



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ИФВЭ 2002–1
ОЭА

А.Ф. Дунайцев, В.В. Котляр, Ю.А. Лазин, А. П. Леонов, Г.Д. Некипелова,
Н.Н. Рабский, А.В. Савельев, А.Н. Сытин, С.Н. Федотов

**РАЗРАБОТКА ДЕТЕКТОРОВ И ЭЛЕКТРОНИКИ
ДЛЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ
С ВЫХОДОМ В *INTERNET***

*Направлено в журнал
«Инженерная физика»*

Протвино 2002

Аннотация

Дунайцев А.Ф., Котляр В.В., Лазин Ю.А. и др. Разработка детекторов и электроники для фундаментальных исследований в области физики высоких энергий с использованием компьютерной сети с выходом в *Internet*: Препринт ИФВЭ 2002–1. – Протвино, 2002. – 6 с., 1 рис., 1 табл., библиогр.: 3.

Рассматриваются структура компьютерной сети, особенности формирования неоднородной интегрированной среды для разработки детекторов и электроники, организация базы данных, правила доступа к ней.

Abstract

Dunaitsev A.F., Kotljar V.V., Lazin Yu.A. et al. Development of Detectors and Electronics for Researches in the Sphere of the High Energy Physics: IHEP Preprint 2002–1. – Protvino, 2002. – p. 6 , fig. 1, table 1, refs.: 3.

Structure of the network, heterogeneous environment for the development of detectors and electronics, organization and rules of access to the data base are discussed.

Большая сложность и высокая стоимость современных экспериментальных установок для фундаментальных исследований в области физики высоких энергий делают необходимым сотрудничество научных центров в процессе их создания. Для обеспечения гибкости в процессе разработки, повышения качества конструирования, уменьшения затрат времени на создание и, как итог, для снижения стоимости экспериментальной установки в ГНЦ ИФВЭ создана компьютерная сеть, объединяющая персональные ЭВМ (ПЭВМ) системо- и схемотехников, конструкторов, технологов, а также физиков [1]; создана база данных проектов и обеспечен доступ к ней по Internet для других научных центров и предприятий.

1. Структура компьютерной сети с выходом в Internet

На **рис. 1** приведена структура компьютерной сети, созданной в ГНЦ ИФВЭ, которая включает:

- сервер;
- распределенную систему, объединяющую разработчиков детекторов и электроники (моделирование, расчеты, разработка программного обеспечения);
- распределенную систему, обеспечивающую конструкторское проектирование;
- технологический файл-сервер для осуществления подготовки производства;
- локальную сеть для управления технологическим оборудованием.

Центральным звеном компьютерной сети с выходом в Internet является сервер, созданный на базе рабочей станции AlphaStation 255 с AlphaCPU-300MHz, который функционирует под управлением операционной системы "COMPAQ Tru64 UNIX" и выполняет следующие функции:

- WWW-сервера с помощью программного пакета "Apache" version 1.3.12-25;
- FTP-сервера (пакет Wu _FTP version 2.6.1-16);
- DataBase-сервера (пакет MySQL version 3.23.26-1).

Взаимодействие базы данных и WWW-сервера осуществляется через PERL-DBI version 1.14-10 при помощи языка PERL version 5.6.0-10.

В качестве аппаратного наполнения сервер имеет внешнюю дисковую стойку ВА35Х-VA для использования до 6 SCSI дисков емкостью по 9 Гб (сейчас доступно 12 Гб), 192 Мб оперативной памяти, а для архивирования массивов данных подключен ленточный накопитель DLT TZ88 на 40 Гб.

Для наполнения базы данных и обеспечения гибкости в процессе конструирования изделия сформирована неоднородная интегрированная среда, в которую с помощью сети Ethernet объединены более 70 пользователей разных специальностей (физики, системотехники, схемотехники, конструкторы, технологии). Поскольку пользователи используют различное программное обеспечение (ANSYS, SPICE, PCAD, ACAD и др.), необходимо обеспечить представление результатов предшествующих этапов проектирования в виде, достаточном для его продолже-

ния, и возможность обратной коррекции [2]. Например, в процессе разработки электронной аппаратуры необходимо обеспечить передачу данных из PCAD в ACAD и наоборот.

