

В. В. Гаевский, директор ООО «НПП Желдоравтоматика»

## СОВРЕМЕННЫЕ SCADA-СИСТЕМЫ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА



**SCADA-система Citect — это надежная и гибкая система с высокой производительностью, которая с успехом может использоваться в системах диспетчерского управления и сбора данных в любых отраслях промышленности, в том числе и на железных дорогах.**

Большинство систем железнодорожной автоматики и телемеханики функционирует с участием человека (дежурного по станции, диспетчера). Интерфейс между человеком и системой называют человеко-машинным интерфейсом (ЧМИ), в зарубежной литературе — HMI (Human-Machinery Interface) или MMI (Man-Machinery Interface). В частном случае, когда ЧМИ предназначен для взаимодействия человека с автоматизированным технологическим процессом, его называют SCADA-системой (Supervisory Control And Data Acquisition). Этот термин переводится буквально как «диспетчерское управление и сбор данных», но на практике его трактуют гораздо шире, а современные SCADA-пакеты включают широчайший набор функциональных возможностей, далеко выходящий за рамки сбора данных и диспетчерского управления.

Существующие в настоящее время SCADA-пакеты выполняют множество функций, которые можно разделить на несколько групп:

— настройка SCADA на конкретную задачу (т. е. разработка про-

граммной части системы автоматизации);  
— диспетчерское управление;  
— автоматическое управление;  
— хранение истории процессов;  
— выполнение функций безопасности;  
— выполнение общесистемных функций.

Несмотря на множество функций, выполняемых SCADA, основным ее отличительным признаком является наличие интерфейса с пользователем. Качество решений, принятых диспетчером (дежурным по станции), часто влияет не только на качество выполняемой работы, но и на безопасность людей. Поэтому комфорт рабочего места, понятность интерфейса, наличие подсказок и блокировка явных ошибок оператора являются наиболее важными свойствами SCADA, а дальнейшее их развитие осуществляется в направлении улучшения эргономики и создания экспертных подсистем.

Одной из основных функций SCADA является разработка человеко-машинного интерфейса, т. е. SCADA одновременно является и ЧМИ, и инструментом для его создания. Быстрота разработки

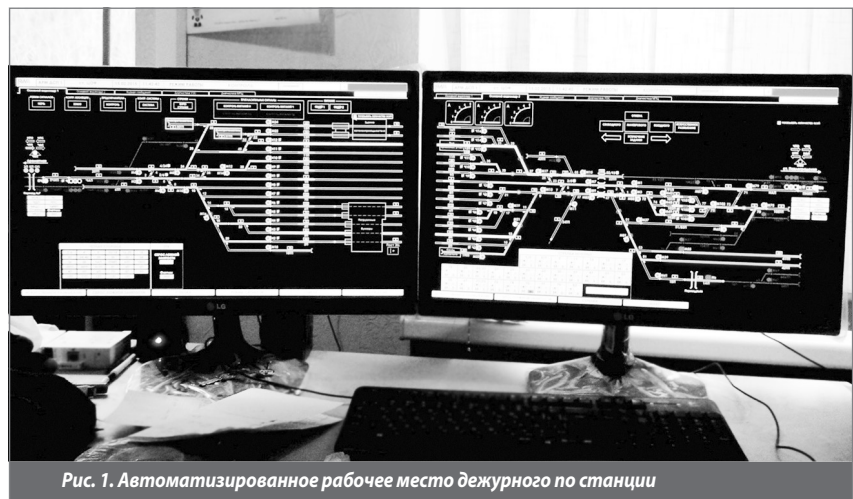


Рис. 1. Автоматизированное рабочее место дежурного по станции

суттєво впливає на рентабельність фірми, виконуючої роботу по впровадженню системи автоматизації, тому швидкість розробки є основним показателем якості SCADA з точки зору системного інтегратора. В процес розробки входять наступні операції:

- створення графічного інтерфейсу (мнемосхем, графіків, таблиц, вспливаючих вікон, елементів для введення команд оператора і т. д.);
- програмування і налагодка алгоритмів роботи системи автоматизації; багато SCADA дозволяють виконувати налагодку системи як в режимі емуляції обладнання, так і з підключеним обладнанням;
- налаштування системи комунікації (сетей, модемів, комунікаційних контролерів і т. п.);
- створення баз даних і підключення до них SCADA.

