

УДК 621.43.001.572+681.518.52/54

А.Г. КОНЦЕВИЧ

ГП НПКГ «Зоря»-«Машпроект», Николаев, Украина

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СУБД И СТРУКТУРЫ БД, ПРИМЕНЯЕМОЙ В СИСТЕМЕ ДИАГНОСТИКИ ГТД

Рассмотрен вопрос построения надежной, защищенной, отказоустойчивой БД для хранения архивов параметров в системе технической параметрической диагностики ГТД. Предложена структура такой БД. Показаны преимущества реализации БД параметров на базе открытого программного обеспечения.

система параметрической технической диагностики, архивы параметров, база данных, открытое программное обеспечение

Пакет программного обеспечения системы параметрической технической диагностики (СД) предназначен для постоянного непрерывного контроля технического состояния (ТС) двигателя двигателей ДГ-90, ДН-80, ДУ-80, ДН-70, ДЖ-59, ДР-59 и др. производства ГП НПКГ «Зоря»-«Машпроект», по параметрам, регистрируемым САУ, обнаружения неисправностей двигателя и его подсистем на ранней стадии развития, с целью недопущения возникновения вторичных дефектов, прогнозирования ТС двигателя, поддержки оператора при принятии решений по проведению мероприятий технического обслуживания (ТО). Данная СД является настраиваемой и адаптируется применительно к индивидуальным особенностям конкретного двигателя.

Данные функции реализованы благодаря применению универсального математического аппарата искусственных нейронных сетей (ИНС), на базе которого построена большая часть алгоритмов СД. ИНС реализуют новейшие достижения информационных компьютерных технологий и успешно применяются при решении широкого класса научно-технических задач, таких, например, как аппроксимация многомерных нелинейных функций, прогнозирование во времени процессов, зависящих от многих переменных, классификация по многим признакам, обеспечивающая разбиение входного пространства на области, средство распознавания образов и др.

В состав программного обеспечения (ПО) СД входит блок, отвечающий за организацию БД и предоставляющий механизм запроса данных из базы. БД предназначена для записи, хранения архивов параметров и обеспечения диагностических алгоритмов необходимой информацией для проведения тренд-анализа, прогнозирования ТС, ретроспективного анализа параметров и т.п. Используемая система управления базой данных (СУБД) содержит удобные механизмы поиска запрашиваемых данных (на базе стандарта SQL), что позволяет получать подмножества архивов параметров, сгруппированных по схожим признакам: внешние условия, режим работы ГТД и т.д.. При диагностическом анализе таких подмножеств снижается вероятность принятия отклонений, вызванных, например, влиянием внешних условий, за отклонения, вызванные дефектами ГТД. СУБД также содержит инструменты обеспечения защиты данных от несанкционированного доступа и механизм удаленного доступа к архивам.

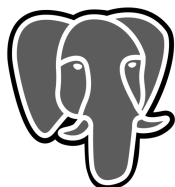
К системе управления базами данных (СУБД), применяемой для хранения, обработки и предоставления архивов параметров, СД предъявляет повышенные требования:

- гарантия высокой производительности и отказоустойчивости СУБД;
- обеспечение надежной работы для непрерыв-

ной фиксации параметров во время функционирования ГТД;

- наличие многоуровневой защиты от несанкционированного доступа;
- присутствие сетевого защищенного интерфейса для соединения с СД посредством шифрованного канала типа SSL и предоставление интерфейса для экспорта требуемых параметров ГТД в электронные таблицы (типа OpenOffice.org Calc или Microsoft Excel) или в любое другое пользовательское приложение через стандартный интерфейс (например, ODBC или JDBC).

PostgreSQL



После проведения сравнения различных коммерческих и СУБД с открытым исходным кодом, для удовлетворения перечисленных требований СД, была

выбрана СУБД PostgreSQL – объектно-реляционная система управления базами данных (СУБД), которая имеет традиционные возможности коммерческих СУБД с расширениями, которые есть в СУБД нового поколения. PostgreSQL – это свободное и полностью открытое программное обеспечение.

