы такие условные обозначения:

- $\alpha, \beta$  – риски поставщика и потребителя соответственно;
- $r_{пр}$  – предельное число отказов или отказавших объектов;
- $T_0$  – браковочное значение наработки на отказ;
- $T_{01}$  – приёмочное значение наработки на отказ;
- $T_{max}$  – предельная суммарная наработка.

Согласно выбранному плану испытаний  $N$  блоков вводят в эксплуатацию последовательно. После отказа (получения замечаний по работе) блок ремонтируют на предприятии-изготовителе (обозначено буквой М в плане испытаний) и продолжают эксплуатировать. По результатам расчётов показателя надёжности принимают решение (в плане испытаний обозначено буквой S) о его соответствии значению, указанному в документации на блок.

## Объём выборки и продолжительность испытаний

Приведённые в стандарте [4] рекомендации не устанавливают объём выборки (в данном случае – количество находящихся в эксплуатации объектов) при проведении испытаний с восстановлением объектов.

Тем не менее, для контроля полученных результатов при проведении контрольных испытаний на надёжность по результатам эксплуатации было определено минимальное количество блоков, которое должно находиться в эксплуатации в тот или иной момент времени. Для этого использовалось соотношение:

$$N_{min} = T_{max} / t_n \quad (1)$$

Буквами А и Б были обозначены блоки, имеющие конструктивные отличия и разные наборы алгоритмов защиты, автоматики, управления и сигнализации. Продолжительность испытаний блоков  $t_n$  была определена отдельно для блоков типа А или Б по формуле:



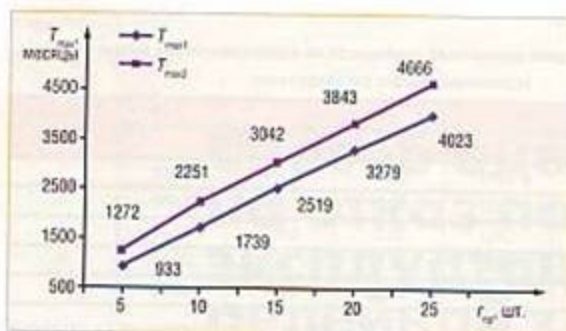


Рис. 1. Значения  $T_{max}$  в зависимости от  $r_{np}$  для разных  $\alpha = \beta$

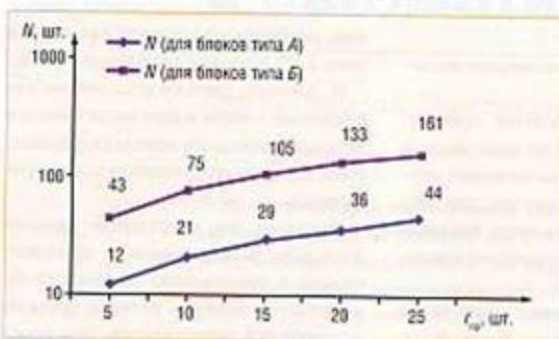


Рис. 2. Зависимость числа блоков  $N$ , находящихся в эксплуатации, от предельного числа отказов  $r_{np}$  для  $\alpha = \beta = 0,05$  и  $T_n = 100\,000$  ч