Як система диспетчерського управління SCADA може виконувати наступні задачі:

- взаємодія з оператором (видача візуальної і слухової інформації, передача в систему команд оператора);
- допомога оператору в прийнятті рішень (функції експертної системи);
- автоматична сигналізація об аваріях і критичних ситуаціях;
- видача інформаційних повідомлень на пульт оператора;
- ведення журналу подій в системі;
- вилучення інформації з архіву і представлення її оператору в зручному для сприйняття вигляді;
- підготовка звітів;
- урахування наработки технологічного обладнання.

SCADA зазвичай виконує наступні задачі автоматичного управління:

- автоматичне регулювання;
- управління послідовно-циклическими операціями в системі автоматизації;

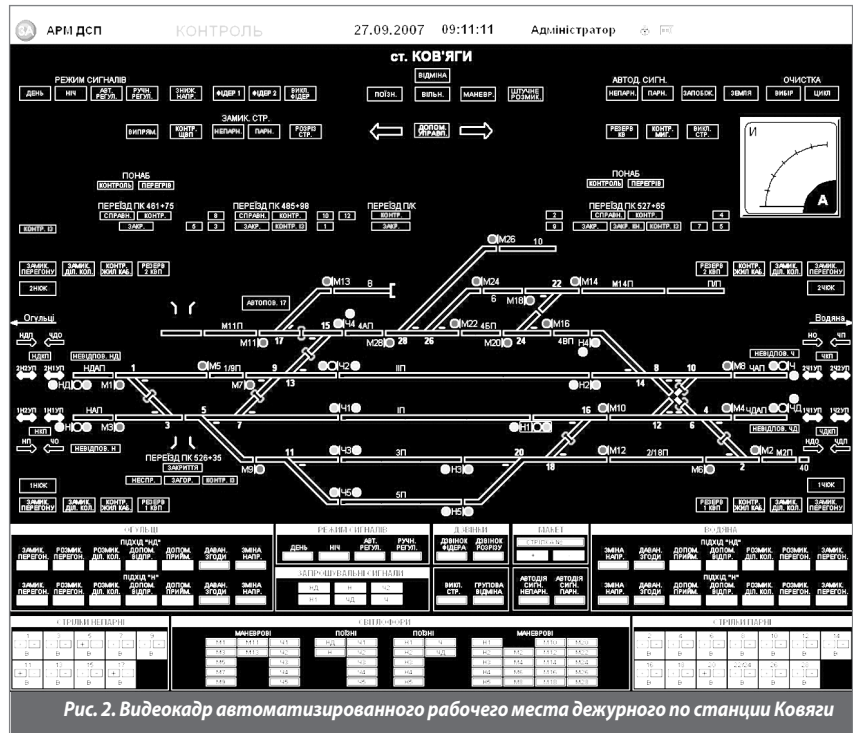


Рис. 2. Відеокіадр автоматизованого робочого місця диспетчера по станції Ковяги

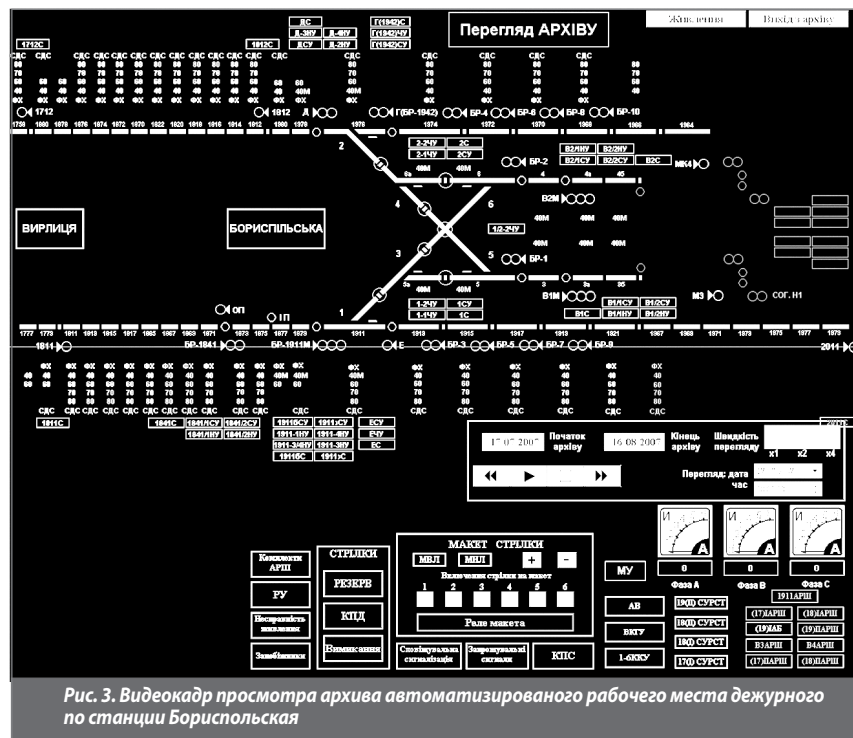


Рис. 3. Відеокіадр перегляду архіву автоматизованого робочого місця диспетчера по станції Бориспольська

- адаптація до змін умов протікання технологічного процесу;
  - автоматична блокування виконавчих пристроїв при виконанні заздалегідь заданих умов.
- Знання історії управляемого процесу дозволяють покращити майбутнє поведінку системи, про-

аналізувати причини виникнення небезпечних ситуацій, виявити помилки оператора. Для створення історії, система виконує наступні операції:

- збір даних і їх обробка;
- архівування даних (дійствий оператора, зібраних і оброблених даних, подій, алармів, графіків, екранних

форм, файлів конфігурації, отчетів і т. п.);  
 — управління базами даних (в реальному часі і архівних).

Застосування SCADA в системах віддаленого доступу через інтернет різко підвищило уязвимость SCADA до дій ворожих осіб. Для підвищення безпеки SCADA використовують наступні методи:

- обмеження доступу до системи між різними категоріями користувачів (різні права доступу до інформації і до модифікації налаштувань системи);
- захист інформації (за допомогою шифрування інформації і забезпечення секретності протоколів зв'язу);
