

Delta Design – первая отечественная САПР электроники сквозного цикла

Алексей Гимеин

Менеджер по продукту ЭРЕМЕКС

gimein@eremex.ru

Аннотация

В условиях современных вызовов, когда зарубежные компании-разработчики САПР покинули российский рынок, перед предприятиями приборостроения стоит задача скорейшего и полного перехода на отечественное инженерное ПО. Компания «ЭРЕМЕКС» разработала САПР Delta Design, которая отвечает всем современным требованиям разработчиков РЭА и реализует сквозной цикл проектирования изделия электроники с полной поддержкой ГОСТ и возможностью интеграции с отечественными системами управления жизненным циклом изделия. В статье рассмотрен основной функционал и возможности САПР Delta Design.

Ключевые слова: PCB, ECAD, трассировка, печатная плата, схема электрическая, ЭРЕМЕКС, TopoR, Delta Design.

Delta Design is the first domestic CAD for end-to-end electronics

Alexey Gimein

Abstract

In the face of modern challenges, when foreign CAD development companies have left the Russian market, instrumentation enterprises are faced with the task of an early and complete transition to domestic engineering software. The EREMEX company has developed Delta Design CAD, which meets all modern requirements of REA developers and implements an end-to-end electronics product design cycle with full GOST support and the ability to integrate with domestic product life cycle management systems. The article discusses the main functionality and capabilities of CAD Delta Design.

Keywords: PCB, ECAD, tracing, printed circuit board, electrical diagram, EREMEX, TopoR, Delta Design.

Введение

Коммерческая версия САПР Delta Design была представлена в 2015 году. К тому моменту в портфолио компании ЭРЕМЕКС уже было два успешно зарекомендовавших себя на рынке продукта – топологический автотрассировщик TopoR и пакет аналогового моделирования SimOne.

На первом этапе Delta Design обладала лишь базовым набором функций и имела ряд ограничений. Система постоянно развивается и на данный момент обладает

всем необходимым функционалом, обеспечивающим сквозной цикл проектирования сложных печатных плат.

Структура системы и основные модули

В основе Delta Design лежит разработанная компанией ЭРЕМЕКС транзакционная СУБД IPR, обеспечивающая целостность, надежность и безопасность хранения данных.

Система построена по модульному принципу, и, по сути, является плат-формой



Рис. 1. Структура Delta Design

для проектирования различных решений в области САПР. Модули Delta Design, объединенные общим интерфейсом, обеспечивают сквозной маршрут проектирования изделий РЭА от создания библиотеки электронных компонентов до выпуска конструкторской документации и подготовки производственных файлов (рис. 1). При этом заказчик, в зависимости от потребностей, может приобрести различные конфигурации системы, включающие в себя различные наборы модулей.

Менеджер библиотек LiBerty

Менеджер библиотек обеспечивает создание и редактирование описаний электронных компонентов и ведение единой централизованной базы компонентов в среде Delta Design. Описания компонентов включают в себя атрибутивные данные, условные графические обозначения (УГО) для использования на электрических схемах, а также посадочные места для топологического проектирования печатной платы. Для обеспечения удобства и снижения трудоемкости создания компонентов Delta Design предоставляет пользователям автоматизированные инструменты – мастер создания УГО и мастер создания посадочного места (с генерацией 3D-модели компонента и посадочного места). Есть возможность

создания и редактирования компонентов вручную. Создаваемые при помощи мастеров УГО соответствуют требованиям ГОСТ-2.743, посадочные места – требованиям IPC-7351/ ГОСТ Р МЭК 61188. В комплект поставки системы включен широкий набор соответствующих требованиям ГОСТ УГО.

Компоненты в системе объединяются в библиотеки, для которых может быть установлено разграничение прав доступа при коллективной работе. Delta Design позволяет импортировать библиотеки компонентов из других систем, в том числе из устаревшей, но все еще широко используемой в нашей стране САПР P-CAD, а также из современных САПР PADS и Altium Designer.

Delta Design содержит обширную встроенную библиотеку SPICE-компонентов. Работа схемы может быть смоделирована с помощью интегрированной системы аналогового моделирования SimOne.

Дополнительно компания «ЭРЕМЕКС» разрабатывает бесплатную и свободно распространяемую библиотеку электронных компонентов DeltaЭКБ, в которую входят компоненты отечественных производителей. Библиотека постоянно пополняется.

Схемотехнический редактор FlexyS

Схемотехнический редактор Delta

Design позволяет автоматизировать разработку многослойных принципиальных схем с произвольным уровнем вложенности блоков. Система облегчает процесс создания схем со сложной иерархической структурой, обеспечивая представление схем функционально законченных узлов в виде компонентов верхнего уровня. При этом гарантируется выполнение основных стандартов построения схемы, а при использовании соответствующих требованиям ГОСТ библиотек УГО, созданная схема (рис. 2) будет полностью соответствовать требованиям ГОСТ.