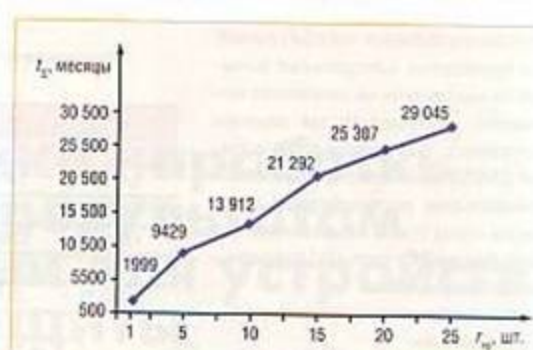


Рис. 3. Фактические значения наработки для блоков типа А

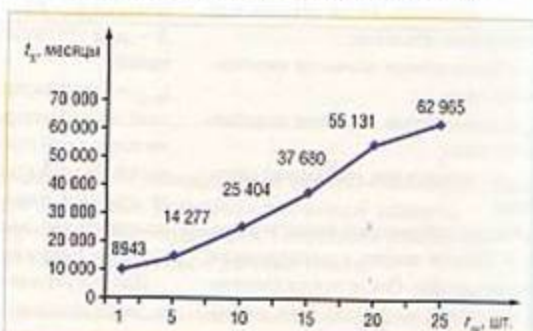


Рис. 4. Фактические значения наработки для блоков типа Б

ворения интересов потребителя браковочное значение наработки на отказ  $T_B$  принималось равным номинальному значению, указанному в технических условиях на изделие.

Результаты расчётов для  $T_B = T_o = 100\,000$  ч (порядка 139 месяцев) приведены на рис. 1 в виде графиков  $T_{max} = A(r_{np})$  для  $\alpha = \beta = 0,05$  (линия  $T_{max}^{\alpha}$ ) и для  $\alpha = \beta = 0,20$  (линия  $T_{max}^{\beta}$ ).

При проведении контрольных испытаний на надёжность минимальное количество объектов, которое должно находиться в эксплуатации, было рассчитано для всех значений переменных величин: рисков потребителей, наработки на отказ и т.п.

На рис. 2 приведены результаты расчётов только для одного случая, соответствующего наибольшим значениям числа блоков  $N$ , наработке на отказ  $T_o = 100\,000$  ч, значению риска потребителей и поставщика  $\alpha = \beta = 0,05$ ; верхний график соответствует блокам типа Б, нижний – блокам типа А. Из графиков следует, что даже для предельного числа отказов  $r_{np} = 25$  в эксплуатации на этот момент должно находиться не более 161 блока.

Фактически же на момент окончания контрольных испытаний на надёжность в эксплуатации находилось 1300 блоков типа А и более 8000 блоков типа Б.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОЙ НАРАБОТКИ БЛОКОВ

В соответствии с рекомендациями стандарта [4] все замечания потребителей по работе блоков, находящихся в эксплуатации, были разделены на две группы: признанные производителем и не признанные производителем.

При всех дальнейших расчётах в случае определения количества претензий учитывались только замечания по работе блоков, признанные производителем.

Фактическая наработка каждого из блоков, по работе которых у потребителей были претензии, признанные производителем, определялась по формуле, в которой учтены затраты времени на его транспортировку к изготовителю и обратно, а также на ремонт:

$$T_i = D - D_{от i} - (t_{в2} + t_{рем}), \quad (5)$$

где  $t_{в2}$  – среднее время от отгрузки до ввода в эксплуатацию  $i$ -го блока, по работе которого были высказаны замечания до момента  $D$ ;

$D_{от i}$  – дата отгрузки  $i$ -го блока.

Количество таких претензий учитывалось для блоков типов А и Б по отдельности.

Нарработка блоков, претензия по работе которых не была признана производителем, определялась также по фор-

муле (5), так как эксплуатация этих блоков прерывалась на время, необходимое для транспортирования блока к изготовителю и обратно, а также для диагностирования блока у производителя.

Фактическая наработка каждого из блоков, по работе которых не поступило претензий от потребителя, но была информация о дате ввода в эксплуатацию, определялась по выражению:

$$T_j = D - D_{от j} - t_{в1}, \quad (6)$$

где  $D$  – дата (09.09.2009), на которую рассчитывалось значение наработки  $i$ -го блока;

$D_{от j}$  – дата отгрузки  $i$ -го блока потребителю;

$t_{в1}$  – среднее время от отгрузки до ввода в эксплуатацию блоков, по работе которых не было высказано замечаний до момента  $D$ .

Аналогичная формула использовалась для определения фактической наработки блоков, для которых отсутствует информация о дате ввода в эксплуатацию и по работе которых не было замечаний.

