

Обзор инновационных направлений развития архитектуры схемотехнических САПР*

В.И. Анисимов^{1,2}, С.А. Васильев², О.Б. Тарасова¹

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр информационных технологий в проектировании Российской академии наук, г. Одинцово

² Санкт-Петербургский Государственный Электротехнический университет, г. Санкт-Петербург

Аннотация. Рассматривается актуальность разработки схемотехнических САПР. Приводятся преимущества использования веб-ориентированного интерфейса пользователя для универсализации используемых платформ (вычислительных устройств, включая операционную систему). Описываются преимущества использования распределенной системы для создания схемотехнических САПР, системные компоненты и их функционал. Устанавливаются методы повышения интерактивности и быстродействия пользовательского интерфейса. Приводятся преимущества использования протокола обмена данными WebSocket и применения объектно-ориентированного JavaScript интерфейса. Описываются принципы организации и хранения пользовательских данных.

Ключевые слова: схемотехнические САПР, распределенные системы, JavaScript, интерактивный интерфейс, WebSocket, сложноструктурированные данные.

DOI 10.14357/20718632180209

Введение

Моделирование электронных приборов и схем – направление, получившее распространение в последние десятилетия в связи с повсеместной компьютеризацией в производственной и в научной сферах. Методология моделирования предлагает инженеру проверить свои разработки и исправить возможные ошибки ещё на стадии проектирования устройства, не прибегая к созданию дорогостоящих макетов. Описанные преимущества определяют широкое распространение схемотехнического моделирования среди разработчиков электронных схем.

Основные направления развития схемотехнических САПР:

- распределенность, определяющая высокую отказоустойчивость системы, легкую модернизацию и быструю масштабируемость.
- кроссплатформенность клиентских приложений для работы с любой платформой (вычислительных устройств, включая операционную систему)
- интерактивность и быстродействие интерфейса, являющиеся основными конкурентными преимуществами любого программного обеспечения, особенно в веб-среде.
- хранение данных, обусловленное постоянно растущим уровнем требований, обусловленных спецификой предметной области, представляемых к базам данных, в том числе и к облачным сервисам (SaaS и PaaS).

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта 17-07-00049а.

При современных условиях обилия методов построения программного обеспечения актуальной задачей является анализ и определение основных критериев и инструментов для построения схмотехнических САПР. Для этого потребуется произвести оценку преимуществ использования распределенной архитектуры в разрезе разработки схмотехнической САПР на основе сервис-ориентированного подхода, рассмотреть возможность модернизации решения для работы в различных пользовательских средах, средства построения пользовательского интерфейса и методы обмена данными с серверной составляющей, а также определить средства хранения данных системы

1. Распределенная архитектура

Применение распределённой архитектуры при построении веб-ориентированной схмотехнической системы автоматизированного проектирования связано с большим количеством достоинств, в совокупности определяющих скорость и удобство работы конечного пользователя. К таким преимуществам можно отнести достижения высокой производительности за счёт масштабирования вычислитель-

ных мощностей путем применения параллельных алгоритмов вычисления с использованием новых ресурсов и добавление новых свойств и методов применительно ко всем видам деятельности сервиса без полной его остановки. Особое значение имеет надёжность и отказоустойчивость, достигаемые благодаря распределённой архитектуре, для которой выход из строя одного или нескольких компьютеров может лишь незначительно повлиять на общую производительность системы. Актуальная проблема оптимального разделения узлов, в том числе и пользовательского веб-интерфейса, для обеспечения легкого администрирования и возможность модернизации системы автоматизированного проектирования становится разрешимой с применением технологии проектирования информационных систем SOA (англ. service-oriented architecture) на основе принципа слабой связанности компонентов [1].

Для построения распределённой веб-ориентированной схмотехнической САПР требуется определить основные компоненты её архитектуры (Рис. 1):

- расчётный сервер, обладающий несколькими сервисами, занимающимися решением схмотехнических задач на сформированных наборах входных данных.