Обеспечивается автоматический контроль размещения УГО, соблюдение минимальных расстояний между объектами, автоматическое назначение компонентам позиционных обозначений. Механизм проверки схемы позволяет выявить наличие замыканий и незавершенных цепей, проверить корректность соединения выводов и другие параметры.

Поддерживаются схемотехнические блоки, в том числе встроенные.

Система аналогового моделирования SimOne

SimOne – одна из первых разработок

«ЭРЕМЕКС», ранее поставлялась в виде отдельного продукта. В Delta Design, начиная с версии 3.0, аналогового моделирования полностью интегрирована в среду проектирования.

SimOne позволяет проводить моделирование и анализ функционирования аналоговых узлов проектируемого устройства, оценивать параметры схемы без необходимости изготовления макетных образцов. Доступны различные виды анализа, в том числе уникальный метод анализа устойчивости схемы. Предусмотрена реализация фильтров различных типов – нижних и верхних частот, полосовых, режекторных.

SimOne поддерживает распространенные форматы представления схем: SPICE3, PSPICE, LTSPICE, HSPICE, обеспечивает экспорт данных в Matlab, Maple, Excel.

Библиотека SimOne содержит около 40 тыс SPICE-моделей электронных компонентов, включая около 500 моделей отечественных производителей, имеется возможность добавления SPICE-моделей к существующим компонентам в библиотеке.