- забезпечення безпеки оператора завдяки його віддаленню від небезпечного управляемого процесу (дистанційне управління). Дистанційний контроль і дистанційне управління виконуються по провідній мережі, радіоканалу (через GSM- або радіомодем), через інтернет і т. д.;
- спеціальні методи захисту від кібератак;
- застосування міжмережних екранів.

В системах RWA для розробки інтерфейсів АРМ дежурного по

станції, диспетчера і електро-механіка використовується пакет програмного забезпечення Vijeo Citect (Schneider Electric).

SCADA-система Citect є одним з лідируючих програмних продуктів для систем моніторингу, управління і збору даних (Supervisory, Control And Data Acquisition). По всьому світу встановлено більше 150 000 ліцензій практично в усіх галузях промисловості.

SCADA-система Citect проектувалася і розроблялася як засіб реалізації всіх вимог підприємства в вигляді єдиної інтегрованої системи. Citect містить всі необхідні компоненти, усуваючі як необхідність використання додаткового програмного забезпечення, так і фрагментацію даних.

Citect — програмний продукт, що представляє собою повнофункціональну систему моніторингу, управління і збору даних, яка забезпечує:

- візуалізацію процесу в графічному режимі;
- «продвинутий» управління алармами (тревогами);
- відстеження трендів в реальному часі і доступ до архівним трендам;
- підготовку деталізованих звітів;

- статичний контроль процесу;
- багатопотокове виконання підпрограм, розроблених на спеціалізованих мовах CitectVBA і CiCode;
- можливість внесення змін в проект on-line;
- можливість створення кластерів;
- можливість резервування мереж, що підтримують TCP/IP і NetBios.

Висока продуктивність визначається тим, що SCADA-система Citect побудована на базі мультизадачного ядра реального часу. SCADA-система Citect може працювати з великими об'ємами даних і при збільшенні кількості параметрів час відклику змінюється незначально. Впродовж однієї секунди Citect може опрацювати 5000 точок в мережному режимі з декількома станціями.

В порівнянні з іншими SCADA-системами, середовище розробки Citect надається безкоштовно. Оплачуються тільки виконавчі (runtime) ліцензії. Це дозволяє користувачеві розробити і протестувати пробний проект, не вкладуючи значительних коштів на початковому етапі.