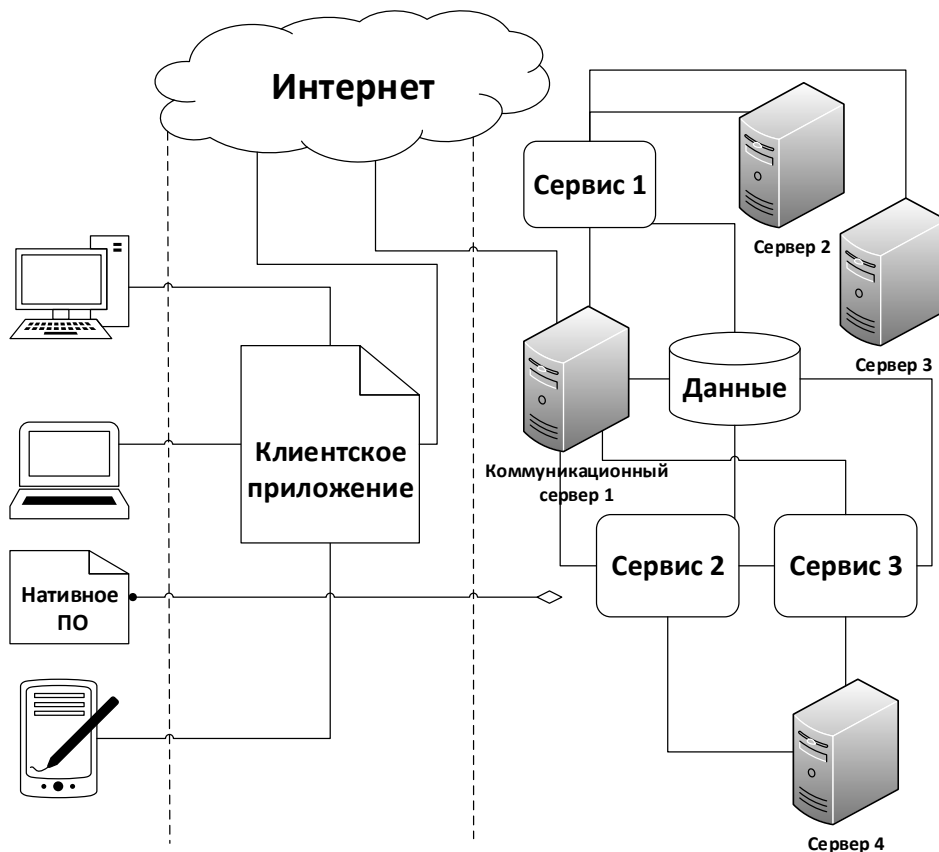


Рис. 1. Компоненты веб-ориентированной распределенной схмотехнической САПР

- коммуникационный сервер, осуществляющий взаимодействие со всеми модулями системы, основная его задача является – контроль целостности передаваемых наборов данных.

- база данных, являющаяся компонентом системы, отвечающим за хранение данных о пользователях, проектах, уровнях допуска, основных функциональных элементах схемотехнического моделирования.

- клиентское приложение отвечающее за коммуникацию с пользователем, основной задачей которого является формирование наборов входных данных, предоставления информации по итогам расчетов, обмен пользователя информацией с базой данных.

Данная технология уже успешно используется несколькими прогрессивными компаниями занимающимися разработками САПР для решения следующих задач: упругость-динамика-прочность, теплопередача-НДС, моделирование мехатронных систем, разрушения композитных конструкций, сложного контактного взаимодействия. Например, MSC SimEnterprise является системой программных продуктов для организации и управления виртуальным моделированием, анализом и оптимизацией разрабатываемых изделий в рамках предприятия. Семейство MSC SimEnterprise включает системы MSC SimXpert, MSC SimDesigner, MSC SimManager, внедрение и применение которых обеспечивает многодисциплинарный инженерный анализ в единой среде; накопление знаний на базе шаблонов (сценариев) решения сложных задач; автоматизацию выполнения инженерных расчётов (в том числе многовариантных) с отслеживанием логических связей исходных данных и получаемых результатов, а также автоматизацию генерации отчётов; накопление и систематизацию расчётных моделей, результатов исследований, технических отчётов; контроль доступа к данным; организацию и контроль заданной последовательности и полноты выполнения отдельных этапов расчётных работ.

