

Резервирование системы

Резервирование в системе CitectSCADA может быть реализовано на нескольких уровнях. Степень резервирования должна определяться с учётом прикладных особенностей в зависимости от следующих моментов:

- насколько важны соответствующие процессы;
- какова длительность простоев в случае отказа;
- какие компоненты системы должны быть продублированы.

Проектирование системы и процедур техобслуживания должно осуществляться с учётом резервирования.

В данном разделе рассматриваются следующие концепции резервирования:

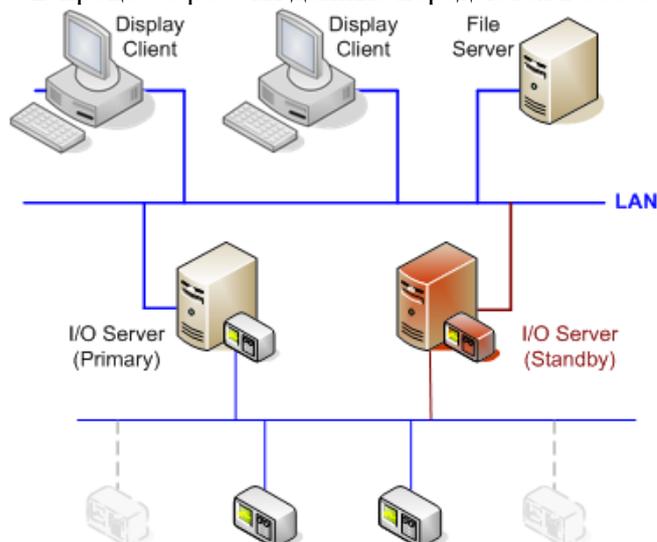
- дублирование серверов ввода/вывода,
- дублирование устройств ввода/вывода,
- резервирование и живучесть системы,
- дублирование каналов передачи данных,
- дублирование серверов алармов, отчётов и трендов.

Примечание: необходимый уровень резервирования может быть достигнут с помощью средства конфигурирования Computer Setup Wizard путём указания функции каждого компьютера системы.

Дублирование серверов ввода/вывода

В системах с одним сервером ввода/вывода этот сервер представляет собой точку общего отказа (single point of failure). В случае сбоя этого сервера управление системой прекращается полностью. Введение второго сервера ввода/вывода и связь его с теми же самыми устройствами ввода/вывода позволяет устранить точку полного отказа. После его введения в системе будут функционировать два сервера: основной и резервный, при этом резервный сервер получит управления при отказе основного.

На следующем рисунке показан способ реализации резервного сервера в рабочей системе. В процессе работы данные передаются в оба сервера.



Дисплейный клиент	Дисплейный клиент	Файловый сервер
	Локальная сеть	
Сервер ввода/вывода (основной)		Сервер ввода/вывода (резервный)

Примечание: хотя оба сервера ввода/вывода и идентичны, резервный сервер не дублирует функции основного. Если бы это было так, то нагрузка на сеть при обмене данными с ПЛК удвоилась, что привело бы к существенному снижению производительности всей системы. В каждый момент времени с ПЛК взаимодействует только основной сервер ввода/вывода.

Резервирование обеспечивается следующим образом:

- в процессе функционирования системы при отказе основного сервера (либо в случае необходимости проведения техобслуживания основного сервера) все клиенты подключаются к резервному серверу без прерывания обслуживания;
- при вводе основного сервера в работу система возвращает ему управление всеми устройствами ввода/вывода. Это выполняется путём копирования файлов из резервного сервера в основной, повторного подключения клиентов к основному серверу и возобновления функционирования системы.

Во время работы резервные серверы ввода/вывода могут использоваться также для разделения вычислительной нагрузки и повышению общей производительности, поскольку все вычисления будут выполняться одновременно с обслуживанием устройств ввода/вывода.

Дублирование устройств ввода/вывода

Дублирование устройств даёт возможность использовать резервное устройство ввода/вывода в качестве основного.

Если в состав кластера будет включено несколько резервных устройств ввода/вывода, то порядок их включения в работу будет определяться параметрами проекта CitectSCADA.