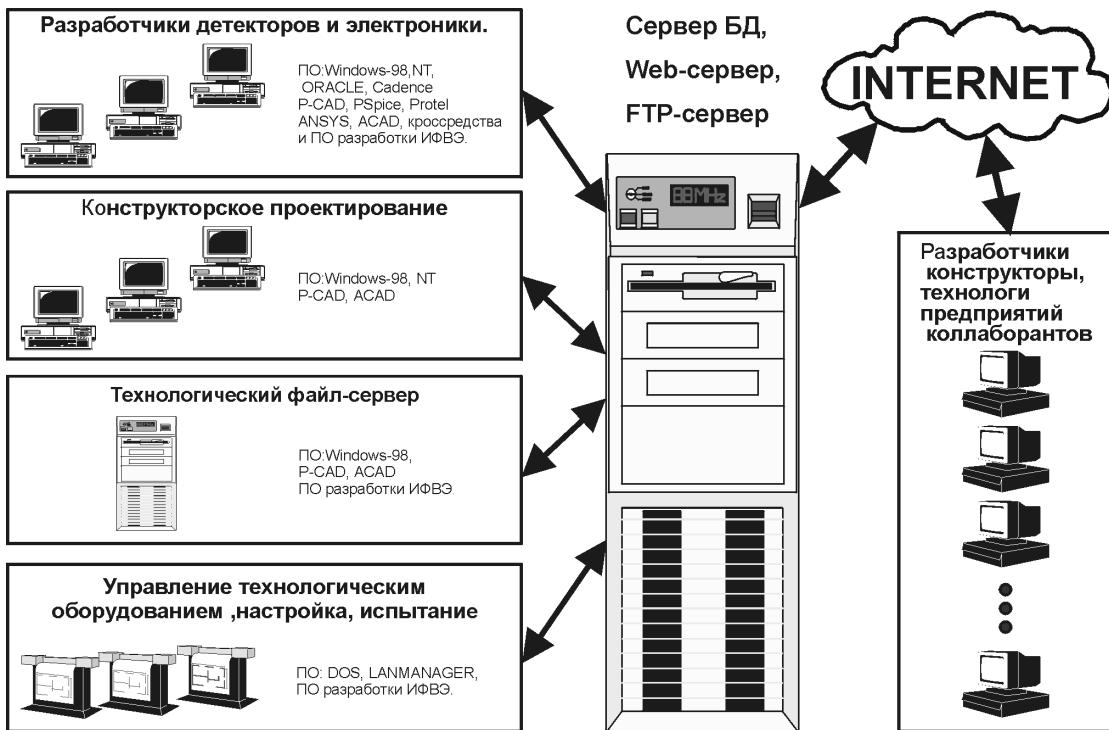


Рис. 1. Структура компьютерной сети с выходом в Internet.

По своей конфигурации интегрированная неоднородная среда должна быть *открытой*, что является оправданным в условиях постоянного совершенствования программно-аппаратных средств. Однако следует учитывать, что изменения в программном обеспечении (ПО) приводят к изменениям в методическом и организационном обеспечении среды.

Распределенная система для разработки детекторов и электроники позволяет осуществлять *алгоритмическое, структурное, функциональное и схемотехническое проектирование*, а также *методическое и организационное обеспечение* всего процесса проектирования [1]. Она представляет собой локальную сеть, объединяющую ПЭВМ разработчиков, на которых установлено соответствующее системное и прикладное ПО (рис. 1).

ПО ПЭВМ распределенной системы, обеспечивающей конструкторское проектирование, содержит минимальный набор программ, необходимых для создания чертежей, проектирования печатных плат электронной аппаратуры и выпуска конструкторской документации. Средства моделирования и расчета на этом уровне не используются, но в обязательном порядке обеспечивается возможность возврата на предыдущий уровень (разработки детекторов и электроники) для проверочного моделирования и расчета реально спроектированных устройств.

На базе ПЭВМ PentiumIII-500 создан технологический файл-сервер, включенный в локальную сеть и подключенный к центральному серверу AlphaStation. На нем на основе данных, полученных с центрального сервера, осуществляется подготовка и передача по Ethernet информации для автоматизированного технологического оборудования, организованы архивы для каждого типа данных. На технологическом сервере установлены операционная система Windows 98, пакеты ACAD и PCAD, а также программное обеспечение, разработанное в ИФВЭ и оптимизирующее работу технологического оборудования.

На встроенных ПЭВМ автоматизированного оборудования установлена сетевая операционная система LAN MANAGER 3.3, обеспечивающая доступ к технологическому файл-

серверу. Встроенные ПЭВМ сконфигурированы для работы в трех режимах: доступа к файл-серверу и копирования данных; обработки данных прикладными программами и управления оборудованием; работы с текстовыми редакторами.

Для обеспечения возможности использования базы данных ГНЦ ИФВЭ (как и базы данных любого другого научного центра) в процессе совместной разработки экспериментальных установок необходимо, чтобы сотрудничающие предприятия применяли:

- идентичные инструменты проектирования;
- идентичные форматы данных, хранящиеся в базах данных, предназначенных для доступа сотрудничающих предприятий;
- единые правила доступа к базам данных для всех сотрудничающих коллективов.