Возможности. PostgreSQL имеет большинство возможностей представленных в больших коммерческих СУБД, такие как: транзакции, подзапросы, триггеры, представления, ссылочной целостности вторичного ключа и разные блокировки. У нас есть некоторые возможности, которых нет у них: типы, определяемые пользователем, механизм наследования, правила и конкурентное многоверсионное управление для работы с содержимым блокировок. Перечисленные функции дают гарантии целостности и непротиворечивости данных и позволяют СД получать любые подмножества архивов параметров, сгруппированных по схожим признакам, при диагностическом анализе которых снижается вероятность принятия ложных диагнозов.

Производительность PostgreSQL основывается на использовании индексов, интеллектуальном планировании запросов, тонкой системы блокировок, системе управления буферами памяти и кэширования, превосходной масштабируемости при конкурентной работе. Производительность PostgreSQL сходна с другими коммерческими СУБД и с СУБД с открытым исходным кодом и находится в пределах $\pm 10\%$ по сравнению с другими СУБД. Низкая требовательность PostgreSQL к ресурсам и гибкая система блокировок обеспечивают его шкалирование, в то время как индексы и управление буферами обеспечивают хорошую управляемость СД даже при высоких нагрузках.

Безопасность данных также является важнейшим аспектом любой СУБД. В PostgreSQL она обеспечивается 4-мя уровнями безопасности:

- уровни доступа в СУБД отделены от прав доступа операционной системы, PostgreSQL также нельзя запустить под привилегированным пользователем;
- трафика между клиентом и сервером шифруется (SSL, SSH);
- сложная система аутентификации на уровне хоста или IP адреса/подсети. Система аутентификации поддерживает пароли, шифрованные пароли, Kerberos, IDENT и прочие системы, которые могут подключаться используя механизм подключаемых аутентификационных модулей.
- детализированная система прав доступа ко всем объектам базы данных, которая совместно со схемой, обеспечивающая изоляцию названий объектов для каждого пользователя, PostgreSQL предоставляет богатую и гибкую инфраструктуру.

Надежность PostgreSQL является проверенным и доказанным фактом и обеспечивается следующими возможностями: полное соответствие принципам **ACID** – атомарность, непротиворечивость, изолированность, сохранность данных; многоверсионность – используется для поддержания согласованности

данных в конкурентных условиях; общепринятый механизм протоколирования всех транзакций, что позволяет восстановить систему после возможных сбоев; возможность восстановления базы данных на любой момент в прошлом; поддержка целостности данных на уровне схемы; модель развития и открытость кодов PostgreSQL.

История выпусков PostgreSQL показывает, что разработчик СУБД может предоставлять стабильные, монолитные выпуски, которые готовы к продуктивному использованию и производит проверку не хуже, чем у других СУБД.

Расширяемость PostgreSQL означает, что пользователь может настраивать систему путем определения новых функций, агрегатов, типов, языков, индексов и операторов, позволяет перенести часть логики СД на уровень базы данных, что сильно упрощает разработку, повышает скорость и удобство работы с системой.

Более подробное описание СУБД PostgreSQL, ее характеристик, функций и возможностей, в т.ч. таких, как многоверсионность (Multiversion Concurrency Control, MVCC), Write Ahead Logging (WAL), Point in Time Recovery (PITR), репликация, внешние ключи (foreign keys), ограничения (constraints), поддержка индексов, планировщик запросов, система блокировок, управление буферами и кэширование, табличные пространства, масштабируемость, соответствие стандартам SQL и SQL-функции, поддерживаемые типы данных, процедурные языки и др., можно найти на сайте проекта [1].