При необходимости изменить порядок обращения к резервным устройствам можно путём изменения значения поля **Priority (Приоритет)** на странице свойств устройства ввода/вывода. Если приоритеты не установлены, то компилятор проекта будет автоматически устанавливать эти значения для каждого устройства ввода/вывода в соответствии со следующими правилами:

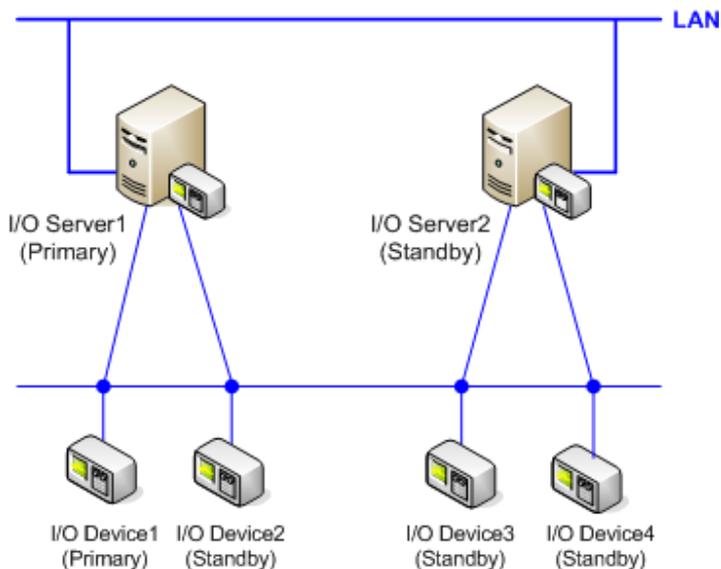
- значения, введённые пользователем, не изменяются;
- если для каких-либо резервных устройств приоритет не был установлен, им будут выделяться значения, следующие после установленных значений приоритета, в порядке устройств ввода/вывода в проекте;
- если приоритеты не были определены ни для одного резервного устройства, компилятор будет назначать приоритеты в соответствии с порядком определения этих устройств в проекте.

Указанные правила применяются независимо от наличия соединений между устройствами и серверами ввода/вывода, входящими в кластер.

Приоритеты устройств ввода/вывода обрабатываются во время компиляции проекта. В случае автоматического назначения приоритетов на экран выдаётся соответствующее сообщение. Сообщения об ошибках компиляции выдаются в следующих случаях:

- когда приоритет основного устройства отличен от «1»;
- когда разным резервным устройствам назначен один и тот же приоритет.

Пример: на следующем рисунке показано четыре подключенных к двум серверам ввода/вывода устройства, из которых основным является только одно.



		Локальная сеть	
Сервер ввода/вывода 1 (основной)		Сервер ввода/вывода 2 (резервный)	
Устройство ввода/вывода 1 (основное)	Устройство ввода/вывода 2 (резервное)	Устройство ввода/вывода 3 (резервное)	Устройство ввода/вывода 4 (резервное)

Если пользователь явно не укажет приоритеты ни одного резервного устройства, то компилятор назначит для них следующие значения:

- приоритет устройства 1 = 1 (по умолчанию, сообщений компилятора нет);
- приоритет устройства 2 = 2 (выдаётся сообщение компилятора);
- приоритет устройства 3 = 3 (выдаётся сообщение компилятора);
- приоритет устройства 4 = 4 (выдаётся сообщение компилятора).

