

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ НА ЛИНЕЙНОМ УСКОРИТЕЛЕ ИЯИ РАН

*И.А. Васильев, О.В. Грехов*  
ИЯИ РАН, Москва, Россия  
E-mail: grekhov@inr.ru

Линейный ускоритель ИЯИ РАН является сложным технологическим объектом, состоящим из различных систем и устройств, параметры которых необходимо контролировать. Для унифицирования обмена данными между серверами оборудования и клиентами в 2006 году была разработана и введена в действие система сбора данных (ССД). Она представляет собой программный комплекс, выполненный на основе программного пакета LabVIEW, позволяющий получать информацию о различных параметрах систем ускорителя. ССД построена на основе метода передачи данных MultiCast по локальной сети в формате XML. В работе представлены результаты использования системы ССД в течение пяти лет.

### 1. ОПИСАНИЕ ССД

Система сбора данных (ССД) представляет собой программный комплекс, выполненный на основе программного пакета LabVIEW. Она состоит из *источников ССД*, работающих на компьютерах – серверах оборудования, и *приемников ССД*, запускаемых на клиентских компьютерах. Период циклического опроса на серверах составляет 1...5 секунд. Передача данных осуществляется по протоколу UDP (port 5554,5555) методом MultiCast (Рис.1).

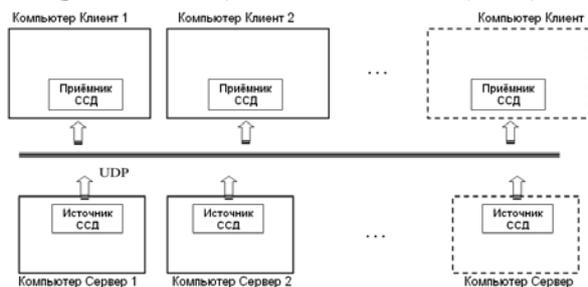


Рис.1 Использование метода MultiCast в ССД

Для уменьшения загрузки сети после каждого опроса передаются не все, а только изменившиеся параметры (дельта-кодирование). Один раз в минуту с сервера-оборудования передается весь объем данных, измеряемый данным сервером.

Передача данных осуществляется в формате XML. Иерархическую структуру формата можно видеть на примере окна программы Client-Tree (Рис.2).

В настоящее время на ускорителе работают 12 серверов оборудования системы ССД, на которых в общем количестве расположены несколько десятков программных серверов, обслуживающих различные системы ускорителя.

### 2. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ

Система ССД находится в эксплуатации с 2006 года. На начальном этапе в нее были включены пять секторов с девятью различными системами ускорителя. Они включали в себя около трехсот устройств и более пятисот различных параметров, определяющих состояние технологического оборудования ускорителя. На начальном этапе проводилось тестирование и доработка системы, разрабатывались различные клиентские программы, использующие технологию ССД.

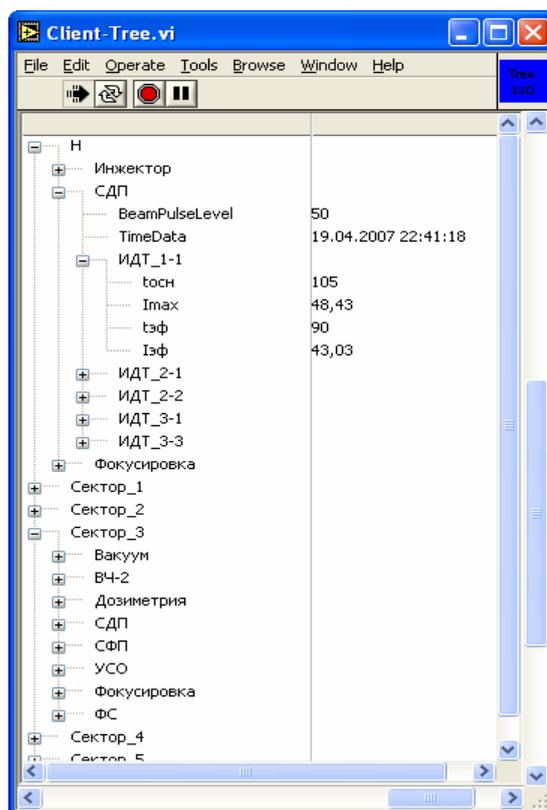


Рис.2. Окно программы Client-Tree

Система показала свою жизнеспособность, и в последующие годы происходило ее разрастание с добавлением новых систем и устройств. Успешный опыт эксплуатации системы позволил масштабировать и расширять ее. Аналогичный подход был использован для передачи осциллографических сигналов с индукционных датчиков в автоматизированной системе контроля пучка ускорителя [3].

### 3. ДОСТОИНСТВА СИСТЕМЫ

Основной идеей при разработке системы было использование метода MultiCast и формата XML при передаче данных. Последующие годы эксплуатации системы выявили ряд дополнительных возможностей.