БД СД состоит из следующих основных элементов (таблиц):

- таблица «Параметры», хранящая имена всех регистрируемых параметров, единицы их измерения, диапазоны измерения соответствующих датчиков, границы исправности и работоспособности ГТД по этим параметрам, другие настройки и уставки;
- таблица «Оперативная» хранящая текущие

параметры, зарегистрированные за последний час, например (размер таблицы является настраиваемым, частота записи в таблицу равна частоте поступления параметров из САУ);

- отдельная таблица «Стационарная» хранящая параметры, соответствующие стационарным режимам (имеет неограниченный размер, частота регистрации параметров настраивается);

- таблица «Отклонения» отклонений параметров и признаки ТС ГТД по этим параметрам, зарегистрированных стационарных режимах (также имеет неограниченный размер, частота регистрации параметров такая же как и у таблицы «Стационарная»);

- таблица «Аварийный архив» содержит значения всех параметров и сигналов во временном интервале от 0.5 часа до возникновения аварии и 0.5 часа после нее, запись в архив, соответственно, производится при появлении сигнала САУ «Аварийная защита»;

- таблица «Динамика» параметров, зарегистрированные на запусках, выбегах и динамических режимах (имеет неограниченный размер, частота регистрации параметров такая же как и у таблицы «Оперативная»);

- журнал времени начала и продолжительности пусков ГТД;

- журналы времени начала и продолжительности выбегов роторов (для диагностики состояния опор роторов);

- таблица «Наработка» хранящая наработка ГТД, наработка ГТД на режиме максимальной мощности, наработки на переменных режимах, количество нормальных и ускоренных пусков, аварийных остановок.

На рис. 1 показаны потоки данных (параметров) в БД СД.

Разделение параметров ГТД на «статические» и «динамические» и хранение их, фактически, в разных таблицах, современные аппаратные возможности компьютеров, надежность и возможности при-

меняемой СУБД позволяют составить электронный архив параметров и другой эксплуатационной информации всего жизненного цикла ГТД.

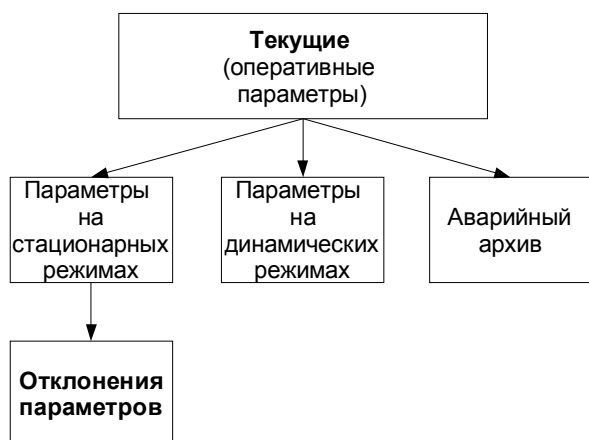


Рис. 1. Структура БД архива параметров СД

Как уже говорилось выше, СУБД содержит удобные механизмы поиска запрашиваемых данных на базе стандартного языка запросов SQL, что позволяет очень легко и гибко получать любые подмножества архивов параметров. Для получения и объединения «статистических» и «динамических» параметров в одном массиве можно, например, использовать такой запрос к БД:

```

SELECT * FROM <статика>
UNION
SELECT * FROM <динамика>
ORDER BY time
  
```

А следующий запрос позволит объединить в одной таблице (массиве) контролируемые параметры и их отклонения от нормы:

```

SELECT * FROM <статика>
LEFT OUTER JOIN <отклонения>
USING (time)
ORDER BY time.
  
```

Система диагностики и БД разработаны и функционируют на базе операционной системы (ОС) Linux, выбор которой в качестве системного программного обеспечения для СД обусловлен следующими преимуществами, которые предоставляет данная ОС:

