

Web-ориентированная база данных сеанса проектирования

В.Н. Гридин, В.И. Анисимов, А.И. Ларистов, Аль-Шами Мохаммед

Аннотация. Рассматриваются вопросы организации web-ориентированной базы данных сеанса проектирования (БДСП) схемотехнической САПР. Обсуждаются преимущества применения web-ориентированных САПР для организации коллективной работы проектировщиков над общим проектом. Анализируется содержимое БДСП и предлагается распределенная структурная схема размещения составляющих БДСП в сети Интернет. Для взаимодействия САПР с web-ориентированной БДСП предлагается реализовать распределенное интернет-приложение, функционирующее на рабочей станции и web-сервере САПР. В качестве инструментального средства для реализации БДСП используется универсальная СУБД Oracle версии 9i.

Ключевые слова: САПР, база данных сеанса проектирования, web-ориентированная САПР, СУБД Oracle 9i.

Введение

С проникновением Интернет-технологий в инфраструктуру современных промышленных предприятий, разрабатывающих и производящих радиоэлектронную аппаратуру, возникает задача эффективного использования САПР в новой телекоммуникационной среде. Одним из направлений решения данной задачи является разработка нового класса web-ориентированных САПР, имеющих распределенную структуру и обеспечивающих выполнение основных проектных операций посредством интернет-браузера, функционирующего на рабочей станции. Решение перечисленных задач базируется на необходимости обеспечения доступа пользователей САПР к Интернет-ресурсам. При этом возможны следующие подходы.

- Использование традиционных архитектур для построения САПР на основе процедурных или объектно-ориентированных языков программирования (C++, Visual C++, C#, Visual Basic, Delphi и т.д.), имеющих мощные средства для работы с матрицами, списками, очередями и другими объектами. Для доступа к Интернет-ресурсам в этом случае предлагается использовать стандартный web-браузер, который внедряется в программу как объект и открывается в окне программы [1]. Прикладная программа моделирования в рамках такой архитектуры строится как загрузочный модуль и полностью выполняется на клиентской машине, при этом приложение получает возможность полномасштабного доступа в Интернет.
- Адаптация функционирования существующих промышленных САПР на основе рефакторинга архитектуры системы [2] с разнесением готовых модулей системы между клиентом и сервером так, чтобы добиться оптимальной производительности в условиях низкоскоростных каналов Интернета и лимитированных ресурсов web-серверов. Реализация подобной распределенной архитектуры САПР возможна на основе создания специального web-приложения, обеспечивающего запуск и синхронизацию подсистем на стороне клиента и на стороне сервера, а также пересылку данных между клиентскими и серверными подсистемами.
- Реализация интегрированных систем автоматизированного проектирования на основе web-сервисов, позволяющих приложениям взаимо-

действовать друг с другом независимо от платформы, на которой они развернуты, а также от языка программирования [3,4,5]. Web-сервисы базируются на XML-стандарте и являются слабосвязанными компонентами программного обеспечения, доступными для пользователя через стандартные интерфейсы и Интернет-протоколы. При таком подходе возможна интеграция разнородных систем, автоматизирующих различные этапы проектирования сложных технических объектов и имеющих принципиально различные математические модели объектов проектирования и методы их описания.

Первый подход позволяет использовать большой опыт построения САПР на основе традиционных архитектур и при условии открытого кода системы выполнить разработку web-ориентированной САПР в ограниченные сроки с небольшим количеством участников проекта. Еще одним преимуществом данного подхода является возможность обеспечить доступ пользователей САПР к Интернет-ресурсам из привычной диалоговой среды, в которой выполняется процесс автоматизированного проектирования. Недостатком такого подхода является необходимость устанавливать программное обеспечение САПР на каждом клиентском компьютере и вследствие этого иметь большое количество лицензий.

Реализация второго подхода целесообразна, когда код программного обеспечения САПР закрыт и имеются готовые загрузочные модули системы, обменивающиеся данными с помощью файлов. При таком подходе необходимо провести тщательное исследование имеющейся архитектуры системы с целью определения состава отдельных подсистем и способов передачи данных между ними. Очевидно, что в случае использования в системе динамически связываемых библиотек DLL и передачи данных через общие области памяти решение задачи распределения модулей между web-сервером и клиентом может быть значительно усложнено, а в ряде случаев и совсем невозможно.