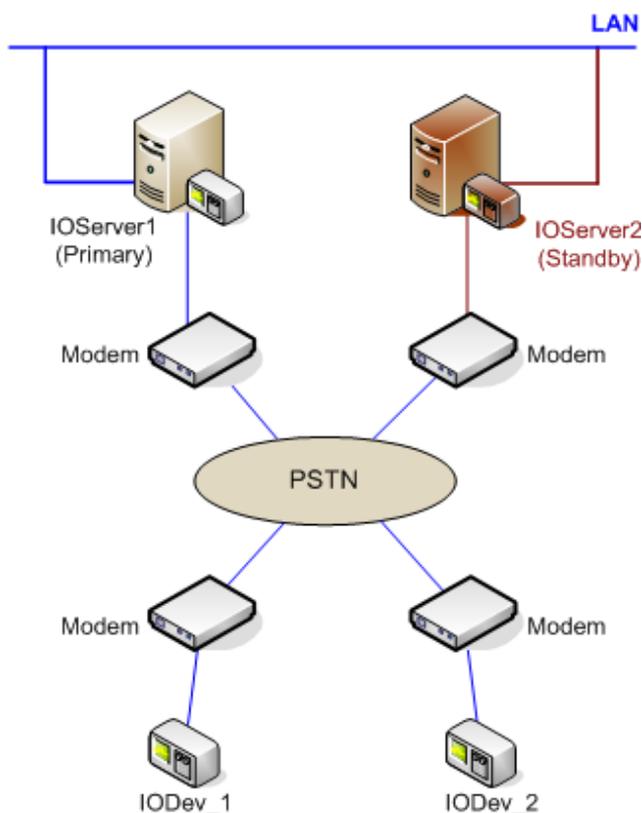
Если пользователь укажет явно, что приоритет, например, устройства 3 равен 2, то распределение приоритетов будет выглядеть следующим образом:

- приоритет устройства 1 = 1 (по умолчанию, сообщений компилятора нет);
- приоритет устройства 2 = 3 (выдаётся сообщение компилятора);
- приоритет устройства 3 = 2 (сообщений компилятора нет);
- приоритет устройства 4 = 4 (выдаётся сообщение компилятора).

В данном случае за основу взят приоритет устройства 3. Приоритеты остальных устройств будут определяться компилятором в порядке определения этих устройств в проекте по формуле «приоритет следующего устройства = приоритет предыдущего + 1». Если бы для устройства 3 был определён приоритет, равный 5, остальным устройствам были бы назначены приоритеты 6 и 7.

Резервирование и живучесть системы

При резервировании серверов информация для сохранения в резервных серверах извлекается из специальных блоков кэш-памяти (Persistence Cache, кэш живучести), хранящие последние прочитанные из устройства ввода/вывода данные. Эти блоки (кэш-память сервера ввода/вывода) создаются для каждого кэшируемого устройства ввода/вывода. Концепция кэша живучести показана на следующем рисунке.



	Локальная сеть
Сервер ввода/вывода 1 (основной)	Сервер ввода/вывода 2 (резервный)
Модем	Модем
	Коммутируемая телефонная сеть
Модем	Модем
Устройство в/в 1	Устройство в/в 2

Кэш живучести используется следующим образом:

1. Данные, считываемые из устройства ввода/вывода, через регулярные интервалы времени, длительность которых определяется значением параметра IODevices->Cache Time, записываются во временную память сервера ввода/вывода.
2. Данные из внутренней памяти сервера IO Server1 записываются на жёсткий диск через интервалы времени, длительность которого в секундах задаётся параметром [IO Server]SavePeriod.
3. Эти данные сохраняются в кэшах живучести (по одному для каждого кэшируемого устройства ввода/вывода).
4. Сервер IO Server1 передаёт всем прочим серверам ввода/вывода сетевой адрес кэшей живучести (в формате UNC, определяется параметром [IO Server]SaveNetwork).
5. Сервер IO Server2 обновляет содержимое своей внутренней памяти, читая данные из указанных кэшей живучести.

Примечание: выбор устройства ввода/вывода в сервере может быть сделан с помощью средства конфигурирования Express Communications Wizard либо путём указания нужного устройства на странице устройств ввода/вывода Редактора проектов CitectSCADA.

Таким образом с кэшем живучести может взаимодействовать произвольное число резервных серверов ввода/вывода, получивших его адрес в результате широковещательной передачи.

Каждый резервный сервер извлекает из КЭШа живучести данные только для тех устройств, которые в нём определены.

