

ПЛАТФОРМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ НА ОСНОВЕ БОЛЬШИХ ДАННЫХ: ИНТЕГРАЦИЯ И ИННОВАЦИИ В МОДЕЛИРОВАНИИ, АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ И РЕАЛИЗАЦИИ КОМПОНЕНТОВ

У Лунлун¹, Е.А. Аникеев¹, Н.В. Акамсина¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. С увеличением сложности проектирования интегральных схем традиционные методы проектирования уже не способны удовлетворить разнообразные потребности современных электронных систем. В связи с этим, в данной статье предлагается платформа для проектирования интегральных схем на основе больших данных, которая, благодаря глубокой интеграции моделирования информационных систем и технологий, реализует автоматизацию и оптимизацию процесса проектирования. Платформа использует многоуровневую архитектуру и модульную концепцию проектирования, охватывая такие функциональные модули, как мониторинг соединений и проектирование схем. Благодаря двойной поддержке моделирования данных и моделирования процессов платформа не только автоматизирует проектирование, но и предоставляет интеллектуальную помощь в проектировании для поддержки ключевых задач, таких как управление системой и сигнализация связи. Внедрение платформы значительно повышает эффективность и качество проектирования, снижая при этом стоимость, и обеспечивает мощную техническую поддержку аппаратно-программной реализации современных электронных компонентов.

Ключевые слова. проектирование интегральных схем; информационная система моделирования; автоматизированное проектирование; современные электронные компоненты; аппаратная реализация; программная реализация.

BIG DATA-BASED IC DESIGN PLATFORM: CONVERGENCE AND INNOVATION IN MODELING, AUTOMATED DESIGN AND COMPONENT IMPLEMENTATION

Longlong Wu¹, E.A. Anikeev¹, N.V. Akamsina¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. With the increasing complexity of integrated circuit design, traditional design methods have become difficult to meet the diverse requirements of modern electronic systems. In view of this, this paper proposes an integrated circuit design platform based on big data. Through the deep integration of modeling information systems and technologies, this platform achieves the automation and optimization of the design process. The platform adopts a hierarchical architecture and a modular design concept, covering multiple functional modules such as wiring monitoring and circuit design. With the dual support of data modeling and process modeling, the platform not only realizes automated design but also has an intelligent assisted design function, which can effectively support key tasks such as system management and communication alarm. The introduction of this platform has significantly improved the design efficiency and quality, while reducing costs, providing strong technical support for the software and hardware implementation of modern electronic components.

Keywords: integrated circuit design; modeling information system; automated design; modern electronic components; hardware implementation; software implementation

I. Введение

Интегральные схемы, являясь ключевым компонентом современных электронных систем, охватывают в процессе проектирования множество важных этапов, таких как сложное проектирование схем, выбор компонентов и оптимизация производительности. С непрерывным развитием технологий больших данных, использование информационных систем и технологий моделирования для автоматизации проектирования интегральных схем постепенно становится возможным. Предлагаемая в данной статье платформа проектирования интегральных схем на основе больших данных направлена на достижение автоматизации и оптимизации процесса проектирования интегральных схем за счет глубокой интеграции информационных систем и технологий моделирования, что значительно повышает эффективность и качество проектирования.

Инновации в интеграции больших данных: Внедрение технологий больших данных позволяет глубоко анализировать и исследовать огромные объемы данных по проектированию интегральных схем, что создает прочную основу для оптимизации проектирования. Используя эти данные, программное обеспечение может предоставлять дизайнерам более точные рекомендации и предложения по оптимизации, что значительно повышает научную обоснованность проектных решений. В модуле проектных решений система конфигурируется в соответствии с требованиями клиента и генерирует предварительные проектные решения на основе анализа больших данных. Одновременно система оптимизирует решения с учетом рабочих параметров, списка материалов и других аспектов, что не только эффективно повышает эффективность и качество проектирования,

но и сокращает количество итераций проектирования, что в конечном итоге приводит к значительному снижению затрат на проектирование [1].