Результаты, полученные по формулам (5) и (6) для каждого  $i$ -го блока одного и того же типа, использовались для определения суммарной наработки всей выборки блоков типа А и Б по формуле:



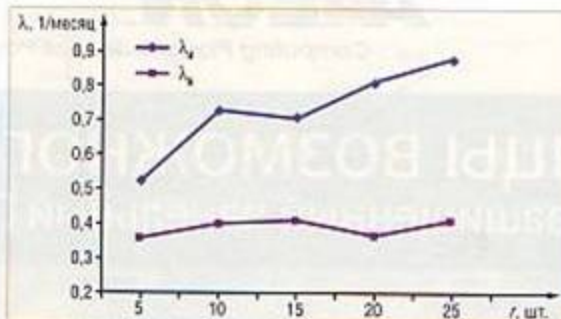


Рис. 5. Изменение интенсивности отказов λ

$$t_{\Sigma} = \sum_{i=1}^N T_i \quad (7)$$

График изменения суммарной наработки  $t_{\Sigma} = f(r_{пр})$  для блоков типа А (рис. 3) показывает, что при наступлении первого отказа суммарная наработка  $t_{\Sigma}$  блоков составила 1999 месяцев, что превышает значение  $T_{max}$ , рассчитанное по данным, приведённым в табл. 1 для 5 отказов. Более того, значение суммарной наработки  $t_{\Sigma}$  при наступлении 5, 10, 15, 20, 25 отказов всегда оказывается больше, чем значение  $T_{max}$ , рассчитанное по данным табл. 1 (см. рис. 1). Одновременно можно утверждать, что количество блоков, находящихся в эксплуатации в эти моменты времени, всегда больше минимального значения  $N$ , вычисленного по формуле (1).

На рис. 4 приведён график  $t_{\Sigma} = f(r_{пр})$ , который рассчитан по данным, полученным от предприятий, эксплуатирующих блоки типа Б. Из графика видно, что и для блоков данного типа при получении первой претензии значение суммарной наработки  $t_{\Sigma}$  существенно превышает значение  $T_{max} = 1111$ , рассчитанное по данным, приведённым в табл. 1 для 5 отказов.

На момент получения первого замечания по работе блоков типа Б в эксплуатации находилось 344 блока, тогда как согласно формуле (1) достаточно, чтобы было 43 блока.

Сравнивая расчётные и фактические характеристики изменения суммарной наработки, необходимо обратить внимание на схожий характер их изменения от числа замечаний по работе блоков (отказов).

На рис. 5 показано изменение интенсивности отказов λ, рассчитанное по соотношению:

$$\lambda = r / T_i \times 10^{-3} \text{ [1/месяц]},$$

где r – количество претензий, шт.;

$T_i$  – общая наработка блоков к дате предъявления претензии, месяцы.

Согласно рекомендациям, приведённым в стандарте [5], если первым достигается значение наработки  $t_{\Sigma} \geq T_{max}$  при одновременном выполнении условия  $r < r_{пр}$ , то принимают решение о соответствии требованиям к наработке на отказ. Поэтому можно с вероятностью β утверждать, что наработка на отказ блоков типов А и Б не менее значения  $T_o = 100\,000$  ч, выбранного нами ранее в качестве браковочного значения.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Первоначально выбор рассмотренного способа оценки наработки на отказ был обусловлен тем, что действующие стандарт [4] и методические указания [5] не содержат никаких специальных требований к изделиям, для которых необходимо было определить наработку на отказ.

При обработке данных учитывалось, что независимо от места установки все цифровые устройства релейной защиты во время эксплуатации находятся в одинаковых условиях в отношении электрических нагрузок на входы и выходы. Превышение уровня нагрузок на входы и выходы сверх номинальных значений происходит всего несколько раз за всё время эксплуатации и поэтому не может оказать воздействия на надёжность изделия. В силу этого при проведении контрольных испытаний на надёжность оказалось возможным учитывать только время наработки изделий и не регистрировать электрические параметры защищаемых установок.

В то же время устройства релейной защиты и автоматики находится в разных климатических условиях и подвергаются разным механическим воздействиям, зависящим от места эксплуатации. Для оценки влияния этих факторов расчёты наработки на отказ по описанной в статье методике были проведены как для совокупной выборки блоков типа А и Б, так и для частичных выборок. Для выявления влияния климатических условий частичные выборки формировались по нескольким климатическим регионам. Влияние механических воздействий оценивалось

для нескольких выборок, учитывающих места установки блоков – трансформаторные подстанции, промышленные предприятия, электростанции.

