

## ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПОДСИСТЕМ СБОРА ДАННЫХ ТОКАМАКА КТМ

Овчинников А.В., Ерусаяев А.П., Шарнин А.В.

Научный руководитель Павлов В.М., к.т.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: nix280984@sibmail.com

Детектирование параметров высокотемпературной плазмы на установках типа токамак осуществляется специализированными приборными комплексами, которые называются диагностиками. Для автоматизации процессов сбора, предварительной обработки и регистрации данных с диагностик в составе системы автоматизации экспериментов (САЭ) на токамаке КТМ [1] выделяются подсистемы сбора данных (ПСД).

ПСД представляет собой систему сбора данных на базе ЭВМ архитектуры Industrial PC, модулей устройств связи с объектом (УСО), и модуля локальной синхронизации (ЛМС) (рис. 1).

В качестве модулей УСО, применяются как медленные (частота регистрации от 10 Гц до 100 кГц на канал), так и быстрые (частота регистрации от 100 кГц до 2 МГц на канал и выше) модули АЦП, модули цифрового ввода изображения (поток данных от диагностики до 128 Мбайт/с), а также модули контроллеров последовательных интерфейсов.

Одновременность моментов начала и окончания эксперимента, а также отработку аварийных событий в САЭ КТМ обеспечивает подсистема синхронизации и противоаварийной защиты. Сигналы начала и окончания регистрации данных из подсистемы синхронизации передаются в модули локальной синхронизации ПСД по оптоволоконной линии связи. В свою очередь ЛМС обеспечивает формирование тактовых импульсов для устройств ПСД и выполняет генерацию аварийных сигналов в случае сбоя в ее работе. Данные с модулей УСО передаются по системной шине в ОЗУ

ЭВМ и буферизируются во Flash-памяти в течение эксперимента. Связь ПСД с верхним уровнем информационно-измерительной системы (ИИС) осуществляется по сети Ethernet FX через электронно-оптический преобразователь (ЭОП).

Функционирование ПСД, как и САЭ КТМ в целом, привязано к сериям повторяющихся подрежимов работы токамака «разряд-пауза». Длительность подрежимов «разряд» и «пауза» устанавливается регламентом работы КТМ и равна 5 с и 11 минут соответственно.

На основе имеющихся проектных данных о ИИС КТМ [2, 3], а также алгоритма работы САЭ КТМ, был сформулирован перечень требований, которым должно соответствовать программное обеспечение ПСД.

Во-первых: программное обеспечение ПСД должно обеспечивать надежное сохранение экспериментальных данных без потерь.

Во-вторых: ПСД, а следовательно и их программное обеспечение, должно работать в автономном режиме с возможностью удаленной настройки с верхнего уровня ИИС.

В-третьих: работа в автономном режиме предполагает ужесточение требований к надежности программного обеспечения.

В-четвертых: при разработке программного обеспечения целесообразным является стремление к его унификации, так как с точки зрения специального программного обеспечения отдельные ПСД отличаются друг от друга только составом и типом модулей УСО.

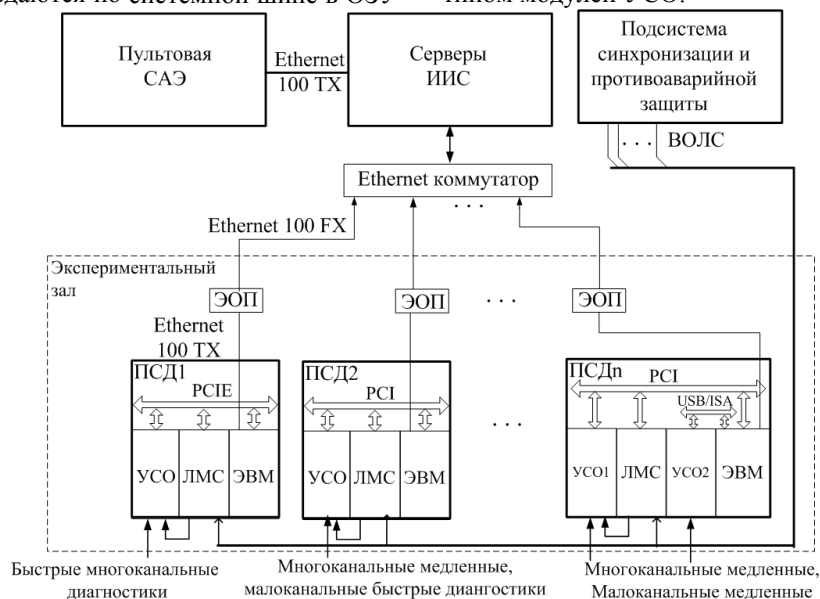


Рис. 1. Архитектура подсистем сбора данных КТМ

В-пятых: зачастую драйверы модулей УСО и библиотеки для работы с ними не являются кросс-платформенными и поставляются разработчиками для конкретной операционной системы, что приводит к использованию в подсистемах нескольких операционных систем. Следовательно, унификация программного обеспечения ПСД связана с выполнением требования его переносимости на платформы различных операционных систем.