Третий из рассмотренных подходов является наиболее универсальным, т.к. позволяет объединить в единую систему совершенно разнородные подсистемы и обеспечить их функционирование на web-сервере. Основная проблема

при реализации данного подхода заключается в разработке интерфейсов и взаимодействий на основе XML, объединяя любой тип приложения с другим приложением, и предоставляя свободу изменения и развития с течением времени до тех пор, пока поддерживается соответствующий интерфейс.

Выбор соответствующего подхода при переходе к web-ориентированным технологиям автоматизированного проектирования во многом зависит от имеющегося прототипа САПР, который планируется перенести в Интернет-среду. При этом основные трудности возникают в случае необходимости модернизации проектирующего ядра САПР, т.к. оно содержит реализацию основных математических методов моделирования и наименее подвержено каким-либо изменениям.

Еще одной важной проблемой при разработке web-ориентированных САПР является построение общей базы проектных данных, размещаемой на корпоративном web-сервере[6]. Эта проблема рассматривается в статье на примере построения базы данных сеанса проектирования (БДСП) для схемотехнической САПР.

На этапе схемотехнического проектирования радиоэлектронного устройства одной из основных задач использования web-ориентированной схемотехнической САПР является обеспечение коллективной работы проектировщиков в сети Интернет над общим проектом.

Для решения данной задачи необходимо: обеспечить оперативный доступ из рабочей станции к централизованным библиотекам схемных компонентов, предоставить возможность сохранения на web-сервере текущих проектных данных, полученных в результате моделирования, и последующего их использования в рамках следующего сеанса проектирования, сформировать единый архив проектных решений, доступный для всех пользователей САПР, выполнить протоколирование сеансов доступа пользователей САПР к базам данных и изменений, вносимых в проектные данные.

1. Анализ данных БДСП

Реализация перечисленных проектных операций возможна в рамках централизованной базы данных сеанса проектирования (БДСП),

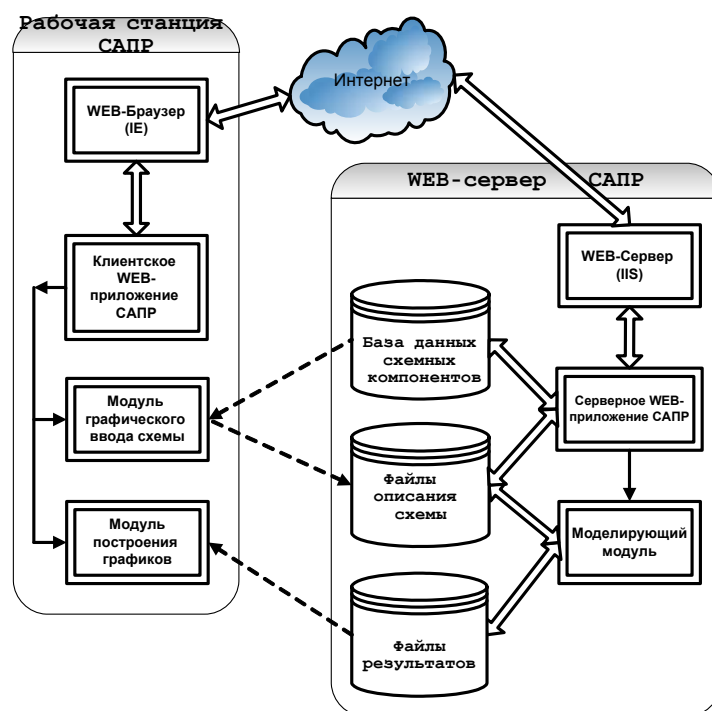


Рис. 1. Структурная схема web-ориентированной БДСП

размещаемой на web-сервере САПР. Содержание БДСП для большинства схмотехнических САПР [7, 8] включает три вида данных:

- *первая составляющая БДСП* представляет собой базу данных моделей схемных компонентов (в ряде САПР – библиотеку моделей схемных компонентов), содержащую информацию о структуре и значениях параметров моделей компонентов;

- *вторая составляющая БДСП* включает совокупность файлов с описанием схемы во внутреннем формате САПР, которая создается после графического ввода принципиальной схемы проектируемого электронного узла или после трансляции текстового описания схемы с входного языка САПР;

- *третья составляющая БДСП* представляет результаты моделирования, полученные в рамках работы проектирующих модулей системы, которые используются для формирования проектных документов и графического представления характеристик схемы.