Параметры [IOServer]SaveFile и [IOServer]SaveNetwork в системе с двумя серверами могут быть определены следующим образом:

Сервер IOServer1	Сервер IOServer2
SaveFile=C:\Data\IOServer1.dat	SaveFile=C:\Data\IOServer2.dat
SaveNetwork=\\IOServer1\Data\IOServer1.dat	SaveNetwork=\\IOServer2\Data\IOServer2.dat

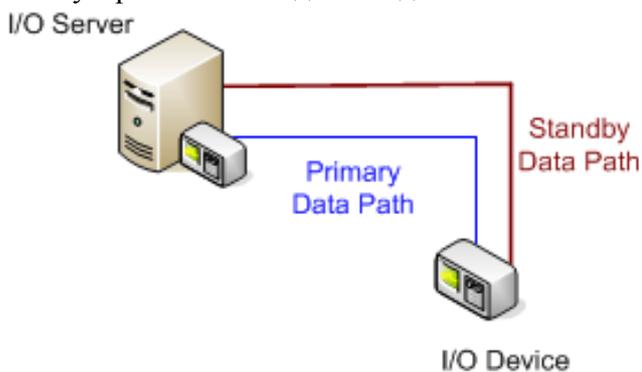
Сервер IOServer1 осуществляет широковещательную передачу следующего сетевого адреса: '\\IOServer1\Data\IOServer1.dat'. Сервер IOServer2, получив адрес кэша живучести, считывает из него наиболее свежие данные для обновления своей внутренней памяти.

Дублирование каналов передачи данных

Дублирование каналов передачи данных — это ещё один способ повышения надёжности системы. В этом случае между серверами ввода/вывода и подключенными устройствами определяются дополнительные каналы связи. При отказе одной линии данные будут передаваться по резервной.

Возможность подключения параллельной линии связи имеется во многих моделях ПЛК.

На следующем рисунке показан метод организации дублирующих каналов связи между сервером и устройством ввода/вывода.

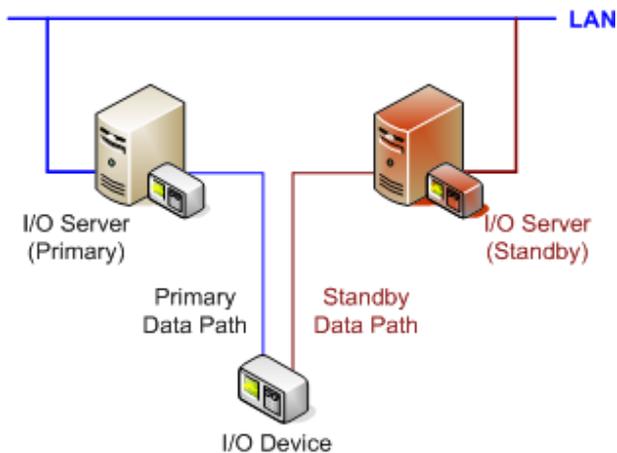


Сервер ввода/вывода	
Основной канал связи	Резервный канал связи
	Устройство ввода/вывода

Обмен данными между сервером и устройством осуществляется следующим образом:

- при включении исполнительной системы система CitectSCADA устанавливает соединение с устройством ввода/вывода по основному каналу связи;
- при обнаружении неисправности основной линии связи (например, при обрыве кабеля) система CitectSCADA переключает каналы связи с основного на резервный без прерывания функционирования исполнительной системы;
- после того как основной канал будет восстановлен, система CitectSCADA вновь переключается на его использование.

В более крупных системах CitectSCADA (например, функционирующих на базе компьютерной сети) дублирование каналов связи с устройством может быть выполнено путём связи устройства с разными серверами ввода/вывода (как показано на следующем рисунке).



			Локальная сеть
Сервер ввода/вывода (основной)	Канал связи (основной)	Канал связи (резервный)	Сервер ввода/вывода (резервный)
	Устройство ввода/вывода		

