

*Рассматривается архитектура и схема работы системы архивирования данных нижнего уровня (САНУ), предназначенной для сбора архивной информации на контроллерах низовых систем, транспортировки ее на архивные серверы и сохранения в БД для дальнейшей ее передачи в систему верхнего уровня. САНУ получила развитие в качестве самостоятельного продукта – распределенной системы ведения архивов исторических данных ISaArch.*

Система архивирования данных является результатом работы компании ФИОРД (С-Петербург) по заказу ФГУП «ФНПЦ НИИИС им. Ю. А. Седакова» (г. Нижний Новгород) на разработку системы архивирования данных нижнего уровня (САНУ).

САНУ является программно-аппаратным комплексом, включающим подсистемы локальных архивов и сервера (рис. 1); предназначена для сбора архивной информации на контроллерах низовых систем, транспортировки ее на архивные серверы и сохранения полученной информации в глобальной дисковой базе для дальнейшей ее передачи в систему верхнего уровня.

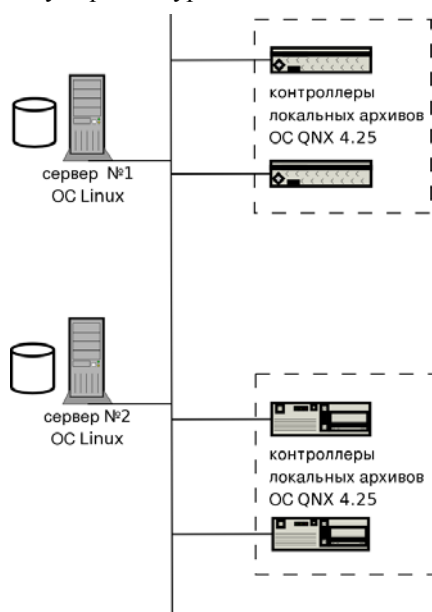


Рис.1. Архитектура системы САНУ

В данной реализации система архивирования предусматривает использование ОС QNX в контроллерах локальных архивов и ОС Linux в серверах САНУ.

Подсистема локальных архивов САНУ предназначена для сохранения данных ISaGRAF в локальном архиве контроллера. Подсистема реализована как расширение исполнительной системы ISaGRAF в виде виртуального устройства, осуществляющего сохранение данных в локальном архиве контроллера. Архивирование данных осуществляется под управлением свободно распространяемой СУБД в выделенной области памяти (кэш), при переполнении которой ее содержимое записывается на диск в файлы БД.

Реализация устройства архивирования как драйвера ISaGRAF позволяет использовать среду ISaGRAF Workbench для конфигурирования этого устройства посредством OEM-параметров. При этом пользователь может оптимизировать подсистему архивирования, варьируя параметры кэширования, максимальный размер конкретного архива и режимы работы подсистемы. Определение переменных ввода/вывода, которые следует архивировать, и степень чувствительности для аналоговых переменных также производится в среде ISaGRAF Workbench путем использования специализированных встроенных функций, при этом пользователь может задать архивирование отдельных переменных

основных типов ISaGRAF (BOOL, SINT, DINT, REAL), всех переменных одного типа, а также структур и массивов переменных. Кроме того, устройство архивирования имеет набор каналов ввода/вывода, которые позволяют получать данные о состоянии архива и управлять процессом архивирования.

В каждом цикле ISaGRAF локального контроллера обеспечивается запись подготовленных для архивирования данных в выделенную область памяти во время исполнения процедуры чтения параметров ввода/вывода, при этом в архив заносятся только те переменные, значения которых изменились с момента исполнения предыдущих циклов ISaGRAF. Значения переменных вещественного типа заносятся в архив, если изменения превышают определенный порог во избежание дребезга значений. Это позволяет уменьшить объем архивов, соответственно уменьшить сетевую нагрузку, повысить скорость ведения и передачи архивов.

Каждая архивируемая переменная представлена в виде структуры данных фиксированной длины и включает следующие поля:

- метку глобального времени (время занесения переменной в архив);
- идентификатор исполняемого программного модуля (номер ресурса ISaGRAF);
- идентификатор переменной (виртуальный адрес переменной ISaGRAF);
- тип данных и значение.

В случае использования устройства архивирования несколькими ресурсами ISaGRAF, исполняющимися на одном и том же контроллере, для каждого из этих ресурсов ведется своя база в соответствии с настройками, заданными в параметрах устройства при построении проекта.