В данном исследовании путем многомерной интеграции функций и интеллектуальной реконструкции процессов создана система автоматизированной работы на всех этапах. Конкретно, такие ключевые компоненты, как подсистема мониторинга соединений, механизм проектирования топологии схем, блок анализа конфигурации требований, модуль генерации решений, блок обработки соединителей и система конфигурации параметров последовательного интерфейса, были органично интегрированы, образуя платформу с возможностью совместной работы. На этапе проектирования топологии схемы мы разработали базу данных компонентов на основе графа знаний, что значительно упростило процесс отбора и размещения компонентов. Пользователю достаточно выполнить операции перетаскивания через визуальный интерфейс, чтобы построить базовую структуру схемы [2].

II. Обзор платформы проектирования интегральных схем на основе больших данных

Платформа использует многоуровневую архитектуру, состоящую из четырех основных уровней: уровень управления данными, уровень управления проектированием, уровень оптимизации и уровень взаимодействия с пользователем. Уровень управления данными отвечает за эффективное хранение и систематизированное управление большими объемами данных в процессе проектирования, обеспечивая целостность и отслеживаемость данных[3]. Уровень управления проектированием реализует базовые функции проектирования, включая генерацию схем и подбор компонентов с их конфигурацией. Уровень оптимизации, основываясь на целях проектирования и ограничениях, выполняет итеративную оптимизацию схем для улучшения их показателей производительности. Уровень взаимодействия с пользователем предоставляет интуитивно понятный интерфейс, поддерживающий операции проектирования и визуализацию результатов, как показано на Рисунке 1.

Функциональные модули данной платформы полностью охватывают весь процесс проектирования интегральных схем. Если говорить о конкретных функциях, то они включают такие ключевые модули, как мониторинг соединений, проектирование схем, конфигурация проектных требований, создание и оптимизация проектных решений, обработка соединителей, настройка последователь-

ного интерфейса, мониторинг проектирования и система оповещения. Органичная интеграция этих модулей формирует полноценную среду для проектирования интегральных схем, интерфейс которой показан на Рисунке 2.