Распределение исходных составляющих БДСП в сети Интернет зависит от места создания и хранения соответствующего вида информации. Кроме того, в процессе работы системы

проектные данные могут перемещаться по сети Интернет между рабочей станцией и web-сервером САПР. Рассмотрим схему размещения составляющих БДСП для web-ориентированной схмотехнической САПР, представленную на рисунке.

База данных моделей компонентов содержит информацию о схемных компонентах, входящих в состав проектируемой схемы. Данная информация является общей для всех проектов, выполняемых в САПР, и изменяется достаточно редко. В зависимости от этапа проектирования электронной схемы (этап синтеза, этап анализа, этап конструирования) схемный компонент может быть представлен семантически различными данными. В этом случае при построении ER-диаграммы предметной области возможно наличие нескольких типов сущностей, имеющих различные структуры данных и относящихся к одному и тому же физическому объекту. На этапе анализа для описания свойств и характеристик схемного компонента используются математические модели и макромоделли, которые характеризуются системой уравнений связывающих токи и напряжения на выводах компонента. Для одного и того же

схемного компонента можно сформировать ряд моделей разной степени точности, различающихся степенью учета тех или иных особенностей физических процессов, происходящих в реальном компоненте. Кроме того, для различных видов анализа (статический режим, частотная область, временная область) используются различные математические модели.

Характерной особенностью иерархии моделей компонентов является наличие формульных зависимостей между параметрами моделей различного уровня. Так параметры линейной модели биполярного транзистора могут быть вычислены на основе координат рабочей точки транзистора и уравнений пересчета параметров нелинейной модели. Такая связь обычно не учитывается при построении базы данных, а реализуется непосредственно в САПР на уровне программных модулей системы. Современные универсальные среды разработки СУБД позволяют учесть взаимосвязи между параметрами моделей различного уровня с помощью механизма *хранимых процедур*. Такой подход позволяет добавлять новые модели компонентов в базу данных, не затрагивая программный код подсистем САПР.

Для хранения файлов исходных данных и файлов результатов предлагается использовать комбинированный подход хранения данных, который включает:

- непосредственное хранение файлов проектных документов в формате внешних приложений и файлов, полученных в результате проектирования объекта в САПР, на устройстве внешней памяти;
- хранение реквизитов файлов, характеризующих их принадлежность определенному проекту, иерархическую вложенность, историю изменений и т.д., в таблицах реляционной базы данных.

Данный подход широко применяется в системах электронного документооборота. Каждый документ в системе электронного документооборота имеет набор однозначно характеризующих его реквизитов (часто этот набор называют карточкой документа). Карточка может включать тип документа (например, принципиальная схема), имя автора, даты формирования и изменения документа, отдел, в ко-

тором должен храниться документ и многое другое. Хранение и поиск проектных документов осуществляется также в соответствии с реквизитами, указанными в карточке. Для хранения файлов данных САПР необходимо добавить в БДСП соответствующие карточки.

2. Обеспечение доступа к БДСП

Коллективная работа в сети Интернет над общими проектами предполагает также наличие процедуры авторизации пользователя на web-сервере САПР с целью получения доступа к проектирующей части системы и возможности централизованного хранения рабочих файлов проекта. Решение данной задачи в рамках web-ориентированной БДСП возможно в рамках специализированной *подсистемы регистрации и контроля доступа пользователей САПР*, реализованной на Web-сервере.

В качестве среды для реализации web-ориентированной БДСП целесообразно выбрать универсальную СУБД Oracle 9i, что позволяет эффективно решать задачи защиты и поиска информации. Для организации защиты данных используется система безопасности Oracle, обеспечивающая ролевой доступ к данным и разграничение прав пользователей.

