

ОРГАНИЗАЦИЯ ОБМЕНА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ ДАННЫМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ MDSPLUS

В.А. Вознесенский, И.Б. Семенов, М.М. Соколов

Работа описывает возможности международной системы управления и сбора данных MDSPlus по обмену экспериментальной информацией на примере проведенного авторами представления данных системы сбора токамака T-10, а также демонстрирует некоторые перспективы внедрения данной системы на российских плазменных установках.

ORGANIZATION OF EXPERIMENTAL DATA EXCHANGE EXPLOITING MDSPLUS SYSTEM. V.A. VOZNESENSKY, I.B. SEMENOV, M.M. SOKOLOV. This paper describes experimental data exchange possibilities of MDSPlus control and data acquisition system and, also, demonstrates some perspectives of this system exploitation in Russian plasma experiments.

ВВЕДЕНИЕ

Перед российским УТС-сообществом стоят проблемы повышения эффективности исследований на существующих и планируемых экспериментальных установках, а также использования результатов международных исследований как на текущий момент, так и в будущем. Одним из условий достижения этих задач является предоставление ученым из разных научных центров и учащимся вузов унифицированного прозрачного доступа к экспериментальной информации, высокопроизводительным вычислительным ресурсам и вычислительным кодам.

Для этой цели во многих странах мира создаются специализированные информационные сети — так называемые Grid-сети. Каждая такая сеть представляет собой группу организаций, предоставляющих свои ресурсы для использования другим членам сети на основании соглашений о разграничении доступа и единых технических стандартов. Примером национальной Grid в области УТС является US Fusion Grid [1]. В качестве стандарта обмена экспериментальными данными в этой сети принят формат системы MDSPlus [2, 3].

MDSPlus — это набор программных средств, позволяющих как представлять данные уже существующих систем управления и сбора данных (SCADA — System Control and Data Acquisition) импульсными экспериментальными установками, так и организовывать такие системы на его основе. Основными разработчиками программного пакета являются Massachusetts Institute of Technology, Center for Nuclear Research (Падуя, Италия) и Los Alamos National Lab. В настоящий момент MDSPlus применяется более чем на 30 установках по всему миру.

В данной работе описываются возможности MDSPlus по обмену данными на примере проведенного авторами представления экспериментальной информации токамака T-10, а также показываются некоторые перспективы внедрения данной системы на российских плазменных установках. За рамками данной статьи остаются, в частности, вопросы организации управления технологической и измерительной аппаратурой, обработки и визуализации экспериментальных данных.

Экспериментальные данные и их представление в MSDPlus. Для каждого эксперимента можно указать перечень данных, подлежащих хранению, таких, как:

- параметры установок измерительной аппаратуры;
- параметры установок управления технологическими системами;
- данные, собранные в ходе измерений;
- параметры и результаты математической обработки;
- комментарии исследователей;
- описания действий по настройке устройств и автоматической обработке данных.

Под элементом (member) понимается информационная ячейка, способная хранить отдельные числа, сигналы, текст комментариев, описания действий и т.д.

Вся информация об импульсе, подлежащая хранению, может быть разделена по некоторым принципам общности, например, принадлежности к различным диагностикам. В MDSPlus заложена идея иерархического (древовидного) разбиения экспериментальных данных о каждом разряде. Такая иерархия аналогична структуре хранимой информации в файловой системе.

В отличие от файловой системы, состоящей из каталогов и файлов, дерево разряда в MDSPlus образуется узлами различного типа. Узлы могут содержать отдельные единицы данных, тогда они являются элементами. Узлы, не содержащие в себе информации, называются структурными (structure). Любой узел может иметь подузлы.