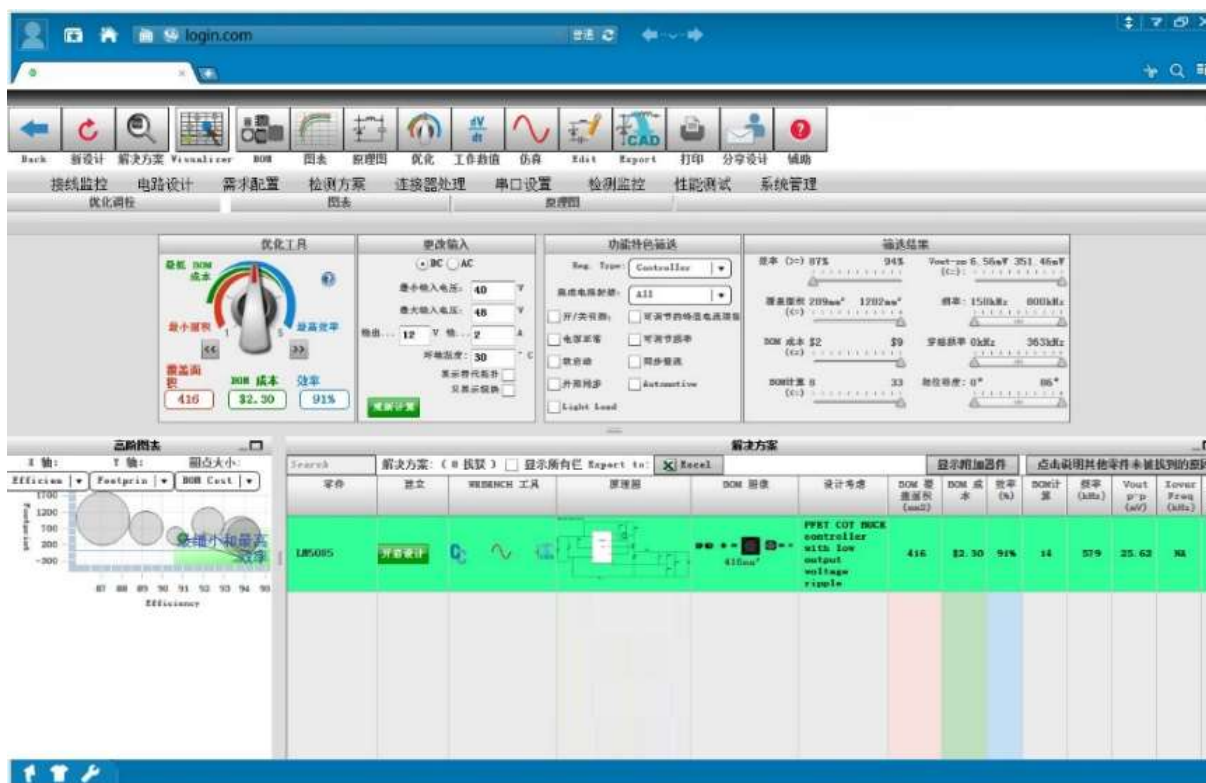


Рисунок 1 – Интерфейс операций системы платформы проектирования интегральных схем на основе больших данных

На уровне технической реализации мы достигли глубокого слияния информационных систем моделирования и передовых технологий, преобразовав сложные операционные процессы в автоматизированные механизмы обработки. Такой подход позволяет пользователям выполнять сложные проектные задачи, которые традиционно требовали участия профессиональных технических специалистов, через интуитивно понятный интерфейс. Это значительно снижает порог вхождения и одновременно обеспечивает точность и надёжность проектирования [4].

Пользователь может настроить параметры в соответствии с требованиями проектирования, что закладывает основу для последующего создания схемы. После установки параметров система автоматически запускает процесс проектирования, формируя начальную схему на основе заданных значений.