Очевидно, что о выполнении указанных требований сотрудничающие предприятия могут договориться перед началом совместной разработки.

2. Организация базы данных

База данных организована по функциональному принципу и имеет следующую структуру:

- **Конструктивы электроники**
 - [КАМАК](#)
 - [VME](#)
 - [Multibus-1](#)
 - СУММА (ВЕКТОР)
 - [МИСС](#)
 - Чебурашка
 - Вишня
- **Библиотека**
 - диоды
 - [светодиоды](#)
 - [стабилизаторы](#)
 - [транзисторы](#)
 - [транзисторы полевые](#)
 - [тиристоры](#)
 - [аналоговые микросхемы](#)
 - [цифровые микросхемы](#)
 - [микросхемы памяти](#)
 - [микропроцессоры](#)
 - [резисторы](#)
 - [конденсаторы](#)
 - [индуктивности](#)
 - [трансформаторы](#)
 - [реле](#)
 - [разъемы](#)
 - [переключатели](#)
 - [кварцевые резонаторы](#)
 - [контактные площадки](#)
 - [крепежные отверстия](#)

- Электроника сбора и обработки экспериментальной информации
 - аналоговые модули
 - [усилители](#)
 - [аналоговые модули ввода-вывода](#)
 - модули аналоговой обработки
 - модули ввода-вывода информации
 - [счетчики](#)
 - [входные и выходные регистры](#)
 - [модули памяти](#)
 - [модули логической обработки](#)
 - [служебные модули](#)
 - системные модули
 - [каркасные контроллеры](#)
 - [автономные и дополнительные контроллеры](#)
 - [интерфейсы и модули связи](#)
- Диагностика пучков заряженных частиц
 - [детекторы](#)
 - [электроника нижнего уровня](#)
 - [электроника верхнего уровня](#)
- Системы контроля и управления
 - [электроника управления](#)
 - [системы синхронизации](#)
 - [модули для обработки сигналов с аналоговых датчиков](#)
 - [модули для обработки сигналов с цифровых датчиков](#)
 - усилители мощности
- Узлы детекторов экспериментальных установок
 - [адронный калориметр эксперимента LHCb](#)
- Аппаратура различного назначения
 - аппаратура для систем инженерного обеспечения
 - аппаратура, используемая в других областях народного хозяйства
- [Сотрудничество с ДЕЗИ](#)

Созданная база данных включает:

- 8 функциональных разделов (например, «конструктивы электроники», «электроника сбора и обработки экспериментальной информации», «диагностика пучков заряженных частиц» и другие);
- набор каталогов для каждого функционального раздела (например, каталоги – «аналоговые модули», «модули логической обработки», «системные модули» и другие для раздела «электроника сбора и обработки экспериментальной информации»);
- набор подкаталогов для каждого каталога (например, каталог «аналоговые модули» состоит из подкаталогов «усилители», «аналоговые модули ввода» и так далее);
- набор проектов (групп файлов), из которых формируются подкаталоги, каждая группа файлов (проект) объединена общим названием и содержит информацию только об одном конкретном изделии.

При выборе определенного подкatalogа (например, «аналоговые модули ввода-вывода» из каталога «аналоговые модули» в разделе «Электроника сбора и обработки экспериментальной информации») на экран выводится информация, представленная в **табл. 1**.

Таблица 1. Содержание подкatalogа (пример).

Номер	Название изделия	Конструктив	Дата	Инструмент проектирования	Действие
43360	PHOS-QDC344	КАМАК	2000-06-30	PCAD 8.5	описание
42972	ААВ	КАМАК	2000-06-10	PCAD 8.5	описание
40462	ЛЭ-61М	МИСС	1999-03-30	PCAD 4.5	описание
33590	MONS	НЕСТ	1998-02-17	PCAD 4.5	описание
28062	ЛЭ-59М	МИСС	1997-05-14	PCAD 4.5	описание
25831	П-267Т	НЕСТ	1997-05-21	PCAD 4.5	описание

При выборе файла описания (например, для PHOS-QDC344) пользователю предоставляется следующая информация:

Наименование: PHOS-QDC344 – преобразователь заряд-цифра.

Группа: Аналоговые модули / Аналоговые модули ввода-вывода.

Дата: 30.06.00.

Конструктив КАМАК.

Заказчик: Исаев.

Исполнитель: Иванова.

Отдел: ОЭ.

НАЗНАЧЕНИЕ МОДУЛЯ

Модуль предназначен для работы в составе подсистемы калориметрии экспериментальных установок и представляет 32-канальный 12-разрядный стробируемый зарядо-чувствительный АЦП с мультиплексированием входных сигналов и памятью на одно событие.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Динамический диапазон – 25 нКул. / 12 дв. разр.