Программные средства Oracle поддерживают механизмы безопасности, основанные на стандартных алгоритмах защиты и встроенных методах работы с объектами для поддержания и сохранности хранимой в базе информации [9]. Уровень защищенности серверов БД Oracle позволяет использовать их в системах обработки данных, хранящих конфиденциальную информацию. СУБД Oracle9i и выше поддерживает и активно использует мощный стандарт тройного шифрования данных (Triple DES), который позволяет надежно защищать хранящуюся в базе данных информацию. Вопросы безопасности в корпоративной среде на основе продуктов Oracle решаются с использованием трех компонентов системы: администрированием сервера БД Oracle; с помощью встроенных и поставляемых дополнительных средств управления серверами приложений на основе продуктов Oracle; средствами настройки Oracle Applications (приложений Oracle). Использование трех уровней защиты, в совокупности с ап-

паратными методами, выполняющими контроль сетевого трафика на различных участках корпоративной сети, позволяет создавать наиболее надежную и полную систему безопасности предупреждающей несанкционированный доступ и утечку финансово-промышленной информации конфиденциального характера.

Основа безопасности в Oracle при работе с пользователями основывается на предоставлении определенных привилегий. Различают системные и объектные привилегии. Системные привилегии дают право манипулировать объектами базы данных. Объектные привилегии позволяют манипулировать с данными в объектах. Для работы с базой данных пользователь должен быть авторизован и должен пройти идентификацию. Каждый пользователь имеет имя и пароль. Администратор базы данных обладает возможностями работы с паролями пользователей, задавать длину, сложность и срок его действия пароля. Все пароли хранятся в базе данных в зашифрованном виде, причем длина зашифрованного пароля постоянна и равна 16 байт. После ввода пользователем пароля система кодирует его и сравнивает с зашифрованным паролем в системе. Если зашифрованный введенный пароль и пароль, хранящийся в базе, совпадают, то пользователь считается идентифицированным. Допускается также идентификация средствами операционной системы. Для администратора существуют способы использования зашифрованных паролей для входа в систему под именем пользователя, хотя для этого нет оснований, поскольку администратор владеет всеми правами для доступа к информации пользователя. Существует также большое число приемов работы с пользователями для увеличения уровня защищенности данных в базе на уровне представления информации.

Шифрование данных на сервере является еще одним фактором, повышающим уровень безопасности. В базе данных Oracle предусмотрены средства шифрования (криптозащиты) данных на основе технологии Oracle Advanced Security при передаче данных из базы и обратно. Встроенные возможности шифрования защищают наиболее ценную информацию даже от очень привилегированных пользователей, которые могут превысить свои полномочия, а

также от злонамеренных пользователей, пытающихся прочесть файлы данных из операционной системы. По выбору пользователя могут применяться известные алгоритмы шифрования: 3DES112: Тройной DES (размер ключа 112 бит); DES40 (размер ключа 40 бит); RC4_40: RSA RC4 (размер ключа 40 бит) и др.

Дополнительным средством защиты данных на web-сервере САПР может служить *авторизация через сеть с использованием SSL (Secure Sockets Layer)*. Соединяясь с базой данных через браузер, пользователь должен ввести имя и пароль. Возможно кодирование передаваемых идентификационных данных с помощью протокола SSL (Secure Sockets Layer). SSL является частью стандартного протокола HTTP, он используется при передаче данных по открытым каналам связи через Internet на сервер приложений или в базу данных. Пользователь и web-сервер приложений видят незашифрованные данные, хотя для любого постороннего человека, который пытается подсмотреть данные "в середине транзакции", они представляются в зашифрованном виде. Протокол SSL поддерживается всеми поставщиками интернет-браузеров. Кроме поддержки протокола SSL, Oracle Developer выполняет обязательное шифрование данных, передаваемых на открытых участках сети между клиентской машиной и сервером приложений, с применением алгоритма шифрования RSA RC4 (с 40-битным ключом) и поточного, симметричного шифрования с длиной ключа 128 бит.

Заключение

Первая версия web-ориентированной БДСП "DB-Session-V1" использует в качестве средств безопасности систему авторизации пользователей Oracle, в рамках которой определены три коллективные объектные роли: "Администратор", "Разработчик" и "Пользователь". Администраторы имеют полный доступ ко всем объектам БДСП. Группа пользователей "Разработчик" получает полные права на таблицы и файлы, относящиеся к определенным проектам. Для просмотра и дальнейшего использования готовых проектных решений в систему введена группа "Пользователь", члены которой имеют права только на поиск и просмотр проектных данных.