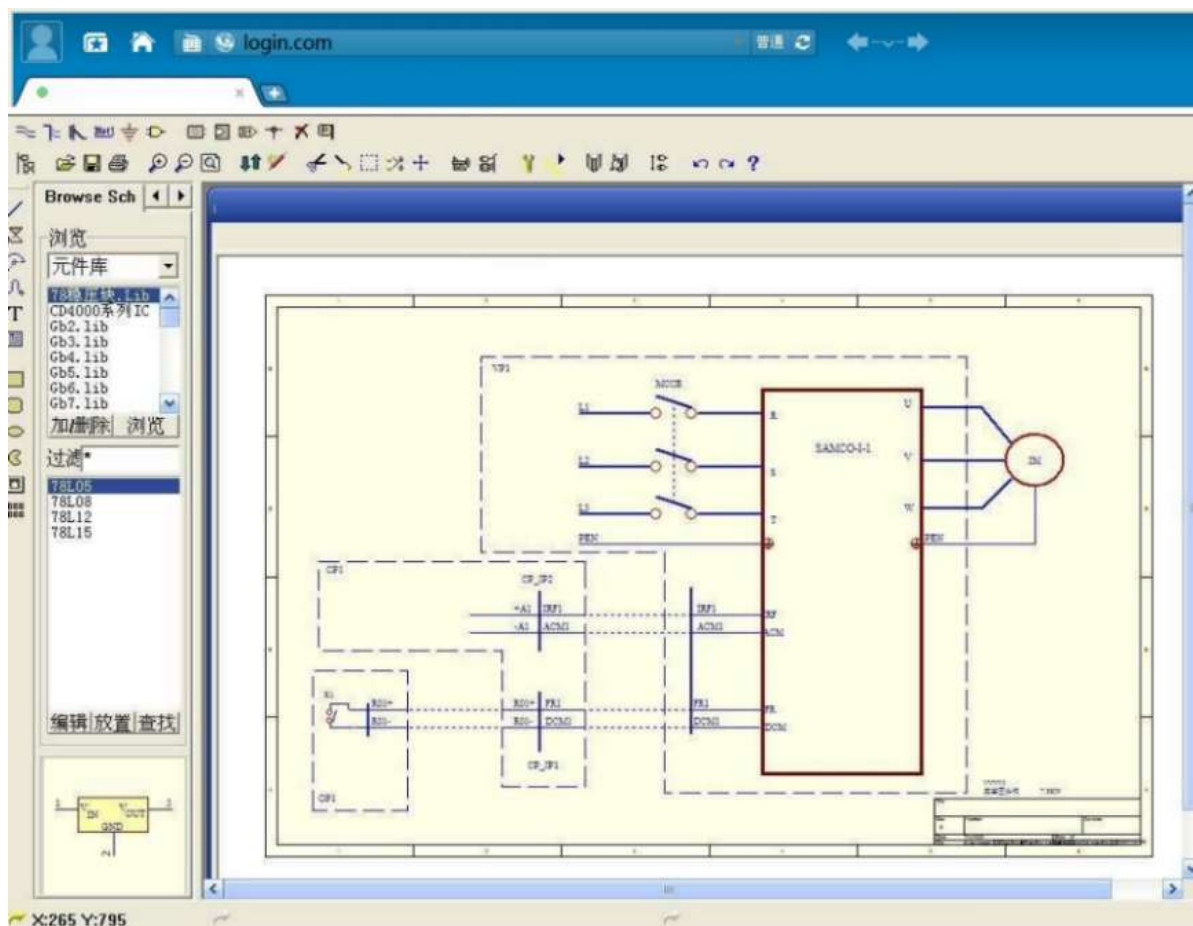


Рисунок 2 – Интерфейс проектирования интегральных схем

Система не только реагирует на ввод пользователя, но также предоставляет интеллектуальные рекомендации по оптимизации, ориентируясь на ключевые показатели, такие как рациональность рабочих значений и экономичность списка материалов, для многомерной оптимизации проектных решений, обеспечивая научную обоснованность и экономическую эффективность. Конкретный процесс реализации можно наблюдать через интерфейс создания и оптимизации проектных схем, как показано на Рисунке 3.

В технической реализации мы удели особое внимание усилению возможностей обработки данных и механизмов бизнес-логики. Благодаря инновационному объединению шаблонизатора FreeMarker и инструмента автоматизации сборки Ant, был разработан специализированный класс FreemarkerXmlTask, который успешно интегрировал обработку шаблонов FreeMarker в процесс сборки Ant, что позволило динамически генерировать и обрабатывать XML-файлы. Эта стратегия интеграции не только повысила эффективность обработки данных, но и обеспечила возможность настройки генерации файлов, удовлетворяя разнообразные сценарии использования.



Рисунок 3 – Интерфейс создания и оптимизации схем проектирования

В определении и настройке задач класс FreemarkerXmlTask, унаследованный от MatchingTask, включает такие методы конфигурации, как setBasedir, setDestdir и setTemplate, что позволяет гибко настраивать параметры шаблонизатора FreeMarker. Разработчики могут напрямую вызывать эти параметры в файле сборки Ant, указывая пути к шаблонам и целевые каталоги вывода, достигая тем самым бесшовной интеграции FreeMarker и Ant[5].

Генерация и использование моделей данных являются одной из ключевых функций класса FreemarkerXmlTask. С помощью метода generateModels, который анализирует конфигурацию атрибута models, динамически создаются объекты моделей данных и сохраняются в структуре данных modelsMap, обеспечивая поддержку данных для последующей обработки.

III. Применение информационных систем и технологий моделирования на платформе

Ядро моделирования данных заключается в создании стандартизированной модели данных для проектирования интегральных схем. Мы внедрили меха-

низм структурированного хранения, основанный на XML-моделях, для управления свойствами компонентов схемы и данными топологии соединений. Это позволяет проектировщикам быстро искать и изменять данные, что значительно повышает эффективность проектирования.

С технической точки зрения класс `BeanModel`, являясь ключевым компонентом шаблонизатора FreeMarker, реализует несколько интерфейсов, что позволяет ему инкапсулировать объекты `JavaBean` и предоставлять стандартизированные интерфейсы для доступа и операций. Это обеспечивает согласованность доступа к данным и предоставляет базовую поддержку для моделирования данных. Модуль моделирования данных сосредоточен на управлении структурированным хранением данных, что закладывает прочный фундамент для обработки данных на проектной платформе.