На рис. 1 представлен пример структуры экспериментальных данных разряда в

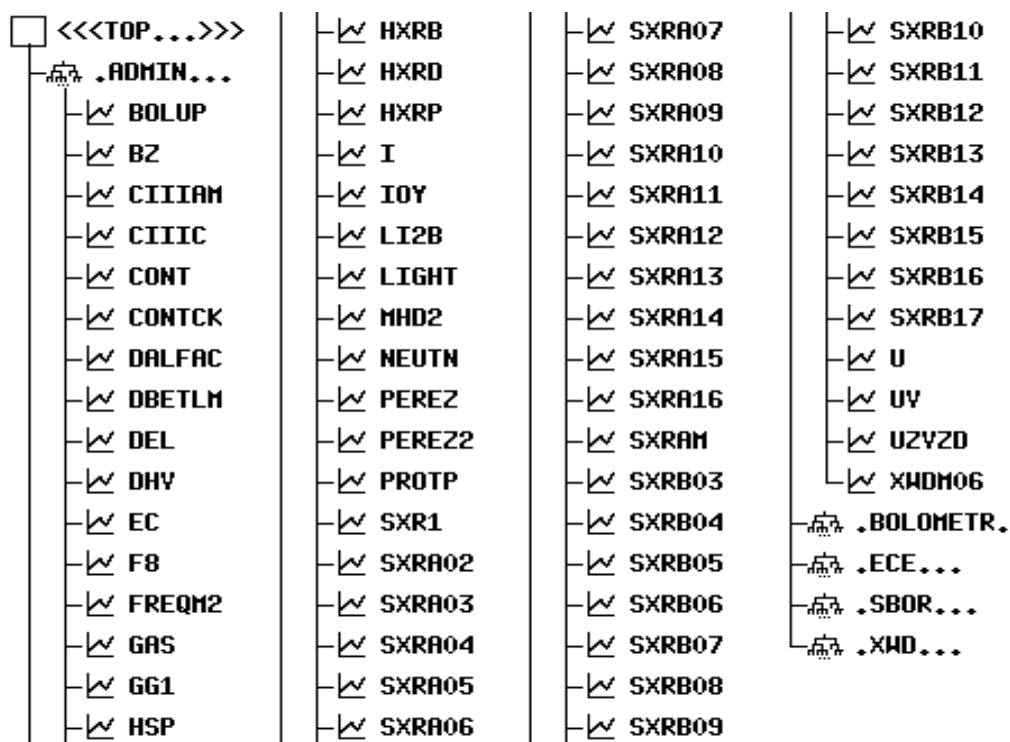


Рис. 1. Пример дерева одного из разрядов базы экспериментальных данных установки Т-10. Корневой узел TOP имеет пять структурных узлов, соответствующих имеющимся в базе данных диагностикам: ADMIN, BOLOMETR, ECE, SBOR, XWD. Узел ADMIN показан со своими подузлами — элементами сигналов

системе сбора установки Т-10. Так как каждый импульс имеет отдельное дерево, возможны изменения количества и видов измерительных и технологических устройств, каналов измерения, вычисляемых параметров, групп диагностик, рабочих групп и т.д. от разряда к разряду.

Таким образом, дерево импульса может представлять собой полное отражение заданных и полученных в ходе экспериментального импульса величин. Иногда такое дерево называют моделью эксперимента. MDSPlus может быть расшифровано как Model Driven System.

Деревья разрядов хранятся в файлах специальной структуры. Редактирование состава и топологии дерева разряда осуществляется как с помощью стандартного оконного графического интерфейса traverser (рис. 2), так и командами через интерпретатор специального алгоритмического языка Tree Command Language (TCL).

Примеры команд на языке TCL:

TCL> edit/new mytree/shot = -1

TCL> add node mynode/usage = signal

TCL> write

Доступ и обмен экспериментальными данными. Доступ к файлам деревьев импульса может осуществляться как с локальной машины стандартными средствами операционной системы, так и по вычислительным сетям через специальные стандартные сетевые сервисы. Для получения и сохранения данных из программ, написанных на алгоритмических языках C, Java, Fortran, IDL, MatLab, LabView и Python, существуют специальные библиотеки подпрограмм.