Схема ліцензування SCADA-системи Citect заснована на кількості одночасно працюючих комп'ютерів, а не загальної кількості комп'ютерів, на яких встановлено Citect. Так, якщо Citect встановлено на 100 комп'ютерах, а одночасно з них працюють тільки 15, то потрібно придбати тільки 15 ліцензій. Як і інші SCADA-системи, Citect ліцензується на задану кількість точок (дискретних або аналогових змінних), але при цьому враховуються тільки зовнішні змінні, що читаються з пристроїв введення/виводу, а внутрішні змінні, що знаходяться в пам'яті або на диску, безкоштовні і не входять в кількість ліцензуваних точок. Градієнти кількості ліцензуваних точок в SCADA-системі Citect рівномірні, ніж в інших систе-

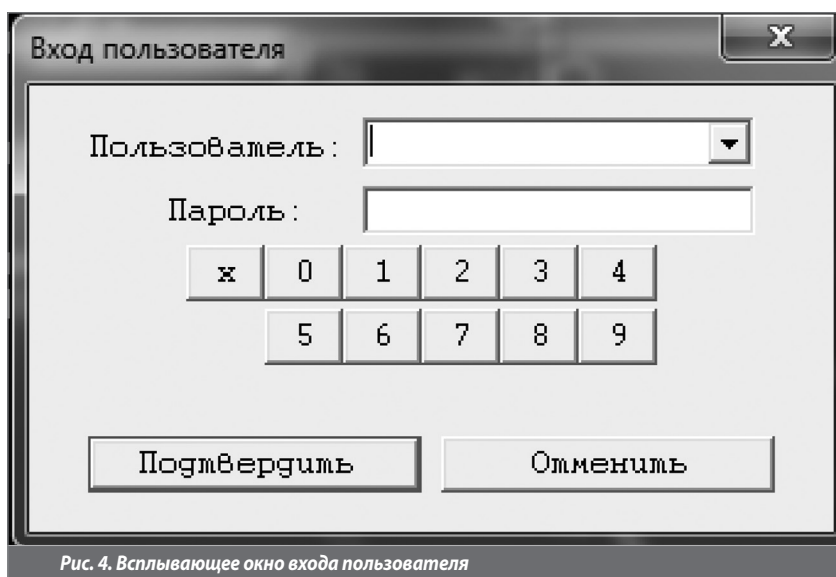


Рис. 4. Вспливающее окно входа пользователя

мах: 75, 150, 500, 1500, 5000, 15000, 50000, 150000 и 450000.

SCADA-системы Citect могут применяться как для небольших систем с десятками или сотнями параметров, так и для крупных проектов с сотнями тысяч параметров. Эта масштабируемость определяется модульной клиент-серверной архитектурой, в которой каждый функциональный модуль SCADA-системы Citect может исполняться на отдельном компьютере и даже быть распределен на несколько компьютеров для увеличения общей производительности. Это означает, что если ваша система растет, SCADA-система Citect может расти вместе с ней, сохраняя ваши инвестиции.

Практически все процессы на железнодорожном транспорте не допускают остановки. В этом случае, как к аппаратуре, так и к программному обеспечению, управляющему этим процессом, предъявляются повышенные требования по надежности. Резервирование — общеизвестный способ повышения надежности компьютерных систем, но в SCADA-системе Citect резервирование является встроенным, т. е. не требующим написания дополнительного прикладного программного обеспечения для реализации резервирования. SCADA-система Citect допускает резервирование любого своего функционального модуля, а также каналов связи между модулями и между модулем и контроллерами ввода/вывода.

SCADA-система Citect состоит из пяти функциональных модулей (серверов или клиентов):

- I/O — сервер ввода/вывода; обеспечивает передачу данных между физическими устройствами ввода/вывода и остальными модулями Citect;
- Display — клиент визуализации; обеспечивает операторский интерфейс: отображает данные, поступающие от других модулей Citect, и управляет выполнением команд оператора;

- Alarms — сервер алармов (тревог); отслеживает данные, сравнивает их с допустимыми пределами, проверяет выполнение заданных условий и отображает алармы на соответствующем узле визуализации;

- Trends — сервер трендов; собирает и регистрирует трендовую информацию, позволяя отображать развитие процесса в реальном масштабе времени или в ретроспективе;

- Reports — сервер отчетов; генерирует отчеты по истечении определенного времени, при возникновении определенного события или по запросу оператора.