В состав подсистемы локальных архивов входит модуль удаленного доступа - внешняя резидентная программа, реализующая обращение к архивированным данным и их отправку в ответ на запросы по сети. Данная программа работает параллельно с исполнительной системой ISaGRAF и позволяет нескольким серверам САНУ подключаться к архиву одного и того же ресурса.

Система поддерживает несколько типов запросов:

- выдать очередную порцию данных из кэша БД и проигнорировать данные на диске;

- выдать очередную порцию данных БД с жесткого диска;
- выдать полную статистическую информацию о состоянии локального архива;
- удалить все архивные данные из указанной БД.

Серверная часть системы САНУ так же, как и система локального архивирования, реализована в виде набора виртуальных устройств ISaGRAF двух типов и предназначена для сбора информации из буферов ОЗУ (кэш) подсистем локальных архивов и накоплении ее на жестком диске в единой базе - глобальном архиве. Первый тип устройств служит для задания параметров архива, накапливаемого на серверной части САНУ. Второй тип виртуального устройства служит для настройки параметров сбора данных с контроллеров. Для работы с каждым контроллером используется отдельное устройство ISaGRAF второго типа. Устройства содержат информационные каналы, отображающие состояние дисковой базы сервера САНУ, а также состояние локальных архивов контроллеров, с которых происходит сбор данных. В процессе работы серверы САНУ собирают данные только из буферов ОЗУ контроллеров.

При занесении данных в глобальный архив, каждая переменная дополнительно сопровождается информацией о контроллере, с которого она была получена (IP адресом). Это позволяет впоследствии отобразить полную картину процесса, протекавшего на конкретном контроллере.

Дополнительно, серверная часть САНУ включает утилиту для сбора данных с диска контроллеров локальных архивов. Данная утилита позволяет также получать полную статистическую информацию о состоянии локальных архивов контроллеров либо производить их полную очистку.

Схема работы САНУ представлена на рис. 2.

В основном рабочем режиме сервер САНУ получает данные из буферов ОЗУ локальных архивов контроллеров. Таким образом, накапливаемая информация сразу

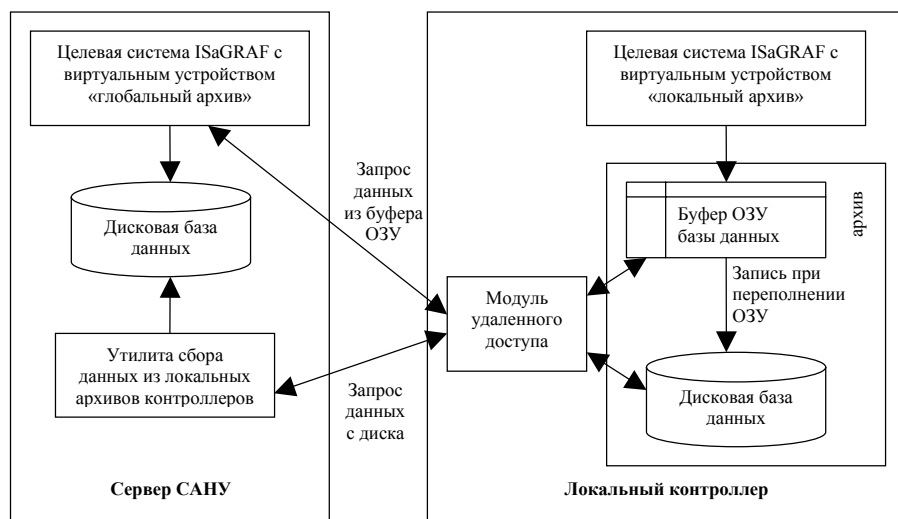


Рис.2. Схема работы системы архивирования

же пересылается в сервер САНУ. Запись архивируемой информации на диск контроллера происходит только в момент переполнения буфера ОЗУ в случаях: сбоя передачи данных по сети, отсутствия запросов на выдачу данных либо чрезмерно большого объема архивируемых данных, вследствие чего архивный сервер не успевает их вовремя забрать. Максимальная скорость передачи данных без их записи на диск контроллера составляет 10 тыс. переменных ISaGRAF в секунду при минимальном времени цикла исполнения виртуальной машины ISaGRAF, равном 10 мс. Данные, сохраненные на диске контроллера, впоследствии могут быть получены при работе во второстепенном режиме с помощью описанной выше утилиты.