Время преобразования – 20 мкс.

Длительность строб-импульса – 0.2 - 2.5 мкс.

Максимальное разрешение – 6 пКул/отсчет.

Входное сопротивление канала – 50 Ом.

Потребляемая мощность +6В x 0.5 А, -6В x 0.2 А, +24 В x 0.15 А, -24 В x 0.12 А.

Просмотрев описания проектов подкatalogа, пользователь может выбрать модуль, который по техническим характеристикам подходит для использования в создаваемой им системе. Дальнейшие действия пользователя зависят от того, к какой категории он относится.

3. Правила доступа к базе данных

Все пользователи базы данных разделяются на «внутренних» (сотрудники данного предприятия) и «внешних» (сотрудники предприятий-коллaborантов).

По уровню доступа внутренние пользователи подразделяются на 4 категории:

- Категория «все пользователи». Имеет доступ в режиме чтения к Web-страничке по адресу <http://deneb.ihep.su/~oea2000>, каталогам «конструктивы электроники», «библиотека» и текстовым файлам описания любого проекта. По поводу использования базы данных конкретного проекта необходимо обратиться к одной из персон для контакта, адреса которых приведены на Web-страничке.

- Категория «разработчики и конструкторы». Кроме возможностей, предоставляемых категории «все пользователи», имеет права чтения всех файлов, относящихся к проектам, разрабатываемым в данной лаборатории (группе, отделе), и их модификации. Запись модифицированной информации в базу данных осуществляется только ее администратором после выполнения определенных формальных процедур.
- Категория «технологи». Имеет право чтения тех файлов, которые необходимы для технологической подготовки производства, например, файлов с расширением .PCB, технологическая информация хранится на технологическом сервере и, по умолчанию, не записывается в базу данных.
- Категория «администратор». Имеет право чтения и записи любых файлов базы данных.

Внешние пользователи подразделяются на две группы:

- Категория «все пользователи». Имеет права, идентичные этой же категории внутренних пользователей.
- Категория «коллaborанты». Кроме прав категории «все пользователи», имеет доступ ко всем файлам совместного проекта с правом их чтения; модификация файлов и их обратная запись в базу данных ИФВЭ осуществляются по согласованию с разработчиком (конструктором) и администратором базы данных.

Заключение

В созданной базе данных найдут интересующую их информацию и физики, и системотехники, и схемотехники, и конструкторы, и технологии. Она эффективно может использоваться при проведении телеконференций. Использование доступа к базе данных через Internet обеспечивает гибкость в реализации совместных проектов, сокращение сроков и стоимости создания научного оборудования, эффективность выполнения отдельных этапов работ в разных научных центрах, в том числе и в зарубежных, оперативную коррекцию базы данных из различных источников.

С использованием данной компьютерной сети совместно с CERN были выполнены работы по конструированию адронного калориметра для эксперимента LHCb, и совместно с DESY разработан набор электронных модулей в стандарте VME для системы контроля экспериментального участка TTF [3]. Начаты совместные с FNAL работы по проектированию электромагнитного калориметра для экспериментальной установки Би-ГэВ.

Список литературы

- [1] Дунайцев А.Ф., Леонов А.П., Лукьянцев А.Ф. и др. Об организации интегрированной системы автоматизированного проектирования и производства радиоэлектронной аппаратуры для проведения исследований в области физики высоких энергий. // Инженерная физика, №1, Москва, 2000.
- [2] Леонов А.П. О подходе к выбору инструмента для автоматизированного проектирования печатных плат. – Препринт ИФВЭ 2000-8, Протвино, 2000.
- [3] Lund-Nielsen J., Rehlich K., Simrock S., Chernousko Y. Hardware Developments for the Low Level RF System in the TESLA Test Facility. В сб. трудов «XVII Совещание по ускорителям заряженных частиц», т. 1, с. 184, Протвино, 2000.

Рукопись поступила 8 января 2002 года.

А.Ф. Дунайцев и др.

Разработка детекторов и электроники для фундаментальных исследований в области физики высоких энергий с использованием компьютерной сети с выходом в Internet.
Оригинал-макет подготовлен с помощью системы Word.

Редактор Н.В.Ежела.

Технический редактор Н.В.Орлова.

Подписано к печати. 22.01.2002. Формат 60 x 84/8. Офсетная печать.

Печ.л. 0,75. Уч.-изд.л. 0,6. Тираж 130. Заказ 1. Индекс 3649.

ЛР №020498 17.04.1997.

ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий,
142284, Протвино Московской области

Индекс 3649

ПРЕПРИНТ 2002-1, ИФВЭ, 2002