Каждый функциональный модуль Citect исполняется как отдельная задача независимо от того, исполняются ли модули на одном компьютере или на разных. Поэтому SCADA-система Citect позволяет строить как простые системы, когда все модули работают на одном компьютере, так и сложные, в которых функциональные модули распределены по отдельным узлам локальной сети частично или полностью.

Благодаря модульной архитектуре SCADA-системы Citect, пользователь получает широкие возможности резервирования при разработке ответственных приложений. Один и тот же функциональ-

ный модуль может быть загружен в два компьютера одновременно: один из них будет работать как основной (primary), а другой — как резервный (standby).

Как известно, прочность цепи определяется прочностью ее самого слабого звена. Поэтому в SCADA-системе Citect реализовано полное резервирование, позволяющее защищать все зоны потенциальных отказов. Могут резервироваться не только функциональные модули (серверы и клиенты), но также и сетевые соединения между узлами, связи узлов с устройствами ввода/вывода и даже сами устройства ввода/вывода. Резервирование в SCADA-системе Citect тесно связано с системой аппаратных алармов (тревог). В случае отказа Citect уведомит оператора о неисправности данного устройства и сообщит, какое резервное оборудование было включено в работу.

В SCADA-пакетах используют понятие аларма и события. Событие — это изменение некоторых состояний в системе. События не требуют срочного вмешательства оператора, а просто информируют его о состоянии системы.

В отличие от события, аларм (от английского «alarm» — сигнал тревоги) является предупреждением о важном событии, в ответ на которое нужно срочно предпринять

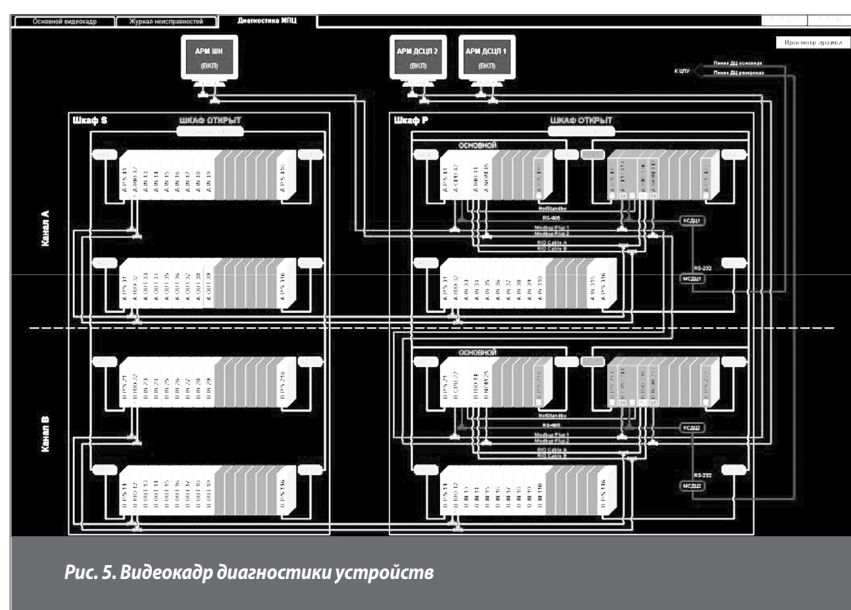


Рис. 5. Видеокادر диагностики устройств

некоторые действия. В связи с тем, что алармы требуют принятия решения, их делят на подтвержденные и неподтвержденные. Подтвержденным называется аларм, в ответ на который оператор ввел команду подтверждения. До этого момента аларм считается неподтвержденным.

В SCADA-системе Citect различаются четыре типа конфигурируемых разработчиком алармов:

- дискретные алармы, которые возникают при изменении состояния дискретных переменных (с 0 на 1 или наоборот);
- аналоговые алармы, которые возникают при выходе аналоговых переменных за указанные верхние и нижние пределы, при отклонении от заданного значения и при отклонении от заданного значения скорости изменения переменной;
- алармы с метками времени позволяют регистрировать сообщения с точностью до миллисекунд. Метка времени обычно используется для изучения тревожных ситуаций, когда одновременно возникает целый ряд алармов. С помощью метки времени можно выявить последовательность возникновения алармов;
- составные алармы, возникающие в результате комбинации событий.