### 3.1. МЕТОД MultiCast

Использование метода MultiCast при передаче данных позволило снизить нагрузку не только на компьютерную сеть, но и на серверы оборудования и клиентские компьютеры. Multicast является маршрутизируемым протоколом, что позволяет обмениваться данными как между защищенными локальными сетями системы ускорителем, так и сетями общего пользования.

### 3.2. РАСШИРЕНИЕ СИСТЕМЫ

На линейном ускорителе происходит модернизация оборудования, связанная с автоматизацией существующего и нового оборудования. Использование формата XML существенно упрощает интеграцию новых систем и устройств в ССД. С начала эксплуатации системы и до настоящего времени происходит добавление новых систем и устройств в ССД. К апрелю 2011 года в ССД представлено 37 различных систем ускорителя с общим количеством устройств более 400. Количество параметров, передаваемых в системе ССД, увеличилось почти в два раза и в настоящее время составляет более одной тысячи сигналов (Рис.3).

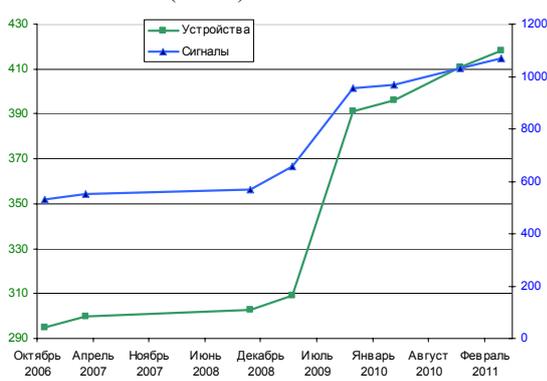


Рис.3. Увеличение количества устройств и сигналов

Система обеспечивает универсальность программного обеспечения: разработанные в начале внедрения ССД клиентские приложения (см. Рис.2) позволяют получать данные с вновь добавленных устройств. Новые клиентские приложения используют существующие наработки в программном обеспечении и имеют доступ ко всей информации, передаваемой в системе, что позволяет сократить время на разработку программного обеспечения при автоматизации существующего и нового оборудования.

### 3.3. БАЗА ДАННЫХ

Внедрение ССД позволило создать иерархическую базу данных (БД) линейного ускорителя. Снимок состояния всех систем сохраняется в формате XML с интервалом в 1 минуту. Благодаря БД появилась возможность восстанавливать предыдущие режимы работы технологического оборудования ускорителя, сравнивать старые и текущие значения параметров различных систем, проводить статистические и научные исследования (Рис.4).

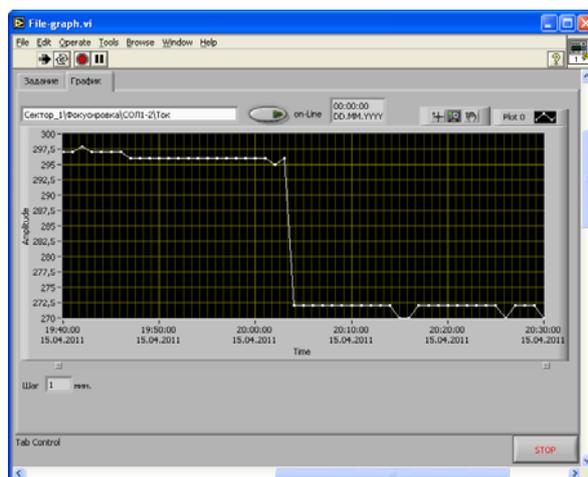


Рис.4 Выборка значения параметра из БД в заданном интервале времени

Накопленный к настоящему времени объем данных составляет около 14 Гбайт.

### 3.4. WEB-СЕРВЕР

Веб-интерфейс к ССД позволяет наблюдать параметры работы ускорителя через сеть Интернет (<http://wl.inr.ru/ssd>). На Web-сервере работает программа ССД, которая «собирает» все данные, передаваемые в системе, и с периодичностью в 10 секунд записывает XML-файл объемом 20...30 кБ. Программа на JavaScript, выполняющаяся в браузере пользователя, разбирает этот файл и представляет данные в виде таблицы (Рис.5).

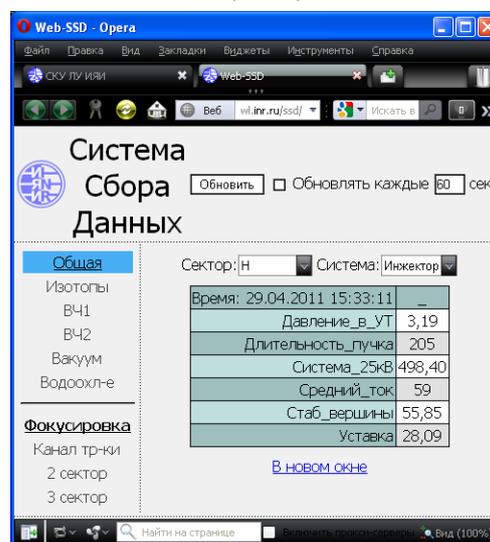


Рис.5 Страница ССД на Web-сервере

Благодаря универсальности ССД добавление или изменение параметров и устройств в системах не приводит к изменению кода страницы.