Система цифрового моделирования Simtera

Начиная с версии Delta Design 3.0, в

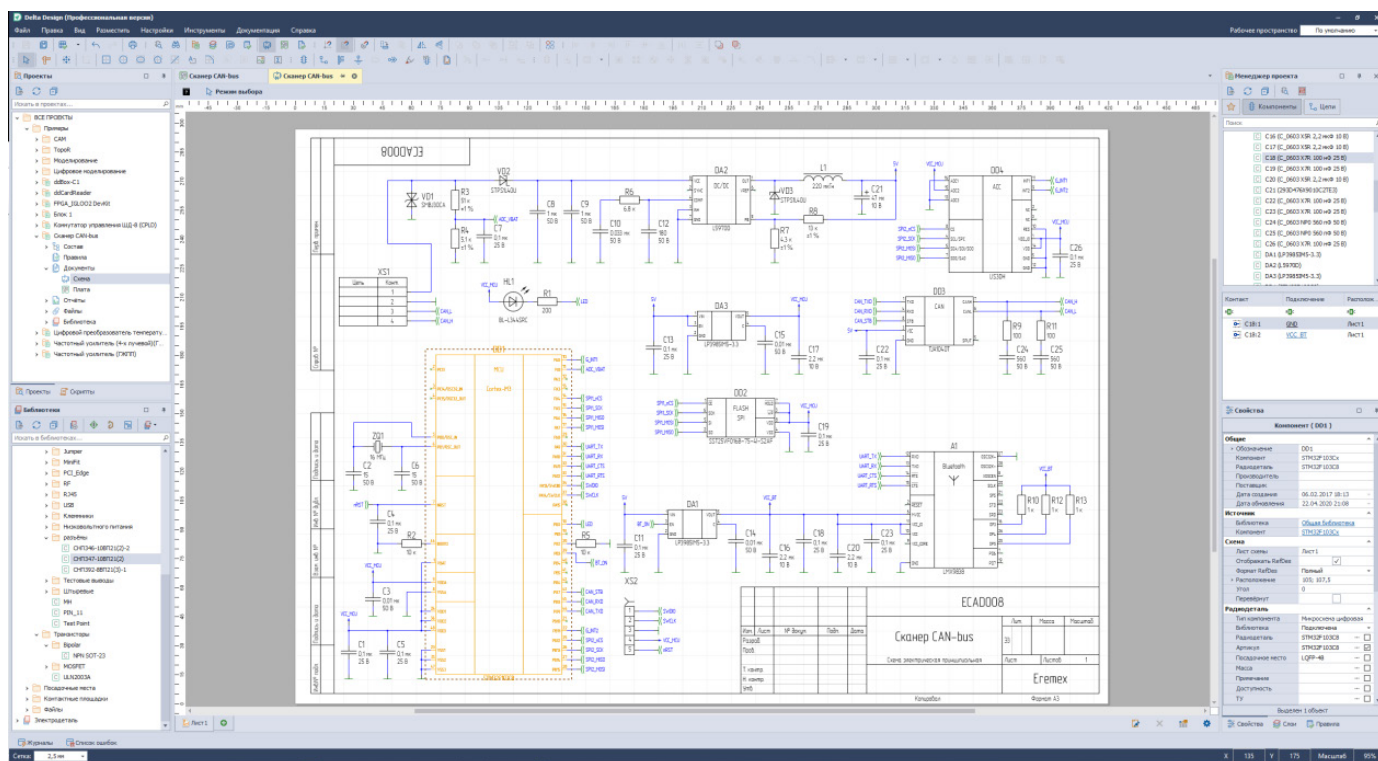


Рис. 2. Схемотехнический редактор FlexyS

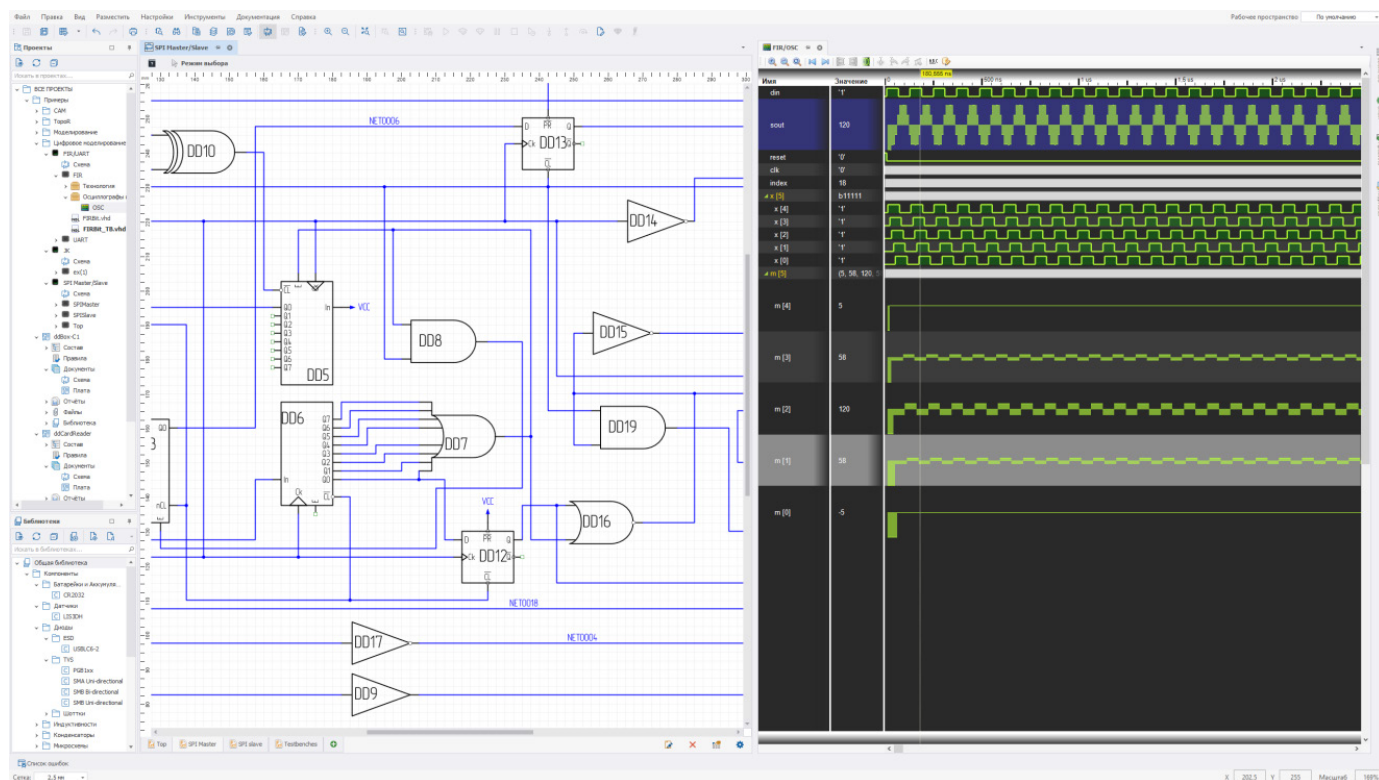


Рис. 3. Система цифрового моделирования Simtera

САПР полностью интегрирована система цифрового моделирования Simtera (рис. 3), работающая на основе описания работы устройств на HDL-языках (Verilog/SystemVerilog/VHDL).

В систему встроены инструменты для работы с цифровым моделированием в схемотехническом виде. Пользователю необходимо создать библиотеку компонентов с условно-графическим обозначением и привязать к компонентам HDL-модели. В системе предусмотрена автогенерация HDL-кода по УГО, что в значительной мере упрощает наполнение библиотек. На этапе проектирования схемы пользователю доступны все схемотехнические инструменты – для работы с шинами, портами, листами и пр.

Текущие результаты моделирования сразу доступны для просмотра и анализа. Встроенный осциллограф может отображать данные непосредственно в процессе расчета, что дает возможность существенно уменьшить время обнаружения ошибок.

Еще одна задача модуля – разработка встраиваемого программного обеспечения. Цикл проектирования конфигурации ПЛИС может быть продолжен в системе с использованием модуля синтеза.

Модуль управления правилами DRM

Модуль обеспечивает полный контроль над параметрами проекта и технологическими ограничениями на любом этапе проектирования печатной платы. Иерархия правил формируется в зависимости от сложности проекта. Ведение правил осуществляется с использованием принципа наследования параметров по иерархии цепей, слоев и регионов (областей) на плате. Каждый из уровней правил представляет собой отдельную таблицу с едиными принципами ведения данных. В комплект поставки включен набор правил проектирования в соответствии с классами точности по ГОСТ Р 53429.