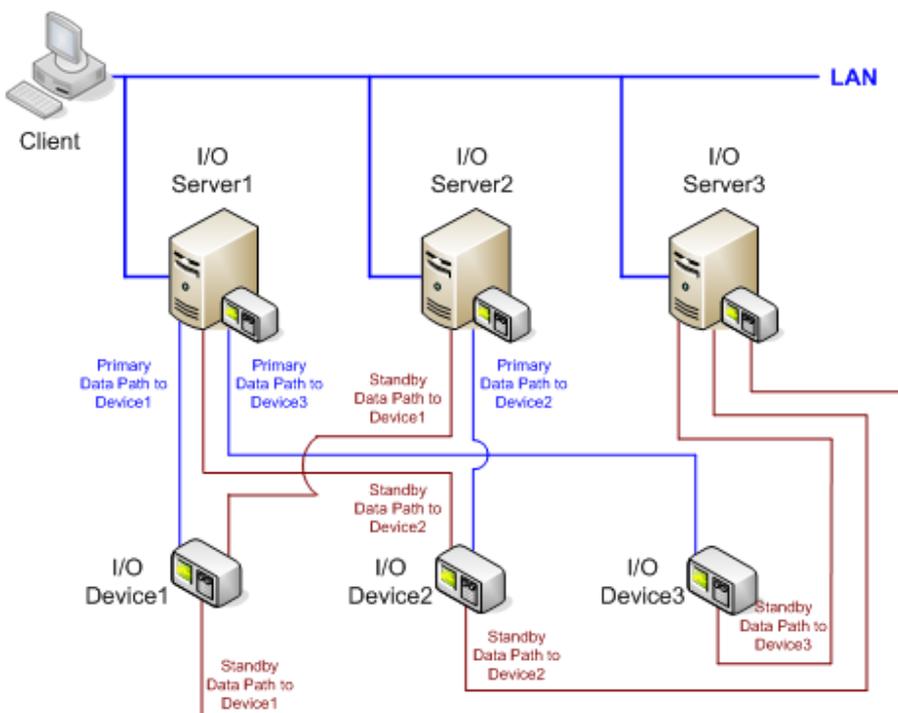
При отказе какой-либо линии связи или сервера доступ к устройству будет сохранён.

Дублирование каналов связи в системах с несколькими устройствами

Повысить степень надёжности системы можно также путём дублирования устройств ввода/вывода.

Примечание: несмотря на то что серверы явно не разделяются на основные и резервные, эти понятия к ним применимы. В качестве «основного» сервера можно назвать тот, который связан с основными устройствами ввода/вывода, «резервным» — тот, который связан с резервными устройствами. Каждый из серверов может быть соединён как с основными, так и с резервными устройствами, при этом число резервных каналов связи не ограничивается.

На следующем рисунке показан пример сетевой системы с резервированием устройств ввода/вывода и каналов связи.



Клиент				Локальная сеть
	Сервер в/в 1	Сервер в/в 2	Сервер в/в 3	
Основной канал связи с устройством 1	Основной канал связи с устройством 3	Резервный канал связи с устройством 1	Основной канал связи с устройством 2	
		Резервный канал связи с устройством 2		
Устройство 1	Устройство 2	Устройство 3		
	Резервный канал связи с устройством 1	Резервный канал связи с устройством 2	Резервный канал связи с устройством 3	

Таким образом, серверы ввода/вывода соединены с устройствами ввода/вывода следующим образом:

Сервер	Устройство
IOServer1	1 (основной канал связи) 2 (резервный канал связи) 3 (основной канал связи)
IOServer2	1 (резервный канал связи) 2 (основной канал связи)
IOServer3	1 (резервный канал связи) 2 (резервный канал связи) 3 (резервный канал связи)

В этой системе:

- клиенты CitectSCADA взаимодействуют со всеми серверами ввода/вывода одновременно (во время запуска клиенты пытаются установить соединение с каждым сервером ввода/вывода, определённым в системе. При невозможности установления связи выдаётся сообщение об аппаратной неисправности);
- в процессе работы система CitectSCADA обменивается данными с основными устройствами ввода/вывода;
- клиент CitectSCADA взаимодействует по сети со всеми тремя серверами ввода/вывода;
- клиент передаёт запросы на обращение к устройствам 1 и 3 серверу 1 и запросы на обращение к устройству 2 — серверу 2;

Резервирование обеспечивается в этой системе следующим образом:

- в случае сбоя канала связи устройства 1 с сервером 1 клиентские запросы передаются серверу 2 по резервному каналу. Запросы на взаимодействие с устройством 3 передаются серверу 1;
- в случае сбоя канала связи с сервером 2 клиентские запросы будут передаваться серверу 3.
- при восстановлении канала связи между устройством 1 и сервером 1 система возобновляет передачу клиентских запросов на взаимодействие с устройством 1 серверу 1.