На этапе проектирования схемы платформа создает процессную модель, реализуя автоматизацию макетирования и прокладки схемы. Класс `FreemarkerXmlTask`, являясь расширением класса `MatchingTask`, был разработан в качестве класса задачи Ant для обработки шаблонов FreeMarker и генерации XML-файлов, тем самым обеспечивая техническую поддержку моделирования процесса.

Автоматизация основана на интеграции информационных систем и технологий моделирования. После ввода пользователем требований к проектированию система автоматически анализирует параметры и, опираясь на базу правил и знаний, отбирает и настраивает компоненты, превращая человеческий опыт в алгоритмические правила. Это позволяет реализовать полную автоматизацию процесса от требований к проектированию до схемы, повышая эффективность проектирования и обеспечивая нормативность и надежность схемы проектирования.

IV. Результаты и обсуждение

Автоматизированная система проектирования, построенная на этой платформе, охватывает весь жизненный цикл проектирования интегральных схем. На этапе настройки требований к проектированию система с помощью интеллектуального движка анализа параметров автоматически распознает введенные пользователем параметры и генерирует начальную схему проектирования.

Интеллектуальные функции вспомоществования системы обладают значительными преимуществами в сотрудничестве "человек-машина". В процессе интерактивного проектирования динамический движок рекомендаций на основе

знаний в режиме реального времени выдает конкретные рекомендации по проектированию и указания по операциям, исходя из действий и ввода пользователя. На этапе выбора компонентов система на основе топологии схемы и параметров компонентов с использованием технологии майнинга ассоциативных правил рекомендует совместимые компоненты; на этапе настройки параметров, сочетая исторические данные и базу знаний, интеллектуально генерирует рекомендуемые интервалы параметров, эффективно сокращая путь принятия решений проектировщиком и повышая эффективность проектирования.

В аппаратной реализации платформа поддерживает интеграцию разнообразных электронных компонентов, интегрируя библиотеку аппаратных ресурсов, включая передовые процессорные ядра, многоуровневые архитектуры кэша, высокоскоростные шины интерфейсов и т.д. На примере проектирования ядра процессора RISC-V, разработка на основе открытых инструментальных цепочек является осуществимой. Введение языка Chisel для создания библиотеки повторно используемых функциональных модулей, охватывающей ключевые компоненты, такие как архитектура ядра процессора, управляющие единицы кэш-памяти, контроллеры шин интерфейсов и т.д., обеспечивает аппаратную основу для интегральных схем с высокой производительностью и низким энергопотреблением.

Программная архитектура использует многоуровневую схему. На уровне обработки данных с использованием шаблонизатора FreeMarker реализуется динамическая привязка данных и шаблонов, поддерживая автоматическую генерацию проектной документации. На уровне управления системой на основе модульного программирования разрабатываются основные компоненты, такие как аутентификация пользователей, диспетчеризация функций, мониторинг состояния и т.д. Механизм обработки исключений разработан с использованием алгоритмов реального времени и многоуровневой системы оповещения. При обнаружении аномалий в параметрах схемы генерируется многоуровневое оповещение и диагностический отчет, содержащий характеристики аномалий и рекомендации по обработке, что повышает способность системы к отказоустойчивости.

Список литературы

1. Ван Силян. Высоконадежная платформа для проектирования интегральных схем местного производства — интервью с президентом компании Wuxi Huada Guoqi Technology Co., Ltd., господином Гу Цзяньюй [J]. Китайские интегральные схемы, 2014, 23(12) : 38-39+63.

2. Формализация верификации топологии и электрической схемы для систем автоматизированного проектирования / Т. В. Скворцова, К. В. Зольников, А. М. Плотников, И. В. Скоркин // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 3. – С. 61-70. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-59-68. – EDN DUYQNH.

3. Компьютерное моделирование работоспособности финишных процедур и паразитных элементов в программно-аппаратном комплексе проектирования микросхем / А. С. Ягодкин, Н. Н. Литвинов, П. С. Иванин, А. С. Грошев // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 3. – С. 106-115. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-104-113. – EDN NICLOY.