В процессе проектирования платы в режиме реального времени производится автоматическая проверка соответствия топологии печатной платы заданным правилам (допустимые зазоры, максимальное количество допустимых переходных отверстий, параметры трассировки дифференциальных пар, предпочтительное направление трассировки на слоях плат и т.д.). В случае выявления несоответствий, сообщения об этом выводятся в отчете.

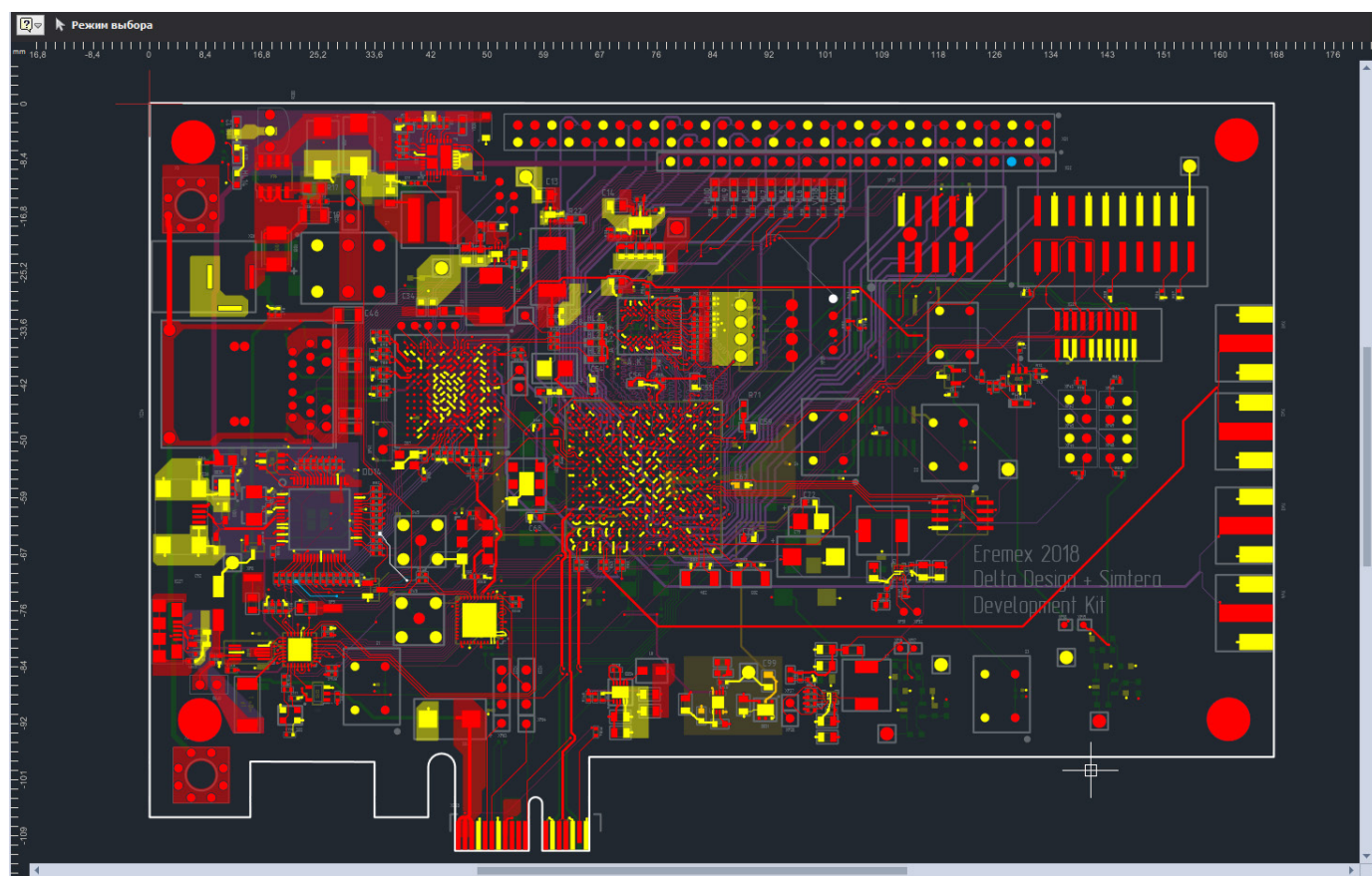


Рис. 4. Окно редактора печатных плат RightPCB

Интерактивный редактор печатных плат RightPCB

Редактор печатных плат Delta Design обеспечивает работу в двух режимах – режим классической трассировки RightPCB и топологической трассировки TopoR.