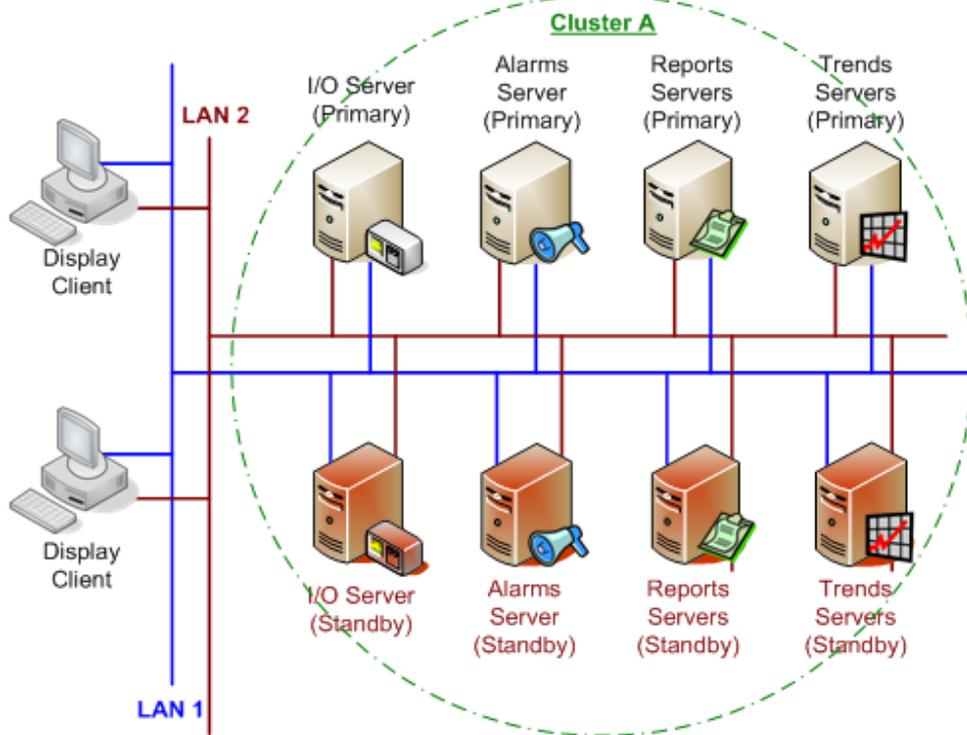
Подключение основных и резервных устройств необходимо осуществлять с учётом сбалансированного распределения нагрузки между серверами. Это, правда, не всегда возможно при использовании определённых протоколов, поскольку распределение нагрузки может определяться параметрами сети ПЛК, а не процессора сервера ввода/вывода. В подобном случае

наличие более одного активного сервера в сети ПЛК может привести к ухудшению параметров сети и, следовательно, ухудшению параметров всей системы.

Резервирование серверов алармов, отчётов и трендов

Резервирование серверов алармов, отчётов и трендов осуществляется путём установки в кластере дополнительных серверов. Для повышения общей надёжности все соединения можно реализовать на базе спаренных либо вообще различных сетевых интерфейсов.

Примечание: новые протоколы TCP/IP позволяют дублировать сетевые адаптеры. Рассмотрим следующий рисунок:



			Кластер А		
Дисплейный клиент	Локальная сеть 2	Основной сервер в/в	Основной сервер алармов	Основной сервер отчётов	Основной сервер трендов
Дисплейный клиент	Локальная сеть 1	Резервный сервер в/в	Резервный сервер алармов	Резервный сервер отчётов	Резервный сервер трендов

В представленной системе реализовано два способа повышения надёжности:

- путём дублирования локальной сети,
- путём дублирования серверов.

Дублирование локальной сети

Каждый компонент кластера подключен ко второй локальной сети (LAN2). Подключение выполнено благодаря наличию в каждом сервере спаренных сетевых адаптеров. При отказе одной сети обмен данными будет осуществляться по другой без прерывания работы всей системы.