Дополнительные возможности для визуализации дает использование XSLT-шаблонов, с помощью которых можно задать удобный порядок столбцов и строк таблицы, а также цветовое оформление, облегчающее восприятие. Для автоматизации рутинного процесса создания XSLT-шаблонов была разработана специальная программа (Рис.6).

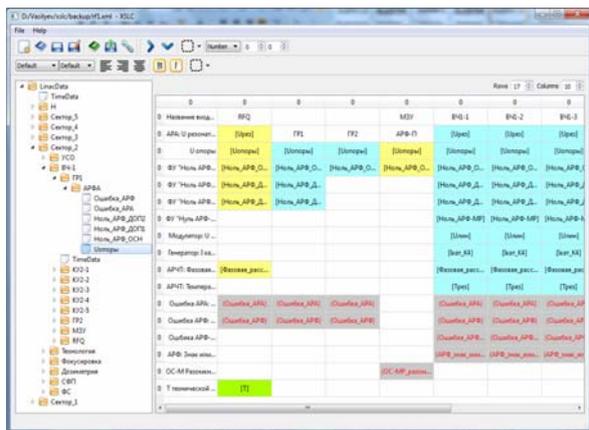


Рис. 6. Приложение для визуального редактирования XSLT-шаблонов

#### 4. ПРОБЛЕМЫ

Основную сложность при разработке системы составил алгоритм разбора формата XML. Использование стандартных функций Microsoft оказалось медленным и ресурсоемким методом и не позволяло работать с системой в «on-line» режиме. Разработанный алгоритм на LabView позволил обрабатывать данные в «on-line» режиме. В настоящее время средняя загрузка процессора компьютера, даже с учетом возросшего количества данных, передаваемых в системе, не превышает 5 %.

При структурировании данных в формат XML происходит увеличение объема данных за счет добавления «служебной» информации. Проведенные измерения показали, что загрузка сети от системы ССД увеличивается примерно на 100 кбит/с, а объем данных в БД за сутки работы ускорителя составляет около 40...50 Мбайт. Это не является существенным, так как в настоящее время имеются технические средства, такие как гигабитная локальная сеть и гигабайтные средства хранения информации.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Система сбора данных позволила сэкономить значительное время на разработку программного обеспечения при автоматизации существующего и нового оборудования и интегрировании его в существующую систему управления ускорителем. Решена проблема подключения большого количества клиентских приложений без дополнительной нагрузки на серверы оборудования и компьютерную сеть. Создание единой БД позволило иметь доступ к данным о параметрах различных систем и устройств ускорителя в различные промежутки времени. Все это облегчило настройку и эксплуатацию линейного ускорителя и проведение научных исследований.

Данная работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, контракт № 16.518.11.7037

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О.В. Грехов, А.Н. Другаков, Ю.В. Киселев. Система управления линейным ускорителем ИЯИ РАН // *Вопросы атомной науки и техники. Серия «Ядерно-физические исследования»*. 2008, №3, с.64-67.
2. О.В. Грехов. Система сбора данных линейного ускорителя ИЯИ РАН // *Тезисы докладов XX Международного семинара по ускорителям заряженных частиц*. Харьков, с.86, 2007.
3. П.И. Рейнгардт-Никулин, С.Е. Брагин, О.В. Грехов, А.В. Фещенко, И.А. Васильев, Ю.В. Киселев, А.Н. Мирзоян, О.М. Володкевич. Автоматизированная система магнитоиндукционного мониторинга пучка протонов линейного ускорителя ИЯИ РАН // *Вопросы атомной науки и техники. Серия «Ядерно-физические исследования»*. 2010, №3, с.35-39.

Статья поступила в редакцию 23.09.2011 г.

## USING DATA ACQUISITION SYSTEM IN INR LINAC

I.A. Vasilyev, O.V. Grekhov

INR Linac is a complex technological object consisting of various systems and devices which parameters are subject to monitoring. To unify the data exchange between clients and equipment servers the Data Acquisition System (DAS) was developed and deployed in 2006. It is a software package that allows receiving information about various systems of the Linac. All software is developed with LabVIEW package. The DAS is based on MultiCast packet transmission on the local network in XML format. The results of five years operation of DAS are presented.

## ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ЗБОРУ ДАНИХ НА ЛІНІЙНОМУ ПРИСКОРЮВАЧІ ІЯД РАН

I.A. Васильєв, О.В. Грехов

Лінійний прискорювач ІЯД РАН є складним технологічним об'єктом, що складається з різних систем і пристроїв, параметри яких необхідно контролювати. Для уніфікації обміну даними між серверами обладнання та клієнтами в 2006 році була розроблена і введена в дію система збору даних (СЗД). Вона являє собою програмний комплекс, виконаний на основі програмного пакету LabVIEW, що дозволяє отримувати інформацію про різні параметри систем прискорювача. СЗД побудована на основі методу передачі даних MultiCast по локальній мережі в форматі XML. У роботі представлені результати використання системи СЗД протягом п'яти років.