Построение приложения на платформе SOA обеспечивает легкую интеграцию продуктов как с собственными, так и со сторонними разработками, создавая единый интегрированный комплекс инженерного анализа [2].

2. Кроссплатформенность

Для описания кроссплатформенного приложения нужно представить сайт, который для части действий не имеет необходимости в постоянном подключении к сети интернет, а его пользовательский интерфейс больше напоминает нативное приложение, предназначенное для работы в фиксированной операционной системе [3]. Используемая платформа для подобных приложений не имеет значения, так

как для их функционирования необходим только веб-браузер, а значит они адаптированы для большинства устройств. Одним из важнейших критериев для создания клиентских приложений является время и затраты, многие специалисты видят будущее в применении кроссплатформенного подхода, в котором данные параметры полностью оптимизированы. Прибегая к статистике продаж приложений, следует отметить, что со временем пользователи всё чаще отдают предпочтение альтернативным сервисам, обладающим возможностью синхронизации и работы на различных платформах и устройствах, таким образом менеджер задач заменяется на Wunderlist, а заметки на Evernote.

За последние десятилетия системы автоматизированного проектирования оказали существенное влияние на деятельность производств по всему миру. Появление компьютеров, создание корпоративных сетей, применение клиент-серверных технологий и доступ через интернет позволило организациям существенно нарастить возможности по моделированию сложных решений и в результате вывести планирование финансовой и экономической деятельности предприятий на более высокий качественный уровень. Использование веб-технологий позволит снизить стоимость конечного продукта, достигнуть кроссплатформенности приложения, а рабочие места могут функционировать в любой операционной системе и из любой точки мира [4].

Построение схемотехнических систем автоматизированного проектирования, применяющее в своей основе распределенную архитектуру и использующие различные клиентские веб-приложения, определенно является направлением развития. Особенность реализации описанной распределенной архитектуры схемотехнической САПР сопряжено с применением специального веб-приложения, обладающего возможностью запуска и синхронизации на клиентской и серверной сторонах, а также пересылающего данные между клиентскими и серверными подсистемами [5].

Стоит отметить, что описываемая архитектура распределенной веб-ориентированной схемотехнической САПР не исключает разработки и применения нативных клиентских разноплатформенных приложений. Более того, нативные решения могут дополнять основное веб-приложение, используя в качестве терминалов мобильный устройства и планшеты, для ввода описания параметров схемы и расчётов, так как их производительности будет достаточно для интерпретации обоих из предложенных интерфейсов, а математические расчеты будут производиться посредством бизнес-логики серверной составляющей.

3. Интерактивность

Построение клиентских приложений схематических САПР сопряжено с рядом проблем, связанных с обеспечением возможности ввода большого количества информации об электронной схеме, такой как описание различных простейших компонентов и интегрированных систем электронной цепи, а также директивы расчёта. Отдельно стоит отметить быстродействие интерфейса пользователя и интерактивность, предоставляемые пользователю. Любая конкретная задача определяет свой собственный перечень требований к разработке интерфейса пользователя, коммуникативным возможностям, и поэтому всякое решение начинается с выбора наиболее подходящего набора технологий и программных компонентов.

Разработка клиентского приложения, в основе предполагающая формирование интерфейса пользователя полностью из объектно-ориентированного JavaScript – кода, наиболее полно подходит для организации схематической системы автоматизированного проектирования по нескольким причинам: во-первых, уменьшает объем передаваемой служебной информации (интерфейс-образующей), во-вторых, позволяет повысить интерактивность системы.