Одновременно учитывался и такой фактор, как отсутствие повторных претензий к работе ЦРЗА от одного и того же эксплуатирующего предприятия.

Полученные для перечисленных выборок оценки наработки на отказ превысили значение 100 000 часов, что позволяет утверждать следующее: при условиях эксплуатации, соответствующих установленным изготовителем, отличия внешних механических и климатических воздействующих факторов на разных объектах практически не оказывают влияния на значение наработки на отказ рассматриваемых в данной работе устройств.

Представленный в данной статье способ внедрён в ООО «НТЦ «Мехатроника», протоколы испытаний предъявлены в сертифицирующие и экспертные организации.

Полученный экономический эффект обусловлен отсутствием длительных испытаний изделий на стендах, воспроизводящих реальные условия эксплуатации, и исключением затрат на изготовление испытательных образцов, утилизируемых после окончания испытаний на надёжность. ●

### ЛИТЕРАТУРА

1. Шнейсман Э.М. Цифровая релейная защита. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 549 с.
2. РД 34.35.310-97. Общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем. – М.: ОРГРЭС, 1997.
3. Захаров О.Г. Корректировка требований к надёжности цифровых устройств релейной защиты, автоматики и сигнализации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://olgezaharov.narod.ru/RD/nadezhnostj.pdf>.
4. ГОСТ 27.410-87. Надёжность в технике. Методы контроля показателей надёжности и планы контрольных испытаний на надёжность. – М.: Издательство стандартов, 2000.
5. РД 50-690-89. Методические указания. Надёжность в технике. Методы оценки показателей надёжности по экспериментальным данным. – М.: Издательство стандартов, 1990.
6. Дворин В.М. Оценка показателей надёжности радиоэлектронных систем // Радио-техника. – 1999. – № 1. – С. 87.

E-mail: olgeza@mail.ru



## REVIEW/Industrial Networks

## 8 Real-Time Ethernet networks: from theory to practice

By Ivan Lopukhov

The article discusses the future use of the Real-Time Ethernet standards for real-time data transmission and highlights the benefits of using the Ethernet networks over traditional fieldbus networks. Also included is a review of the basic Real-Time Ethernet standards, specific features of their use and capabilities. The article shows the examples of controllers and gateways for real-time networks and describes their technical features. The last part of the article focuses on the use of the Ethernet switches and their specific operation in real-time mode. A review of the dedicated switches for the Real-Time Ethernet is also provided.

## 16 From classic fieldbus to EtherCAT

By Aleksandr Sapozhnikov

The article provides general aspects of the industrial Ethernet-based EtherCAT technology. Also discussed are specific features of this technology such as openness, high speed, and flexibility which allow the effective use of the EtherCAT as an industrial bus capable of functioning in real-time mode as well as the use of this technology for vertical integration.

## REVIEW/Technology

## 20 Applying multi-core and virtualization to industrial and safety-related applications

By Jens Wiegand and Mark Chambers

Multi-core and virtualization provide the opportunity to improve device performance, reduce costs through hardware consolidation and upgrade applications more cost effectively throughout the product lifecycle.

## REVIEW/Hardware

## 26 We are unique: data input devices for industrial applications

By Aleksandr Toloknov

The article covers the main types of the industrial data input devices and offers a brief history of the production technology. Also included is a review of the popular product series from the three leading keyboard manufacturers: InduKey (Germany), iKey (USA) and NSI (Belgium).

SYSTEM INTEGRATION/  
Power Engineering

## 34 Automated control system of the power complex comprising the PS-110/10/6kV substation and Series Energomash GT TETs-009 gas-turbine heat and power plant

By Vladimir Marveev, Natalya Matushev, Grigoriy Plessner, Evgeniy Solin and Sergey Shukhov

The article describes software and hardware tools, architecture features, algorithms, application software, visualization and control features of the automated control system of the power complex comprising the PS-110/10/6kV electric substation and Series Energomash GT TETs-009 gas turbine heat and power plant located in Krymsk. The power complex has an electrical capacity of 18 MW and heat capacity of 40 Gcal/hr. Some practical issues related to the operating experience are covered in the article. Also discussed are the prospects for the development of the automated control systems of the power complexes.