RightPCB позволяет проектировать печатные платы любого уровня сложности (рис. 4). В интерактивном режиме обеспечивается конструирование контура платы (с возможностью загрузки контура из машиностроительных САПР), формирование структуры слоев платы, ведение стилей переходных отверстий, создание документационных слоев, задание зон запретов размещения и трассировки. Размещение компонентов и прокладка треклов осуществляется с непрерывным контролем правил проектирования. Есть возможность установки корпусов с минимальными зазорами, обеспечивается их выравнивание и распределение по плате с минимальным шагом.

Интерактивная трассировка производится в полуавтоматическом режиме, обеспечивается поиск кратчайшего сое-

динения (с учетом ограничений) с минимальным количеством поворотов и углами наклона 45° и 90° , реализованы режимы огибания и расталкивания препятствий, прижимания и натяжения треклов, эскизная трассировка.

Для трассировки дифференциальных пар применяется дополнительный контроль зазоров и длин проводников, автоматически формируются симметричные участки вблизи начальных и конечных контактных площадок.

Поддерживается разработка высокоскоростных плат. В библиотеке задаются величины задержки сигналов для контактов компонента, далее при проектировании электрической схемы создаются группы «Расширенные цепи», «Сигналы» и «Группы выравнивания». При трассировке печатной платы для выравнивания длин обеспечивается построение меандров. Контролируется длина проводников – специальный индикатор в режиме реального времени показывает, попадает ли длина проводника в допустимый интервал.

Обеспечивается построение фанпаутов

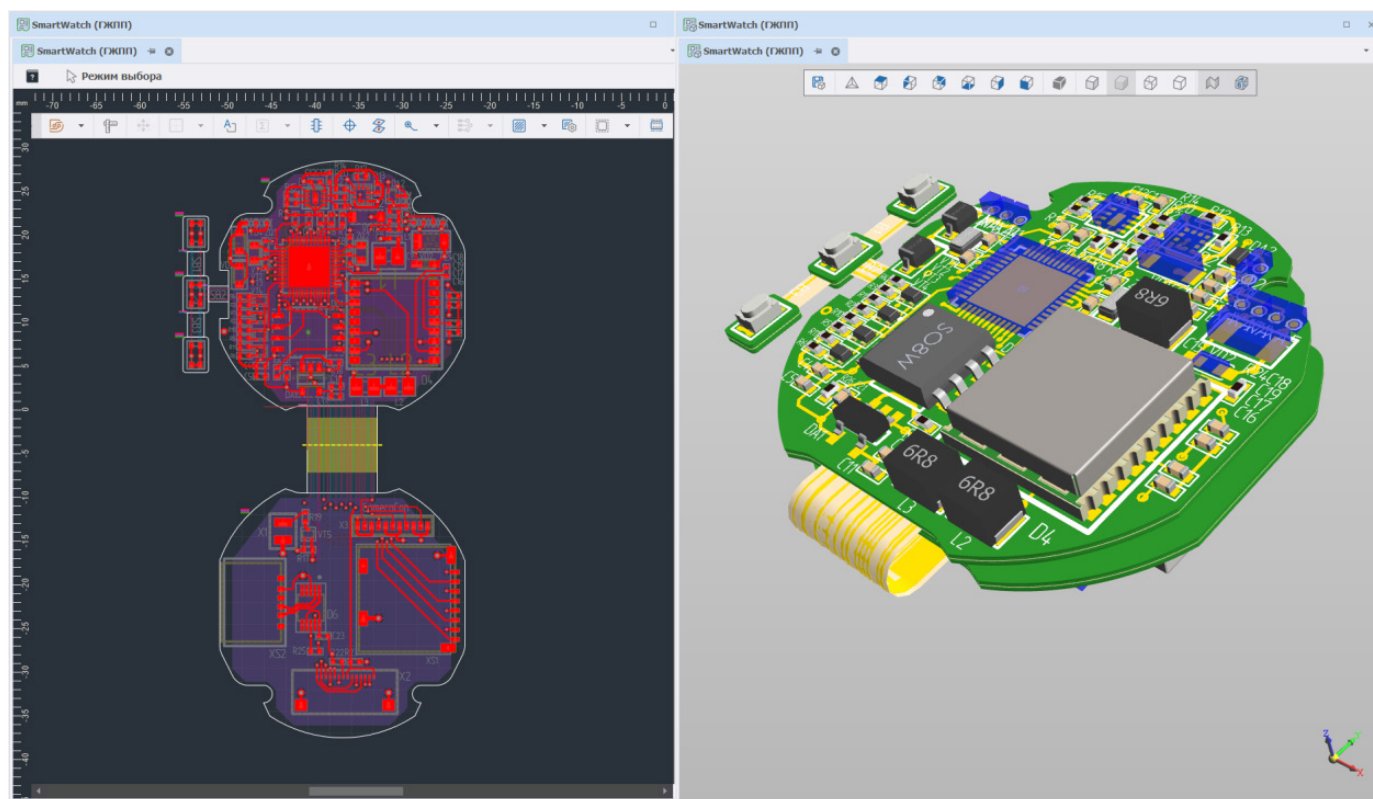


Рис. 5. Гибко-жесткая печатная плата

(межслойных переходов к планарным выводам SMD-компонентов). В рабочем окне проекта или путем настройки фильтров производится выбор посадочных мест для построения, есть возможность интерактивно задавать параметры взаимного расположения выводов и фанатов.