В рамках ролей "Разработчик" и "Пользователь" введены вспомогательные таблицы, закрепляющие права зарегистрировавшихся пользователей за определенными проектами. Для дополнительной защиты информации в последующих версиях БДСП планируется использовать шифрование хранимых данных и доступ с использованием протокола SSL.

Язык программирования PL/SQL, используемый в среде Oracle, позволяет строить эффективные запросы для поиска, добавления и обновления информации. Интерфейсная часть системы реализована в среде ASP.NET. Использование технологий баз данных и интернет-приложений позволяет получить быстрый доступ инженера-схемотехника к полной информации о проектируемой схеме с помощью стандартного web-браузера.

Литература

1. Архитектура схемотехнических САПР со встроенным браузером / Гридин В.Н., Анисимов В.И., Ларистов Д.А. // Автоматизация в промышленности – 2009. – №11. – С. 52-55.
2. Архитектура WEB-ориентированных САПР. / Дмитриев Г.Д., Ларистов А.И., Мохсен А.А. // Информационно-управляющие системы. – 2010. – №5 (48). – С. 20–23.
3. Построение систем автоматизированного проектирования на основе Web-технологий / Гридин В.Н., Дмитриев Г.Д., Анисимов Д.А. // Информационные технологии. – 2011. – №5. – С. 23-27.
4. Построение систем автоматизированного проектирования на основе Web-сервисов] / Гридин В.Н., Дмитриев Г.Д., Анисимов Д.А. // Автоматизация в промышленности. – 2011. – №1. – С. 9-12.
5. Построение веб-сервисов систем автоматизации схемотехнического проектирования / Гридин В.Н., Дмитриев Г.Д., Анисимов Д.А. // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2012. – №4. – С. 79-84.
6. Интегрированные базы данных в программных системах проектирования электронных схем / А.И. Ларистов, Ю.Т. Лячек, М.Р. Абу Сара // Информационно-управляющие системы. – 2009. – №3 (40). – С. 69–71.
7. Хайнеман Р. Визуальное моделирование электронных схем в PSPICE: Пер. с нем. - М.: ДМК Пресс, 2008. - 336 с: ил.
8. Разевиг В.Д. Система сквозного проектирования электронных устройств Design Center 8.0. - М.: Солон, 1999. - 698 с.
9. Том Кайт. Oracle для профессионалов. Книга 2. Расширение возможностей и защита. Третье издание, переработанное и дополненное / Пер. с англ. – СПб.: ООО «ДиаСофтЮП», 2005.- 816 с.

Гридин Владимир Николаевич. Директор Центра информационных технологий в проектировании РАН (г. Одинцово). Окончил Московский авиационный технологический институт в 1972 году. Доктор технических наук, профессор. Автор 200 печатных работ. Область научных интересов – информационные технологии в проектировании, безопасность систем. E-mail: info@ditc.ras.ru

Анисимов Владимир Иванович. Профессор кафедры САПР Санкт-Петербургского электротехнического университета. Окончил Ленинградский электротехнический институт (ЛЭТИ) в 1949 году. Доктор технических наук, профессор. Автор 200 печатных работ. Область научных интересов – системы автоматизированного проектирования, интернет-технологии. E-mail: vianisimov@inbox.ru

Ларистов Александр Иванович. Доцент кафедры САПР Санкт-Петербургского электротехнического университета. Окончил Ленинградский электротехнический институт (ЛЭТИ) в 1974 году. Кандидат технических наук, доцент. Автор 80 печатных работ. Область научных интересов – системы автоматизированного проектирования, базы данных. E-mail: ailaristov@inbox.ru

Аль-Шами Мохаммед. Аспирант кафедры САПР Санкт-Петербургского электротехнического университета. Окончил Санкт-Петербургский электротехнический университет в 2010 году. Автор 3 печатных работ. Область научных интересов – системы автоматизированного проектирования, базы данных. E-mail: saprfti@mail.ru