Это позволяет, в частности, визуализировать и обрабатывать данные из MDSPlus программами, поддерживающими этот формат (например, стандартным графопостроителем dwscope (рис. 3), вычислительными кодами EFIT [4] и TRANSP [5]).

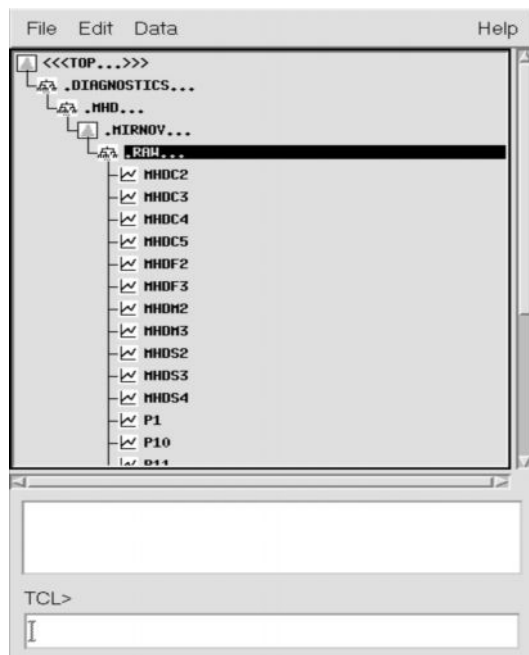


Рис. 2. Пример интерфейсного окна программы редактирования дерева traverser

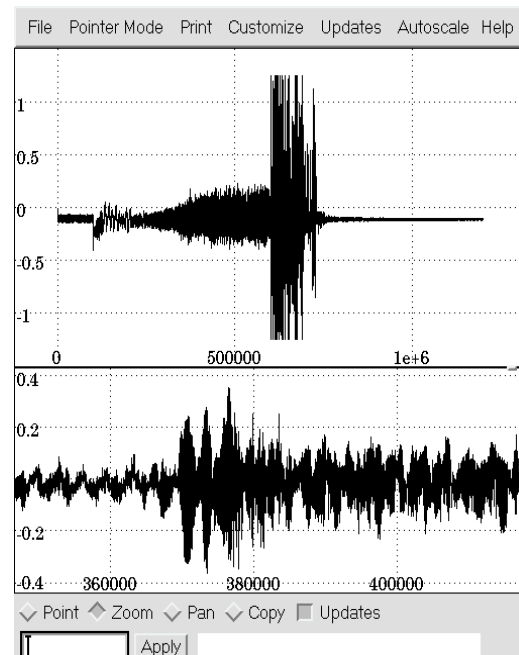


Рис. 3. Пример интерфейсного окна стандартного графопостроителя dwscope

Для манипуляции данными внутри системы MDSPlus был введен алгоритмический язык Tree Data Interface (TDI). Синтаксис языка TDI близок синтаксису языка С. Любая информация, хранимая в элементе дерева разряда, может быть описана выражением на этом языке.

Например, пользователь может сохранить в элементе дерева такое выражение вместо самих данных. Тогда при чтении значения элемента будет выполняться интерпретация этого выражения. Данный механизм дает пользователям широкие возможности по представлению данных из других систем сбора: выражение может включать в себя обращение к абсолютно любым внешним источникам данных.

Представление данных системы сбора токамака Т-10. Система сбора экспериментальных данных DASSQL токамака Т-10 хранит большую часть сигналов, собираемых во время разряда. Каналы измерений, по которым осуществляется сбор данных сигналов, имеют уникальные названия-идентификаторы и группируются по признаку принадлежности к диагностикам. Каждая диагностика, в свою очередь, также идентифицируется именем.

Самым простым в реализации способом представления данных деревом MDSPlus была бы генерация элементов с выражениями типа «сигнал», принадлежащих корневому узлу дерева разряда и имеющих имена представляемых ими каналов, но пользователю было бы крайне неудобно искать нужный ему канал среди сотен других.