При помощи задаваемых пользователем стилей заливок создаются области металлизации, их можно сохранять для дальнейшего использования.

В версии Delta Design 3.6, вышедшей осенью 2022 года, реализовано проектирование гибко-жестких печатных плат (рис. 5). Обновление включает в себя новый редактор материалов, редактор слоев, новые инструменты создания контура платы.

Топологический трассировщик TopoR

Интегрированный в среду проектирования Delta Design трассировщик TopoR обеспечивает существенное снижение протяженности параллельных трасс и уменьшает уровень перекрестных электромагнитных помех. TopoR выполняет автоматическую трассировку в соответствии с

электрической схемой, конструкцией платы и правилами проектирования. Разводка проводников производится под произвольными углами (возможна трассировка дугами и традиционная трассировка – под углами 45° и 90°) и, за счет оптимизации формы прокладываемых проводников, обеспечивается более экономичное использование коммутационного пространства (рис. 6). Алгоритмы автоматической трассировки, реализованные в TopoR, позволяют значительно снизить трудоемкость и сроки проектирования.

3D-визуализация печатной платы

В Delta Design реализовано интерактивное отображение печатной платы в трехмерном виде (рис. 7). Это дает возможность оптимизировать компоновку платы до передачи в производство, выполнить эскизное проектирование и объемное прототипирование на этапе разработки изделия. Построенная модель печатной платы может быть сохранена в различных форматах: C3D, STEP и IGES (граничное представление), STL и VRML (полигональное представление).

Подготовка производственных файлов

На платформе Delta Design реализован модуль, позволяющий верифицировать производственные файлы, прежде чем инженер-конструктор отправит их производителю печатных плат. Модуль имеет ряд базовых функций, позволяющих выполнить проверку на минимальные зазоры, ширины, а также выполнить поиск замыканий и разрывов в проводящем рисунке печатной платы.

На момент написания статьи ведется активная доработка модуля, которая трансформирует его в полноценный САМ-редактор. Редактор позволит выполнять проверку производственных файлов на соответствие требованиям производства, создавать панели, формировать ЧПУ-программы управления сверлильными и фрезеровальными

станками

Выпуск конструкторской документации

САПР Delta Design, которая изначально проектировалась на основе ГОСТ, обеспечивает выпуск полного комплекта конструкторской и производственной документации в соответствии с требованиями ЕСКД.

В Delta Design уже имеются созданные в соответствии с ГОСТ шаблоны документов, правила оформления, шрифты. Кроме того, у разработчика есть возможность задать собственные стандарты и обеспечить любые требования, предъявляемые к конструкторской документации.

В Delta Design формируется: схема электрическая принципиальная (ЭЗ), перечень элементов (ПЭ), ведомость покупных изделий. Функция экспорта в PDF позволя-