Отличительной особенностью методов построения клиентской составляющей на основе JavaScript классов наследования является то, что при загрузке веб-приложения пользователь получает пустую HTML страницу с подключенным JavaScript кодом, формирующим интерфейс. Код получает доступ к тэгу `body` объектной модели документа, и в интерпретируемом коде формируется шаблон страницы на основе классов, отражающих свойства и поведение будущих объектов.

Для создания всех видимых и ряда внутренних элементов объектной модели HTML-документа создается специальный класс, определяющий иерархию вложенности путем получения ссылки на родительский элемент в качестве параметра. Этот класс можно считать основоположником клиентского приложения, так как он в прямом смысле создает новые объекты путем частичного самокопирования. Также все классы наследуют конструктор данного эталонного класса, оставляя за собой возможность добавления в конструктор дополнительных параметров.

Уменьшения объема передаваемой информации достигается путем модернизации единственной страницы, загруженной пользователем, при этом удается избежать дублирования кода и описания свойств объектов за счет их преемственного наследования от эталонного класса, которым может являться родительский класс. Повышение интерактивности достигается тем, что шаблон страницы

формируется при загрузке за счёт построения классовой иерархии, поэтому любая предоставленная пользователем информация может быть доступна для чтения и изменения в любом поле (псевдо-окне) клиентского-приложения [6].

Применение технологии WebSocket для создания приложений, работающих в режиме реального времени (интерактивных), является одним из лучших методов на текущее время [7]. Данный подход позволяет создавать устойчивое двустороннее соединение между клиентской и серверной составляющей, минимизируя нагрузку на сервер в сравнении с другими методами. Применение технологии WebSocket для передачи данных позволяет приблизиться к эффективности протокола TCP, а также избежать потенциальных проблем с межсетевыми экранами и информационной безопасностью [8].

Использование полнодуплексного протокола связи WebSocket для обеспечения взаимодействия клиентской и серверной составляющей не противоречит применению нативных приложений, работающих на различных платформах (применение в гетерогенных средах).

4. Хранение данных

Создание сервис-ориентированных систем автоматизации схематического проектирования на основе веб-сервисов сопряжено с решением ряда проблем, таких как хранение данных пользователей, хранение результатов расчётов, ограничение доступа пользователей к данным, обмен данными между пользователями. Решением этих задач может стать развёртывание сервера баз данных или работа с облачными сервисами баз данных. В данное время на рынке имеется достаточное количество предложений по предоставлению SaaS и PaaS баз данных/инфраструктуры для баз данных, ключевым моментом для использования которых является доверие к хранению и/или администрированию данных пользователей сторонними организациями. Принятие решение о развёртывании сервера баз данных также связано с выбором программного обеспечения, предоставляемого различными организациями [9]. Специфика предметной области накладывает обязательства стабильной работы с большими объёмами сложноструктурированных данных и обеспечения быстрой масштабируемости, качественной технической поддержки, простоты развёртывания на различных ОС. По данным критериям наилучшим образом подходит продукт Oracle Database 11g, применение которого позволит разрешить проблемы, связанные с хранением, обменом и доступом к данным. Для применения Oracle Database 11g в качестве хранилища

данных для веб-ориентированной схемотехнической системы автоматизированного проектирования требуется описать настройку данного ПО на сервере, средства управления данным продуктом, методы работы с таблицами и методы взаимодействия со средой разработки [10].

Заключение

В статье рассмотрены инновационные направления развития схемотехнических САПР. Произведен сравнительный анализ и сформулированы преимущества использования распределенной архитектуры на основе сервис-ориентированного подхода для построения схемотехнических систем автоматизированного проектирования, а также сформулировано необходимое компонентное наполнение указанной системы.

Помимо основных, явных преимуществ серверной составляющей, описанных внедряемыми подходами, указаны методы увеличения эффективности системы, отвечающие за интерфейсные средства, такие как разработка композитных клиентских приложения (нативные и веб-приложение), а также указан наиболее целесообразный протокол обмена данными WebSocket, отличающийся высокой скоростью обмена данными, в том числе, и сложноструктурированными, что максимально соответствует предметной области его использования.