4. Компьютерное моделирование работоспособности электрической схемы в системах автоматизации проектирования / В. К. Зольников, С. В. Стоянов, Е. В. Шмаков, Н. Н. Литвинов // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 3. – С. 26-36. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-24-34. – EDN EJJKJP.

5. Ся Юй. Платформа визуализации данных на основе FreeMarker, ECharts и SSM [J]. Навыки и обслуживание компьютерного программирования, 2019, (07) : 91-92+99. DOI:10.16184/j.cnki.comprg.2019.07.035.

6. Титов, М. Ю. Пути повышения эффективных способов защиты информации в беспилотных летательных аппаратах двойного назначения / М. Ю. Титов // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 2. – С. 82-92. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-17-2-82-92. – EDN IQOQPI.

7. Полуэктов, А. В. Моделирование ослабления ионизирующего излучения за счет защитного корпуса микросхем / А. В. Полуэктов, Р. Ю. Медведев, А. И. Заревич // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 2. – С. 93-100. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-17-2-93-100. – EDN QQRQXE.

8. Математическое обеспечение информационно-управляющей системы для хранения продукции с ограниченным сроком хранения / Д. В. Арапов, Н. Ю. Юдина, В. А. Курицын, Л. А. Коробова // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 1. – С. 7-18. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-17-1-7-18. – EDN CXBIVK.

References

1. Wang Xilian. Indigenous Highly Reliable Integrated Circuit Design Service Platform – Interview with President Gu Jianyu of Huadong Guoqi Technology Co., Ltd., Wuxi [J]. China Integrated Circuit, 2014, 23(12) : 38-39+63.

2. Formalization of Topology and Electrical Circuit Verification for Automated Design Systems / T.V.Skvortsova, K.V.Zolnikov, A.M.Plotnikov, I.V.Skorkin // System and Process Modeling.–2024.–Vol.17,No.3.–Pp.61-70.–DOI 10.12737/2219-0767-2024-59-68.–EDN DUYQHJ.

3. Computer Modeling of the Functionality of Finishing Procedures and Parasitic Elements in the Microcircuit Design Software-Hardware Complex / A.S.Yadgirkin, N.N.Litvinov, P.S.Ivanin, A.S.Groshev // System and Process Modeling.–2024.–Vol.17,No.3.–Pp.106-115.–DOI 10.12737/2219-0767-2024-104-113.–EDN NICLOY.

4. Computer Modeling of the Functionality of Electrical Circuits in Automated Design Systems / V.K.Zolnikov, S.V.Stoyanov, E.V.Shmakov, N.N.Litvinov // System and Process Modeling.–2024.–Vol.17,No.3.–Pp.26-36.–DOI 10.12737/2219-0767-2024-24-34.–EDN EJJKJP.

5. Xia Yu. Data Visualization Platform Based on FreeMarker, ECharts and SSM [J]. Computer Programming Skills and Maintenance, 2019, (07) : 91-92+99. DOI: 10.16184/j.cnki.comprg.2019.07.035.

6. Titov, M. Y. Ways to increase effective ways of protecting information in dual-use unmanned aerial vehicles / M. Y. Titov // Modeling of systems and processes. – 2024. – Vol. 17, No. 2. – pp. 82-92. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-17-2-82-92. – EDN IQOQPI.

7. Poluektov, A.V. Modeling of attenuation of ionizing radiation due to the protective housing of microcircuits / A.V. Poluektov, R. Y. Medvedev, A. I. Zarevich // Modeling of systems and processes. – 2024. – Vol. 17, No. 2. – pp. 93-100. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-17-2-93-100. – EDN QQRQXE.

8. Mathematical support of an information management system for storing products with a limited shelf life / D. V. Arapov, N. Yu. Yudina, V. A. Kuritsyn, L. A. Korobova // Modeling of systems and processes. – 2024. – Vol. 17, No. 1. – pp. 7-18. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-17-1-7-18. – EDN CXBIVK.