Дублирование серверов

Надёжность работы серверов обеспечивается за счёт установки дополнительных серверов каждого типа в той же сети (LAN1). В этом случае:

- при отказе какого-либо сервера или соответствующей линии связи управление немедленно передаётся соответствующему резервному компоненту;
- при восстановлении работоспособности сервера ввода/вывода управление передаётся ему;
- при восстановлении работоспособности сервера алармов, отчётов или трендов клиенты продолжают взаимодействие с резервным сервером (до тех пор, пока он не откажет, в результате чего управление будет передано работоспособному основному серверу).

Примечание: поскольку система CitectSCADA поддерживает идентичность данных в основном и резервном серверах, то, из какого сервера клиенты получают информацию, не имеет большого значения. Вполне нормальной является ситуация, когда одна часть клиентов взаимодействует с основными серверами, а другая — с резервными.

Система с дублирующими серверами алармов

Система CitectSCADA допускает применение в проекте двух серверов алармов: основного и резервного. В этом случае в проекте будет реализовано полномасштабное резервирование (по принципу «зеркал»). Когда оба сервера находятся в работоспособном состоянии, обработка алармов осуществляется в обоих серверах одновременно, а регистрация — в основном. В случае отказа основного сервера функцию регистрации алармов берёт на себя резервный сервер. Во время запуска сервера он пытается установить соединение с парным устройством. При успешном установлении соединения оперативные данные об алармах (включая сводные сведения и информацию о текущем состоянии каждого аларма) из работающего сервера копируются в другой сервер. При невозможности установить соединение сервер открывает файл сохранения (определяемый параметром [Alarm]SavePrimary) и восстанавливает данные из этого файла. При наличии двух файлов (одного из основного сервера, другого из резервного) используется файл с более поздней датой создания. При отсутствии такого файла сервер не сможет определить начальные состояния алармов, и потому сводная информация будет недоступна. В этом случае сервер начинает работать как обычно, подтверждая все новые алармы.

Когда оба сервера алармов находятся в работоспособном состоянии, они считывают данные из сервера ввода/вывода и обрабатывают алармы параллельно. Сведения о текущем состоянии аларма (в активном или в сброшенном состоянии) из одного сервера в другой не передаются. При выполнении оператором каких-либо действий с алармами (подтверждение, разрешение, запрет, комментирование и т.д.) эта операция дублируется во втором сервере (например, если оператор вводит подтверждение какого-либо аларма в одном сервере, второму серверу немедленно передается команда подтверждения этого же аларма).

Клиенты CitectSCADA связываются либо с основным, либо с резервным сервером. Во время запуска они пытаются установить соединение с основным сервером. Если эта попытка завершится неудачей, клиенты будут пытаться установить соединение с резервным сервером. При восстановлении работоспособности основного сервера переключения клиентов с резервного на основной не осуществляется, поскольку для системы тип сервера, с которым взаимодействует клиент, не имеет значения (каждый из них является «зеркалом» другого).

Система с дублирующими серверами отчётов

Система CitectSCADA допускает применение в проекте двух серверов отчётов: основного и резервного.

Когда оба сервера находятся в работоспособном состоянии, регулярная генерация сводок и отчётов осуществляется только в основном сервере. В случае его отказа функцию генерации

отчётов берёт на себя резервный сервер (можно также сконфигурировать резервный сервер так, что он будет генерировать отчёты одновременно с основным). Следует отметить, что серверы не обмениваются данными, включаемыми в сводки (синхронизации сведений в отчётах не выполняется, поскольку эти данные могут записываться в устройства любого типа).

Клиенты CitectSCADA связываются либо с основным, либо с резервным сервером отчётов. Во время запуска они пытаются установить соединение с основным сервером. Если эта попытка завершится неудачей, клиенты будут пытаться установить соединение с резервным сервером. При восстановлении работоспособности основного сервера переключения клиентов с резервного на основной не осуществляется.

Система с дублирующими серверами трендов

Система CitectSCADA допускает применение в проекте двух серверов трендов: основного и резервного.

Когда оба сервера находятся в работоспособном состоянии, построение трендов и запись данных на диск выполняется ими одновременно (каждый из серверов должен записывать свои данные на собственный диск либо в собственную область данных файлового сервера).