Для создания интерактивного интерфейса наиболее подходящим средством является технология вложенных структур, формирующихся за счет частичного самокопирования и наследования эталонного класса JavaScript в определенной последовательности определяющей структуру документа, формирующая скоростной интерфейс без потери вводимых данных.

В качестве примера в статье приведены преимущества использования базы данных Oracle 11g для хранения информации как неотъемлемого ком-

понента схемотехнической системы автоматизированного проектирования.

Литература

1. Цветков И.Я., Алпатов А.Н. Проблемы распределенных систем // ПНИО. 2014. №6 (12). С.31-36.
2. Кононов Д.Д. Сервис-ориентированная архитектура защищенных веб-приложений муниципального управления // Решетневские чтения. 2016.
3. Касьянова Е.Л., Кикин П.М., Грищенко Д.В. Разработка картографических приложений для мобильных устройств // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2015. №1. С.75-78.
4. Пелёвина А.А., Гнетова А.И., Скопич Д.В. Web - технологии в управлении производством // Ceteris Paribus. 2016. №1-2. С.11-14.
5. Дмитриевич Г. Д., Мохсен Аяд А. А., Ларистов А. И. Архитектура Web-ориентированных САПР // Информационно-управляющие системы. 2010. №5. С.20-23.
6. Жуйков Р., Шарыгин Е. Методы предварительной оптимизации программ на языке JavaScript // Труды Института системного программирования РАН. 2015. №6. С.67-86.
7. Гридин В.Н., Анисимов В.И., Васильев С.А. Методы взаимодействия компонентов распределённых схемотехнических САПР на основе протокола WebSocket // Информационные технологии и вычислительные системы. 2017. № 2. С. 62-67.
8. Шестаков В.С., Сагидуллин А.С. Применение технологии websocket в web-приложениях технологического назначения // Приборостроение. 2015. №4. С.328-330.
9. Павлов Д.В. Реляционная распределенная система управления базами данных с автоматической масштабируемостью // Вестник УГАТУ. 2012. №3 (48). С.143-152.
10. Gridin V.N.; Dmitreвич G.D.; Anisimov V.I.; Vasiliev S.A. Methods of constructing service-oriented computer — Aided circuit design systems based on WebSocket Protocol and Oracle database // 2017 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus) Year: 2017 Pages: 409 - 412, DOI: 10.1109/EIConRus.2017.7910578 IEEE Conference Publications <http://ieeexplore.ieee.org/document/7910578/>.

Анисимов Владимир Иванович Центр информационных технологий в проектировании РАН, г. Одинцово, Россия. Главный научный сотрудник, доктор технических наук, профессор. Санкт-Петербургский Государственный Электротехнический университет, г. Санкт-Петербург, Россия. Количество печатных работ: 300, в том числе 5 монографий. Область интересов: Системы автоматизированного проектирования. E-mail: vianisimov@inbox.ru E-mail: info@ditc.ras.ru

Васильев Сергей Алексеевич Санкт-Петербургский Государственный Электротехнический университет, г. Санкт-Петербург, Россия. Аспирант. Количество печатных работ: 10. Область интересов: Системы автоматизированного проектирования. E-mail: venom-gt@list.ru

Тарасова Ольга Борисовна Центр информационных технологий в проектировании РАН, г. Одинцово, Россия. Старший научный сотрудник. Количество печатных работ: 11. Область интересов: Системы автоматизированного проектирования. E-mail: info@ditc.ras.ru

Review of the innovative directions development of a circuitry CAD

V. I. Anisimov^{1,2}, S. A. Vasilev², O. B. Tarasova¹

¹Federal state budgetary institution of science Centre of information technologies in the design of the Russian Academy of Sciences

²Saint-Petersburg state Electrotechnical University, Saint-Petersburg

Considers the urgency of development of the circuit design CAD. Are the benefits of using a web based user interface for the universalization of the used platforms (computing devices including the operating system). Describes the advantages of using distributed system to create a circuit design CAD system components and their functionality. Specifies the methods to increase the interactivity and speed of the user interface. Given the advantages of using a data exchange Protocol and the WebSocket application of object-oriented JavaScript interface. Describes the principles of organization and storage of user data.