С учетом изложенных выше требований предлагается структура программного обеспечения, показанная на рис. 2.

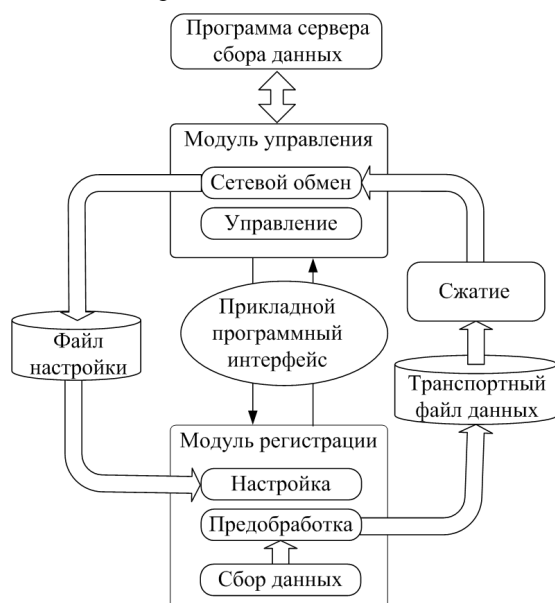


Рис. 2. Структура программного обеспечения ПСД

Программное обеспечение ПСД предлагается реализовать в виде системы из двух взаимодействующих программных модулей (процессов): модуля регистрации и модуля управления.

Первый из программных модулей – модуль регистрации, выполняет функции сбора, предварительной обработки и сохранения данных на Flash-диск ЭВМ в течение подрежима разряда, а также функции настройки и сжатия данных в течение подрежима межразрядной паузы. Реализация данного модуля тесно связана с аппаратной частью ПСД, поэтому он является уникальным для каждой из ПСД. В зависимости от типа и сложности используемого модуля УСО этот модуль может включать в свой состав программу сбора данных, физически выполняющуюся на процессоре или микроконтроллере интеллектуального модуля УСО, а также программу взаимодействия с УСО, которая выполняется на ЭВМ.

Вторым программным модулем на рис. 2 показан модуль управления ПСД. Этот модуль является унифицированным для всех ПСД и предна-

значен для общей координации работы ПСД с учетом текущего подрежима САЭ КТМ. В состав этого модуля входит программа сетевого взаимодействия с сервером регистрации данных и программа удаленного управления.

Программа управления в составе модуля управления ПСД производит формирование сигнала текущего состояния ПСД, анализ ответного управляющего сигнала от подсистемы синхронизации и его трансляция другим программным модулям через программный интерфейс. В основе реализации этого интерфейса лежит использование стандартных механизмов межпроцессного взаимодействия – разделяемая память и сигналы.

С целью унификации программного обеспечения также разработаны единые форматы файла настройки и транспортного файла данных. Транспортный файл данных, предназначен для сохранения данных, полученных программным модулем регистрации на Flash-диске ЭВМ ПСД. Формат этого файла был специально разработан таким, чтобы максимально сократить время его загрузки в базу данных результатов экспериментов сервера регистрации данных КТМ. По окончании сохранения экспериментальных данных, транспортный файл подвергается сжатию и передается на сервер сбора данных. Программа сжатия данных запускается программой управления и осуществляет сжатие по стандартному алгоритму.

Файл настройки содержит уникальный для каждой из ПСД перечень и значения параметров конфигурации ПСД в целом и отдельных модулей УСО. Формирование файла настройки ПСД производится оператором, на сервере сбора данных на этапе подготовки к эксперименту.

Подводя итоги, следует отметить, что на сегодняшний день большая часть работ по реализации комплекса программного обеспечения ПСД завершена. Предложенная выше структура программного обеспечения была установлена на двух ПСД диагностик КТМ, проведены автономные испытания.

#### Список литературы

1. Azizov E.A., Dokouka V. N., Dvorkin N.Ya. Kazakhstan tokamak for material testing (КТМ) //Plasma Devices and Operations. – 2003. – Т. 1. – № 11. С. 39-55.
2. Шарнин А.В., Байструков К.И., Громаков Е.И., Драпико Е.А, Павлов В.М., Кудрявцев В.А. Информационно-измерительная система токамака КТМ. //Тезисы докладов X Всероссийской Конференции "Диагностика высокотемпературной плазмы" – Троицк, 2003. – С. 38-39.
3. Тихомиров Л.Н., Тажибаева И.Л., Павлов В.М., Байструков К.И., Драпико Е.А., Шарнин А.В., Кудрявцев В.А. Структура программного комплекса системы автоматизации экспериментов токамака КТМ. //Известия ВУЗов. Физика – 2004. – Т. 1. – № 11. С. 56-63. 5.