Во время запуска сервер трендов пытается установить соединение с парным устройством. При успешном соединении он передаёт во второй сервер все данные, накопленные с момента последнего останова до текущего момента (это гарантирует отсутствие потерь данных).

Клиенты CitectSCADA связываются либо с основным, либо с резервным сервером трендов. Во время запуска они пытаются установить соединение с основным сервером. Если эта попытка завершится неудачей, клиенты будут пытаться установить соединение с резервным сервером. При восстановлении работоспособности основного сервера трендов переключения клиентов с резервного на основной не осуществляется, поскольку для системы тип сервера, с которым взаимодействует клиент, не имеет значения (каждый из них является «зеркалом» другого).

Система с дублирующими файловыми серверами

Дублирование файловых серверов также допускается системой CitectSCADA. Резервный каталог проекта задаётся значением параметра [CtEdit]Backup. Если система CitectSCADA не найдёт требуемый файл в каталоге Run (определяемый значением параметра [CtEdit]Run), она будет искать его в резервном каталоге. Найдя нужный файл в резервном каталоге, система предполагает отказ рабочего каталога (т.е. отказ соответствующего файлового сервера) и осуществляет поиск в этом каталоге всех остальных файлов, после чего генерирует событие с номером 11 и выдаёт сообщение об аппаратной неисправности следующего вида: **'File server failed, to Standby'** (Отказ файлового сервера, переключение на резервный).

Резервирование файловых серверов будет иметь смысл, если редиректор (т.е. командная оболочка) компьютера будет способна обрабатывать ситуацию отказа файлового сервера. В командной оболочке с Novell Netware эта возможность отсутствует, в результате чего при отказе файлового сервера произойдёт крах Windows по причине фатальных сетевых ошибок. Сети на базе Microsoft LAN Manager и одноранговые (peer-to-peer) децентрализованные сети способны корректно обрабатывать ситуацию отказа файлового сервера. Таким образом, резервирование файловых серверов CitectSCADA будет иметь смысл только в сетях подобного типа.

Примечание: переключение на резервный каталог осуществляет только система CitectSCADA. Нормальное функционирование всех остальных приложений, обращающихся к неисправному файловому серверу, будет нарушено. В частности, компьютер может надолго «зависать» при обращениях к серверу. Это справедливо и по отношению к самой системе Windows, поэтому её следует устанавливать только на локальном диске.

Дублирование файлового сервера устанавливается путём указания резервного каталога в значении параметра [CTEDIT]Backup. Например, если основной каталог находится по адресу

‘F:\Citect\User\DB’, то резервный следует организовать в другом файловом сервере либо на локальном диске (например, ‘C:\Citect\User\DB’).

Необходимо контролировать, чтобы проект в резервном каталоге был идентичен проекту в основном и при каждой повторной компиляции после внесения изменений компилировать все файлы в резервный каталог.

Система с дублирующими FTP-серверами

Система CitectSCADA допускает дублирование FTP-серверов. При отказе основного сервера система пытается установить соединение с FTP-сервером в резервном компьютере. Это осуществляется независимо от того, были ли продублированы серверы ввода/вывода или нет, поэтому для обоих FTP-серверов должны быть определены идентичные пароли доступа и структура каталогов.

Дублирование FTP-серверов задаётся путём установки соответствующих значений параметров секций [CLIENT] и [DNS] файла citect.ini в компьютере основного FTP-сервера. В случае отказа основного сервера эти параметры копируются дисплейным интернет-клиентом IDC (Internet Display Client) в свой файл citect.ini (если значение параметра [INTERNET]Redundancy не равно 0) и используются им для установления соединения с резервным FTP-сервером.

Примечание: резервный FTP-сервер не обязательно должен быть интернет-сервером, он может быть любым сервером, с которым IDC-клиент может соединиться по протоколу TCP/IP (при условии, что в сети присутствуют файлы лицензии IDC).

Резервирование в автономной системе

Если система CitectSCADA используется как автономная однопроцессная, то её резервирование может быть реализовано путём дублирования в другом процессоре (в многопроцессорной системе). Подобное дублирование может быть также реализовано для балансирования нагрузки по процессорам.