Мы применили более сложную схему. Корневому узлу дерева принадлежат структурные узлы, соответствующие зарегистрированным в системе сбора данных Т-10 диагностикам. Узлы диагностик, в свою очередь, являются родительскими для отдельных принадлежащих им сигналов. В результате образуется дерево, представленное на рис. 1.

Реализация представления экспериментальных данных системы сбора Т-10. Разработчиками системы сбора была создана программа DASTCP, призванная служить промежуточным сетевым сервисом между клиентскими программами и SQL-сервером системы и дающая возможность получать хранимые сигналы в текстовом виде. Введение этого звена призвано абстрагировать пользователей системы от реализации хранилища экспериментальной информации.

При инициализации пользователем доступа к дереву разряда срабатывает специальная подпрограмма-функция на языке TDI. Эта подпрограмма, в частности, проверяет наличие файлов для данного импульса и соответствия структуры дерева импульса перечню имеющихся в базе данных сигналов.

При отсутствии в дереве какого-либо сигнала производится генерация соответствующего элемента, после чего в этот элемент записывается TDI-выражение, вызывающее функцию, обращающуюся к упомянутому промежуточному звену. Таким образом, при обращении клиентской программы к MDSPlus для получения какого-либо сигнала MDSPlus возвращает данные, полученные по вычислительной сети из базы токамака Т-10. Для конечного пользователя этот процесс выглядит совершенно прозрачно, как будто данные хранятся на сервере MDSPlus вместе с деревом разряда.

Перспективы использования MDSPlus в России. Нам представляется, что MDSPlus может быть использован в качестве единого стандарта обмена экспериментальными данными в российском УТС-сообществе.

Введение единого стандарта позволит:

- уменьшить затраты на интеграцию вычислительного и контрольно-измерительного программного обеспечения, используемого в области УТС в России;
- дать российским исследователям и студентам единую среду обмена данными экспериментальных установок.

Использование общераспространенного международного стандарта позволит:

- использовать имеющиеся заграничные разработки;
- предлагать собственные разработки за рубеж;
- обмениваться данными с зарубежными научными центрами.

Для внедрения этого стандарта кроме проведения соответствующих работ на установках потребуется юридическое оформление лицензионного соглашения с организациями — разработчиками системы.

Выводы. В этой работе на примере токамака Т-10 показана принципиальная возможность представления данных различных систем сбора импульсных экспериментальных установок с помощью международной системы MDSPlus.

Данная система может быть, в частности, успешно использована для внутри-российского и международного обмена экспериментальной информацией. Это позволит интенсифицировать работу исследователей, повысить эффективность работы экспериментальных установок, включить студентов вузов в научный процесс, сделать российское УТС-сообщество более привлекательным для научного обмена.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Keahey K., Fredian T., Peng Q., Schissel D.P., Thompson M., Foster I., Greenwald M., McCune D.** Computational Grids in Action: the National Fusion Collaboratory. — Future Generation Computer System, 2001.
2. **Stillerman J., Fredian T., Klare K., Manduchi G.** MDSPlus data acquisition system. — Review of Scientific Instruments, 1997, vol. 68(1), p. 939.
3. **Вознесенский В.А., Семенов И.Б.** Международная система управления и сбора данных (SCADA) MDSPlus и возможности ее использования на российских токамаках: Препринт ИАЭ-6249/14. М., 2002.
4. **Lao L., John H., Stambaugh R., Kellman A., Pfeiffer W.** Reconstruction of current profile parameters and plasma shapes in tokamaks. — Nuclear Fusion, 1985, vol. 25, № 11, p. 1611.
5. **Budny R. and the TFTR group.** Deuterium recycling, confinement and limiter fluid in TFTR. — J. Nuclear Mater., 1990, vol. 176—177, p. 427.

Статья поступила в редакцию 10 ноября 2003 г.

Вопросы атомной науки и техники.

Сер. Термоядерный синтез, 2003, вып. 4, с. 68—72.