В системе предусмотрено использование нескольких независимых серверов хранения данных. Хотя такая схема предполагает некоторую избыточность, а именно одна и та же информация может попасть в разные серверы, но в случае сбоя связи с контроллерами такая организация позволяет в дальнейшем восстановить полную картину процесса без потерь данных.

### Реализация протокола передачи данных

Передача данных из архивов контроллеров на серверы системы САНУ осуществляется по запросам последних и представляет собой обмен данными по схеме «запрос-ответ», поэтому в качестве протокола передачи данных выбран протокол UDP. Выбор в пользу использования протокола UDP сделан также и по той причине, что для решения описанной задачи мощные механизмы обеспечения надежности протокола TCP не являются обязательными, к тому же простота реализации протокола UDP позволила сократить время разработки.

Тем не менее, протокол UDP не обеспечивает надежность передачи данных. Данный недостаток компенсируется использованием дополнительных механизмов повышения надежности, встроенными в приложения, реализующие обмен данными. Помимо применения статических таймаутов и повторного запроса данных в случае возникновения ошибок, эти механизмы используют порядковые номера пакетов для гарантии того, что полученный ответ соответствует посланному запросу.

Механизм повторного запроса данных в случае возникновения ошибок приема/передачи данных работает следующим образом: архивный сервер посылает запрос и ожидает ответ в течение определенного промежутка времени. При возникновении ошибок, связанных с неполучением запрошенной порции данных либо их искажением, архивный сервер автоматически посылает другой тип запроса о выдаче последней отправленной порции данных. Поскольку при извлечении данных из базы прочитанные данные удаляются, на контроллере имеется буфер, в котором хранится последняя извлеченная из базы порция данных.

Целостность пересылаемых данных обеспечивается за счет поля «длина» UDP-дейтаграмм, а также за счет

использования встроенного подсчета контрольной суммы UDP. Поскольку подсчет контрольной суммы UDP является опциональной возможностью, предварительно было проведено исследование работоспособности данной опции в наиболее распространенных ОС.

При поступлении запроса на выдачу данных, делается попытка извлечения очередной порции данных из базы архива. Объем порции данных может меняться в зависимости от наличия данных в архиве в момент попытки чтения. Максимальный объем данных, выдаваемых за один запрос, определяется настройками утилиты обработки запросов, в параметрах которой определяется максимально возможный размер исходящего буфера UDP. Таким образом, каждый ответ представляет собой один пакет UDP, что исключает необходимость разбивать и вновь собирать пакеты при передаче большого количества данных.

Реализованный протокол передачи данных использует несколько типов запросов, а именно: выдать очередную порцию данных из буфера ОЗУ или с диска; выдать статистику; удалить все архивные данные.

Протокол позволяет работать с БД каждого ресурса исполнительной системы ISaGRAF, функционирующей на контроллере, если для него включен режим архивирования.

Поскольку протокол UDP не требует установления и разрыва соединения, это позволило значительно повысить скорость передачи данных по сравнению с TCP и существенно упростить подключение архивных серверов.

### Развитие системы архивирования

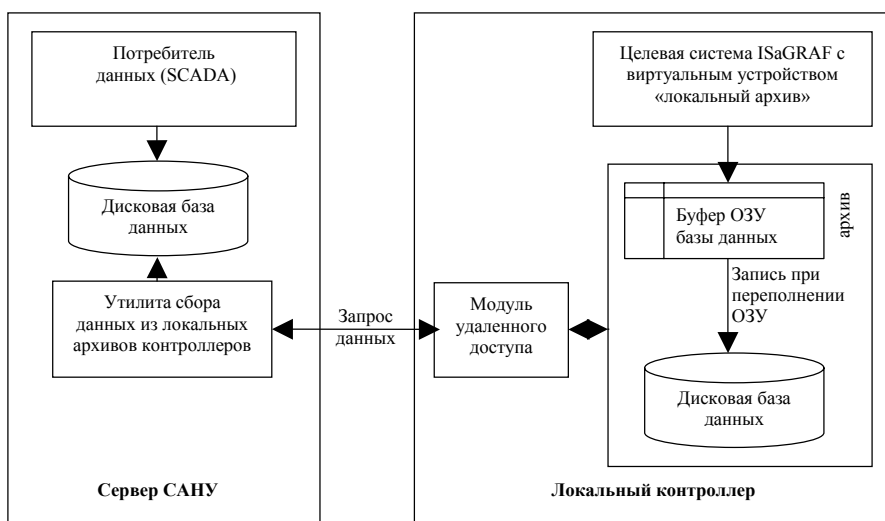


Рис.3. Схема работы системы ISaArch

заполнении отведенного пространства новые данные записываются вместо старых, таким образом, система может хранить актуальные архивные данные, накопленные в течение определенного временного отрезка.