Keywords: circuit CAD, distributed systems, JavaScript, interactive interface, WebSocket, difficult structured data.

DOI 10.14357/20718632180209

References

1. Kas'janova E.L., Kikin P.M., Grishhenko D.V. 2015. Razrabotka kartograficheskikh prilozhenij dlja mobil'nyh ustrojstv [Development of cartographical applications for mobile devices]// Interjeksno Geo-Sibir' [Interjeksno Geo-Siberia]. 75-78.
2. Peljovina A.A., Gnetova A.I., Skopich D.V. 2016. Web - tehnologii v upravlenii proizvodstvom [web - technologies in production management] // Ceteris Paribus [Ceteris Paribus]. 1-2: 11-14.
3. Dmitrevich G.D., Mohsen Ajad A.A., Laristov A.I. 2010. Arhitektura Web-orientirovannyh SAPR [Architecture of the Web-centric CAD] // Informacionno-upravljajushhie sistemy [Management information systems].5: 20-23.
4. Cvetkov V.J., Alpatov A.N. 2014. Problemy raspredelennyh sistem [Problems of distributed systems]// PNiO [PNiO]. 6 (12): 31-36.
5. Zhujkov R., Sharygin E. 2015. Metody predvaritel'noj optimizacii programm na jazyke JavaScript [Methods of preliminary optimization of programs in the JavaScript language]// Trudy Instituta sistemnogo programirovaniya RAN [Works of Institute of system programming of RAS]. 6: 67-86.
6. Gridin V.N., Anisimov V.I., Vasil'ev S.A. 2017. Metody vzaimodejstviya komponentov raspredel'nykh shemotekhnicheskikh SAPR na osnove protokola WebSocket [Methods of component interaction of the distributed circuitry CAD on the basis of the WebSocket protocol]// Informacionnye tehnologii i vychislitel'nye sistemy [Information technologies and computing systems]. 2: 62-67.
7. Shestakov V.S., Sagidullin A.S. 2015. Primenenie tehnologii websocket v web-prilozhenijah tehnologicheskogo naznacheniya [Use of websocket technology in web applications of technological assignment]// Priborostroenie [instrument making]. 4: 328-330.
8. Pavlov D.V. 2012. Reljacionnaja raspredelennaja sistema upravlenija bazami dannyh s avtomaticheskoi masshtabiruemost'ju [Relational distributed control system databases with automatic scalability]// Vestnik UGATU [UGATU bulletin]. 3 (48): 143-152.
9. Gridin V.N.; Dmitrevich G.D.; Anisimov V.I., Vasiliev S.A. Methods of constructing service-oriented computer — Aided circuit design systems based on WebSocket Protocol and Oracle database // 2017 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus) Year: 2017 Pages: 409 - 412, DOI: 10.1109/EIConRus.2017.7910578 IEEE Conference Publications <http://ieeexplore.ieee.org/document/7910578/>.

Anisimov V.I. Design information technologies Center Russian Academy of Sciences, chief researcher, doctor of technical Sciences, Odintsovo, Russia. Doctor of technology. E-mail: info@ditc.ras.ru. Saint Petersburg State Electrotechnical University, St. Petersburg, Russia. Number of publications: 300 (including 5 monographs). Area of interest: computer aided design Systems. E-mail: vianisimov@inbox.ru

Vasilev S.A. Saint Petersburg State Electrotechnical University, St. Petersburg, Russia. Number of publications: 10. Area of interest: computer aided design. E-mail: venom-gt@list.ru

Tarasova O.B. Design information technologies Center Russian Academy of Sciences, senior researcher. Odintsovo, Russia. Number of printed works: 11. Area of interest: computer-aided design Systems. E-mail: info@ditc.ras.ru