Кроме алармов, конфигурируемых разработчиком, в SCADA-системе Citect есть категория встроенных аппаратных/диагностических алармов. Citect регулярно запускает диагностические процедуры для проверки, как собственного состояния, так и состояния устройств ввода/вывода. Сведения об обнаруженных неисправностях сообщаются оператору автоматически. Аппаратные алармы всегда регистрируются отдельно и отображаются на отдельном дисплее алармов.

Отчет Citect — это документ, отражающий некоторые производственные показатели и выдаваемый периодически, по запросу, либо при возникновении

Журнал неисправностей				
	Час появи	Час зникнення	Несправність	стор. 0001
1	06.06.2008 03:34:52	-	Викання запрошувального сигналу	стр. 0001
2	06.06.2008 03:34:40	-	Викання запрошувального сигналу	стр. 0001
3	06.06.2008 02:46:29	-	Викання загальної КШМ	стр. 0001
4	06.06.2008 02:45:10	06.06.2008 02:48:26	Контроль ЗС	стр. 0001
5	06.06.2008 02:45:05	-	Викання запрошувального сигналу	стр. 0001
6	06.06.2008 02:44:21	-	Викання запрошувального сигналу	стр. 0001
7	06.06.2008 02:44:10	06.06.2008 02:44:36	Контроль ЗС	стр. 0001
8	06.06.2008 02:44:05	-	Викання запрошувального сигналу	стр. 0001
9	06.06.2008 02:43:06	-	Викання запрошувального сигналу	стр. 0001
10	06.06.2008 02:42:48	06.06.2008 02:43:32	Контроль ЗС	стр. 0001
11	06.06.2008 02:42:45	-	Викання запрошувального сигналу	стр. 0001
12	06.06.2008 02:28:11	-	Викання запрошувального сигналу	стр. 0001
13	06.06.2008 02:28:02	-	Викання запрошувального сигналу	стр. 0001
14	06.06.2008 02:25:01	-	Викання запрошувального сигналу	стр. 0001
15	06.06.2008 02:24:42	-	Викання запрошувального сигналу	стр. 0001

Рис. 6 Видеокадр журналу неисправностей

какого-либо события (например, при изменении состояния какой-либо переменной, в момент запуска Citect или в указанное время дня). Отчеты могут генерироваться в любом удобном для пользователя формате. В него может входить форматированный текст, оперативная и накапливаемая информация, а также результаты математических вычислений. Кроме того, отчеты могут содержать и некоторые команды: замены производственных параметров, загрузки инструкций, выполнения диагностики и т. д.

Отчеты могут выводиться на экран, распечатываться, а также сохраняться на диске для последующей распечатки или просмотра. Отчеты можно создавать как в текстовом формате (например \*.rtf), так и формате базы данных (\*.dbf). Отчет можно обрабатывать средствами любого текстового редактора и с помощью SQL-запросов. SCADA-система Citect допускает резервирование сервера отчетов, поэтому выдача отчетов гарантирована всегда. Если в системе работают два сервера (основной и резервный), тогда отчет генерируется основным. В случае его отказа отчет выдается резервным сервером. Можно сконфигурировать резервный сервер так, что он будет выдавать отчеты одновременно с основным сервером.

Преимущества SCADA-системы Citect включают:

- масштабируемость до систем любого размера;
- гибкость, так как технологиче-

ские процессы каждого предприятия уникальны;

- оптимизацию активов, ресурсов и производства предприятия для повышения эффективности;
- получение более целостного понимания процессов предприятия;
- защита инвестиций в автоматизацию, благодаря повышению качества продукции предприятия, безопасности и надежности;
- повышение качества принятия управленческих решений благодаря своевременному получению точной информации;
- усиление средств обеспечения безопасности и предоставления помощи повышает эффективность операторов;
- снижение стоимости разработки, времени и рисков.

SCADA-система Citect — это надежная и гибкая система с высокой производительностью, предназначенная для использования в любых отраслях промышленной автоматизации в системах диспетчерского управления и сбора данных.

Мощные средства визуализации и функциональные возможности позволяют создавать удобные в использовании системы диспетчеризации, дают возможность операторам полностью контролировать ход технологического процесса и оперативно реагировать на отклонения в нем. Практика использования показывает, что SCADA-система Citect обеспечивает повышение эффективности как работы оператора, так и производственного процесса в целом. ☞