Подсистема реализована для ОС Linux.

2. *Серверная подсистема ведения архивов ISaArch Server* - выполняет функции сбора данных, накопленных в локальных архивах контроллеров, в глобальную базу исторических данных. Подсистема реализована в виде приложения для ОС Windows и предоставляет интерфейс доступа к накопленным данным для приложений-клиентов.

Дополнительно серверная подсистема может включать пакет утилит для экспорта данных из глобальной дисковой базы в исторические базы SCADA-системы PcVue. При этом информация из дисковой базы дополняется информацией об именах переменных из скомпонованного проекта ISaGRAF Workbench, исполняющегося на контроллере.

При необходимости данные глобальной дисковой базы также могут быть конвертированы в формат какой-либо реляционной БД, поддерживающей язык запросов SQL и имеющую ODBC драйвер. Для поддержки структуры таблицы исторических данных такой БД создается специальный скрипт настройки.

Схема работы системы ISaArch представлена на рис.3.

По сравнению с системой САНУ, в системе ISaArch изменениям подвергся формат записи и хранения данных в базе. Введение блочной организации хранения данных позволило увеличить плотность хранения данных, а также повысить скорость передачи до 200 тыс. переменных ISaGRAF в секунду. Поскольку система ориентирована, в первую очередь, на сохранение данных на диске контроллера, изменениям подвергся также протокол передачи данных – для запроса данных используется лишь один тип запроса, а его результат зависит от режима работы системы.

Система ведения архивов может функционировать в двух режимах:

1) непрерывное архивирование данных в локальном контроллере при периодической транспортировке данных на архивный сервер. В этом режиме пересылаются данные, накопившиеся на жестком диске контроллера с момента последней пересылки;

2) непрерывное архивирование данных при непрерывной транспортировке данных на архивный сервер. В этом режиме данные забираются непосредственно из буфера ОЗУ, а запись на диск происходит лишь в случае отказа сети.

САНУ получила развитие в качестве самостоятельного продукта – распределенной системы ведения архивов исторических данных *ISaArch*.

Система также состоит из двух частей.

1. *Исполнительная подсистема ведения архивов ISaArch Target* - выполняет те же функции, что и подсистема локальных архивов САНУ, однако ориентирована на накопление архивной информации на диске контроллера для последующей выдачи данных по запросам архивного сервера. Настройки подсистемы позволяют ограничивать максимальный размер дисковой базы локального контроллера, при этом по

Режим, в котором происходит функционирование системы ведения архивов, отчасти определяется пользователем путем задания размера буфера ОЗУ, числом переменных, подлежащих архивированию, и настройками сети передачи. Дополнительно на режим работы системы влияет частота смены значений архивируемых переменных.

### **Заключение**

Система ISaArch предоставляет уникальные возможности для построения распределенных систем сбора и архивирования данных, обладающих следующими характеристиками:

- высокой скоростью передачи данных;
- гарантированным доступом к архивным данным;
- архивированием только изменившихся переменных;
- архивированием переменных всех простых типов ISaGRAF, включая типы, производные от них (массивы, структуры);
- сохранением данных на диске локального контроллера в случае отказа сети;
- получением статистики о состоянии локальных архивов в РВ;
- дистанционным управлением локальными архивами;
- надежностью передачи данных;
- интеграцией со SCADA-системами;
- резервированием архивных данных на нескольких архивных серверах;
- работой в режиме «черного ящика» - накоплением последней информации за определенный отрезок времени;
- периодической доставкой накопленных данных на архивный сервер;
- непрерывным сбором данных и их архивированием на диске контроллера в случае отказов сети.

Липовец Александр Владимирович - инженер-программист компании ФИОРД

Контактный телефон: (812) 323 62 12

E-mail: [lipovets@fiord.com](mailto:lipovets@fiord.com)

[Http://www.fiord.com](http://www.fiord.com)