SYSTEM INTEGRATION/  
Municipal Economy

## 48 System for acquiring and processing data from the heat energy metering units at SKAUT-Teplo Company

By Roza Tenyakovna

The article describes the system for acquisition and analyzing the data from the heat metering devices and shows the system architecture, the equipment used and the developed software. Also, the article analyzes the experience of introduction and operation of the system in several managing companies in Kaluga Region.

DEVELOPMENT/  
Monitoring and Measuring Systems

## 54 Automated control system for a unit testing the parts by internal pressure

By Victor Rozhenets, Yuriy Prokopenko, Vladimir Marakhovskiy, Nikolay Prokopenko, Anatoly Novikov, Aleksandr Shumatin and Andrey Fishchilenko

The article presents an industrial computer-based control system for a unit testing the casing structures by the internal liquid pressure up to 125 MPa. Also discussed are the basic features and technical capabilities of the unit and a description of the interaction between the components under the control of the system.

## 66 Robotized magnetic diagnostics complex for the rolls

By Sergey Murikov, Igor Artemiev, Vladimir Urisev, Aleksandr Kudryashov, Egor Murikov, Anastasiya Vitkovskaya, Aleksandr Nishiporuk and Aleksei Stashkov

The robotized complex for the magnetic diagnostics of the sheet mill rolls was developed and prepared for full-scale production. The complex is installed on the unwork side of a roll-grinding machine and can work with machines of any model. The measurement of coercive force allows for evaluating the non-uniformity of the roll surface. The use of coercive force measurement adds more information to the other diagnostics methods and substantially improves the reliability of assessment of the roll surface condition.

## DEVELOPMENT/Oil &amp; Gas Industry

## 74 Use of the modern hardware-software solutions by example of the process control system for the automobile gas-filling compressor station at LLC Gazprom Transgaz St. Petersburg

By Aleksei Ryabinin and Dmitriy Lopatin

The article is dedicated to the control system of the automobile gas-filling compressor station developed by LLC Krona. The system employs high-performance and highly reliable MicroPC controllers from FASTWEL (OC Linux 2.6) and the universal, IEC 61131-3 compatible software ISAGRAF 5.

## HARDWARE/Flash Memory

## 78 Flash technologies attack hard disk drives

By Sergey Dronov

The article describes the types of data storage in the modern computer systems. Also discussed are the advantages and disadvantages of both hard disks and NAND Flash-drives.

## SOFTWARE/Software Tools

## 82 OPC Unified Architecture: changes in popular data exchange technology from an engineer's point of view

By Nikolay Bogdanov and Olga Kiselyova

The article provides the basic principles and specific features of a new unified architecture – OPC UA. This technology allows the use of benefits of the universal interfaces for interaction between the hardware and the upper level of automation at the enterprises.

## STANDARDS AND CERTIFICATION

## 88 Method of evaluation of mean time between failures based on the results of relay protection and automatic equipment operation

By Sergey Gondarov and Oleg Zakharov

The article discusses the use of an experimental method – as recommended by the standards – for evaluating MTBF of the digital relay protection and automatic equipment based on the results of under-control operation. Also included are the calculated and actual values of the MTBF for the blocks of various types.

## ENGINEER'S NOTEBOOK

## 94 HART-protocol: general information and design concept of the HART-protocol based networks

By Victor Denisenko

The article offers an analytical review of literature and current HART-protocol standards and industrial HART-protocol based networks.

EXHIBITIONS, CONFERENCES,  
SEMINARS

## 102 FASTWEL Solutions Day in Saint Petersburg: full house again

## 102 Perspectives of QNX embedded technologies were discussed in Moscow

## SHOWROOM

103

SYSTEM INTEGRATION  
PROJECTS IN BRIEF

109

## NEWS

18, 62, 64, 80

## CD-ROM in this Issue

Advantech