- обладает высоким быстродействием;
- работает надежно и устойчиво, и поэтому способна обеспечивать непрерывную работу СД во время функционирования ГТД;
- защищена от вирусов;
- предъявляет очень скромные требования к ресурсам компьютера и, в то же время, очень эффективно использует возможности, предоставляемые современными (в том числе многопроцессорными) системами;
- эффективно реализует режим истинной многозадачности, данные функции ОС позволяют повысить скорость работы за счет выполнения алгоритмов СД в параллельном режиме;
- позволяет легко интегрировать компьютер (сервер или рабочую станцию диагностики) в локальные сети (может устанавливаться как на сервере, так и на рабочей станции в сетях Microsoft, Novell или NFS) и Интернет;
- позволяет выполнять представленные в виде загрузочных модулей прикладные программы, написанные для других операционных систем, различных клонов Unix, MS-DOS и Windows;
- поддерживает использование множества разнообразных программных пакетов, накопленных в мире Unix и свободно распространяемых вместе с исходными текстами, а также позволяет легко установить любые дистрибутивные пакеты Red Hat Linux и совместимых систем;
- предоставляет богатый набор инструментальных средств для разработки прикладных программ любой степени сложности, в том числе клиент-серверных и объектно-ориентированных систем с многооконным текстовым и/или графическим интерфейсом, пригодных для работы как в GNU/Linux, так и в других операционных системах;
- дает пользователю и, в первую очередь, разработчику хорошую учебную базу в виде богатой документации и исходных текстов всех компонентов, включая ядро самой системы;

– позволяет желающим попробовать свои силы в разработке, организовать взаимодействие и совместную работу через Интернет с любым из разработчиков операционной системы GNU/Linux и внести свой вклад в ее создание, став ее соавтором.

В состав ОС входят мощные графические среды GNOME и KDE2, свободно распространяемый офисный пакет OpenOffice.org, совместимый с Microsoft Office, а также много других программ и утилит (более 3000), которые могут использоваться оператором СД для:

- составление отчетов о работе установки;
- обеспечение аудио-видео связи с Центром Удаленного Мониторинга (ЦУМ), другими цехами, компрессорными станциями и т.п.;
- отправки пакетов с архивами параметров по e-mail в ЦУМ;
- создания резервных копий архивов параметров на лазерных носителях;
- обмена данными по сети с вышестоящими службами и организациями и др.

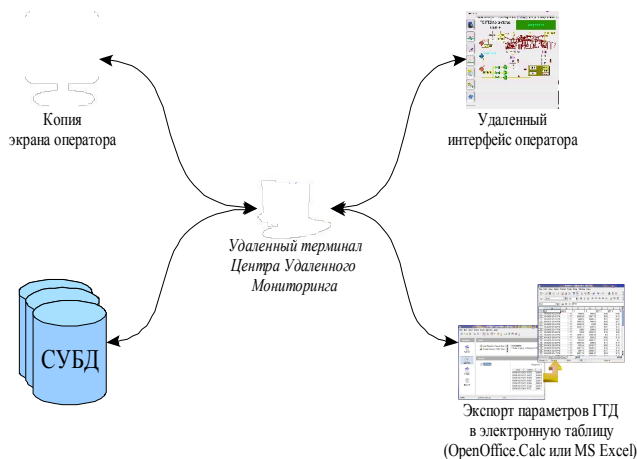


Рис. 2. Программные интерфейсы удаленного мониторинга

Следует отметить, что многопользовательские возможности Linux имеют принципиальное значе-

ние: работа в системе возможна только после идентификации пользователя (ввода регистрационного имени и подтверждающего его пароля). Различные пользователи имеют разные права доступа к файлам и другим компонентам системы.

В заключении необходимо сказать, что кроме перечисленных функций и возможностей прикладного и системного ПО, базовые функции СУБД и ОС позволили легко организовать подсистему удаленного мониторинга ТС ГТД, входящую в состав СД. Данная подсистема предоставляет инженеру-испытателю возможность, не покидая своего рабочего места, контролировать работу установки, системы диагностики и просматривать архивы параметров и независимо от того, где находится диагностируемый двигатель: в соседнем боксе, в испытательном цехе или в любом другом месте земного шара. В задачи системы удаленного мониторинга входят: возможность получения изображения с удаленной рабочей станции, получение архивов в режиме off-line, экспорт по запросу архивов параметров в электронные таблицы или любое другое пользовательское приложение, а также обеспечение функций аудио-видео связи с пультом управления.

Литература

1. PostgreSQL 8.1.4 Documentation. Copyright © 1996-2005. The PostgreSQL Global Development Group [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.postgresql.org/docs/current/static/>.

Поступила в редакцию 20.05.2006

Рецензент: д-р техн. наук, проф. М.Л. Угрюмов, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.