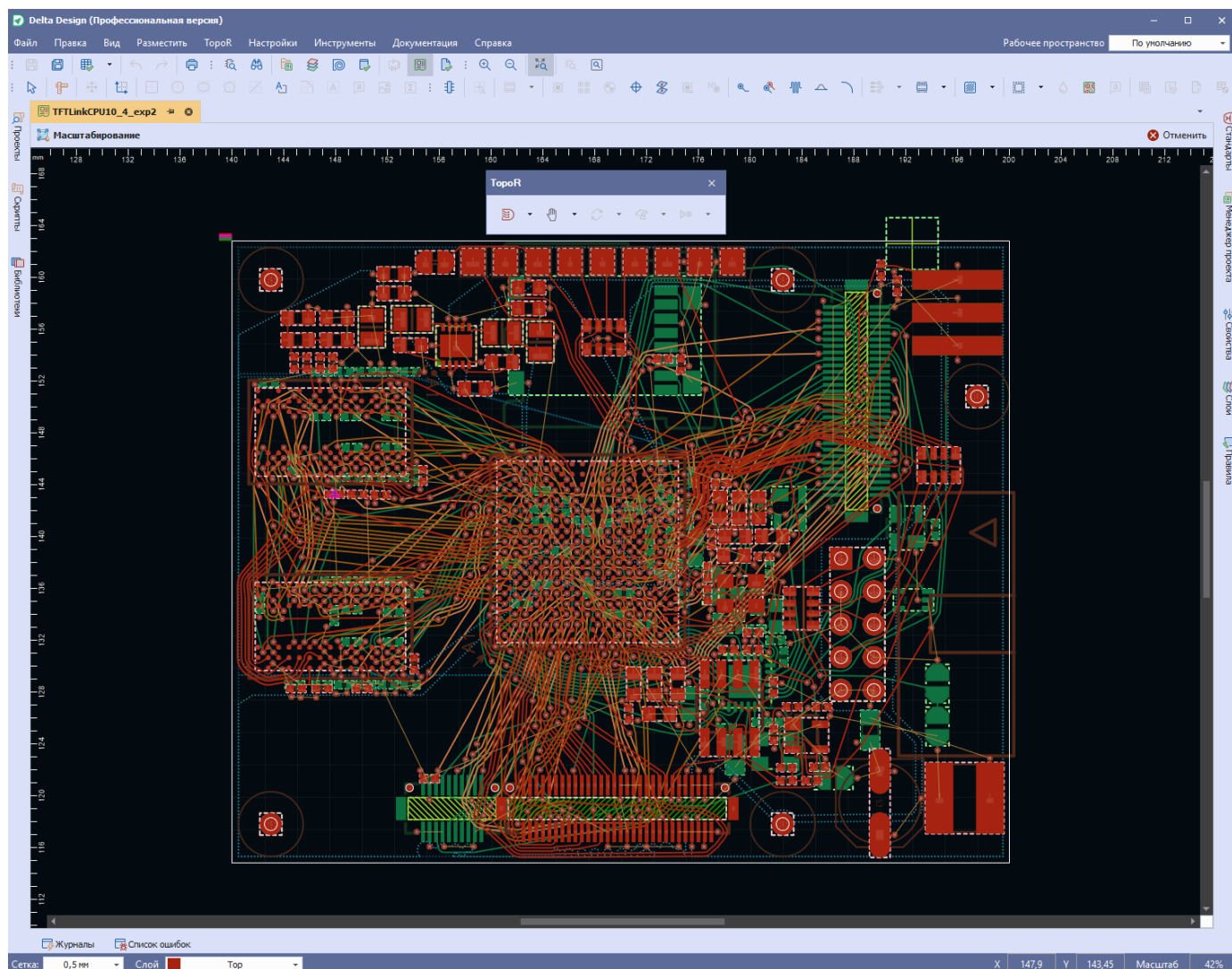


Рис. 6. Режим топологической трассировки TopoR

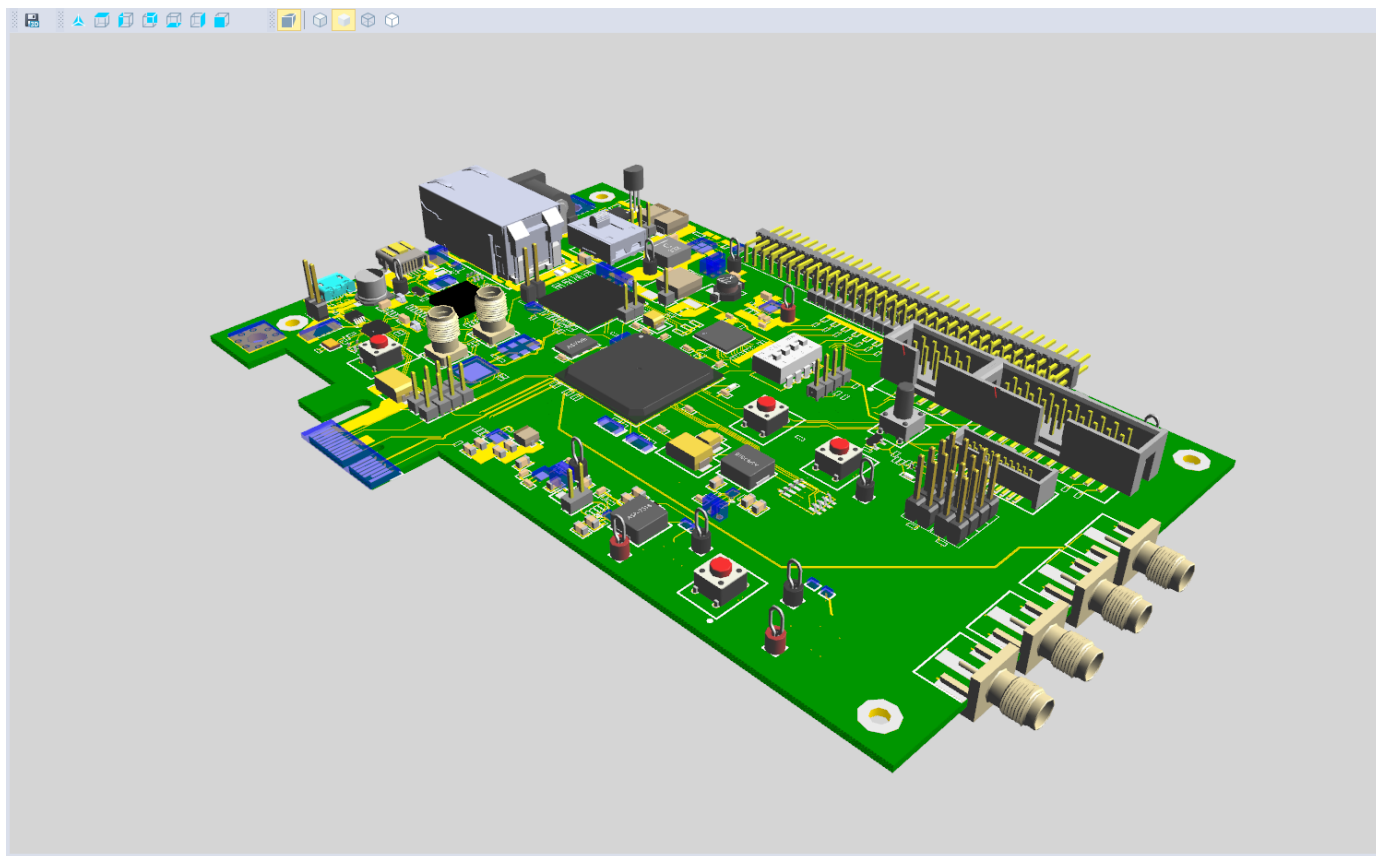


Рис. 7. 3D-визуализация печатной платы

ет сохранить электрическую схему в формате PDF с возможностью поиска и гипертекстовой навигации.

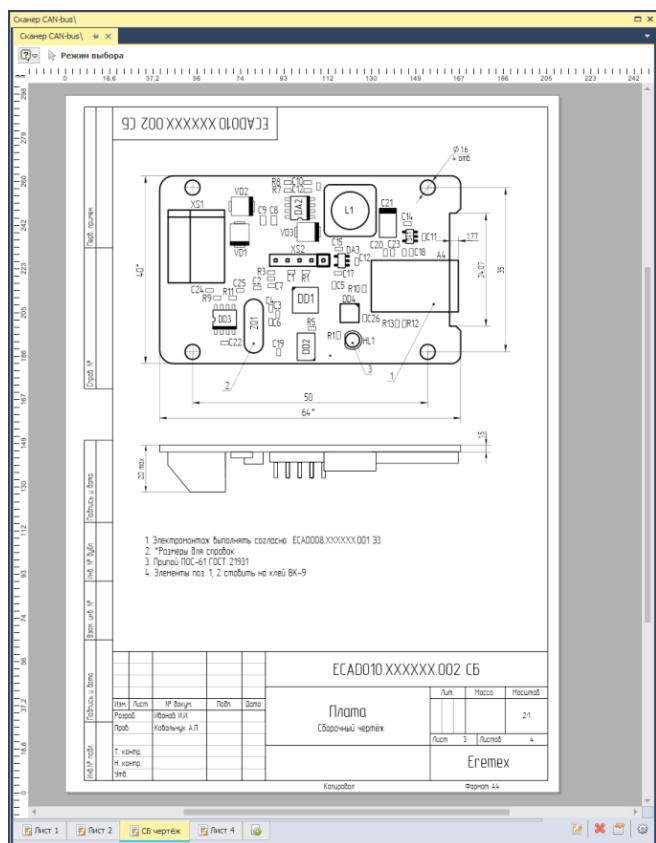


Рис. 8. Сборочный чертеж в Delta Design

Начиная с версии Delta Design 3.0, функционал выпуска конструкторской документации был существенно расширен. Теперь в системе формируются чертежи: чертёж печатной платы (ГОСТ 2.417) и сборочный чертеж (СБ) (рис. 8). На чертежах отображается размещение выносных и размерных линий, символов шероховатости, координатной сетки по периметру печатной платы, символов отверстий, таблицы сверловки. На сборочном чертеже обеспечивается выбор вида проекции печатной платы (базовый, вид сверху, вид сбоку, вид снизу), размещение проекций корпусов отдельных компонентов в выбранном масштабе для создания вариантов установки, размещение дополнительных графических объектов. Предусмотрена синхронизация чертежа с редактором печатных плат.

Коллективная работа в масштабах предприятия

Система Delta Design оснащена полным комплектом необходимого инструментария для организации коллективной работы пользователей при проектировании изделий РЭА, как для рабочей груп-

пы, так и в масштабе предприятия. Также система предоставляет руководителям полные возможности для контроля состояния проектов. Для ИТ-служб реализована возможность вести централизованное администрирование: разграничивать права пользователей, создавать резервные копии данных, настраивать пути информационных потоков.

Реализовано два варианта совместной работы – Delta Design Workgroup позволяет работать с одной базой нескольким пользователям (до 10), а Delta Design Enterprise Server (рис. 9) объединяет несколько баз данных в единое информационное пространство, обеспечивая при этом синхронизацию между ними.

тинных операций при помощи скриптов, объектный язык запросов к базе данных, интерфейс прикладных программ (API) для доступа ко всем функциям системы, открытый формат обмена данными в формате XML.

На базе этих механизмов уже реализована полная интеграция Delta Design с системой управления жизненным циклом изделия ЛОЦМАН:PLM (разработчик – компания АСКОН). В системе ЛОЦМАН определяется состав изделия, в котором создается проект платы Delta Design, далее из ЛОЦМАН запускается Delta Design и осуществляется проектирование электрической схемы и печатной платы. После окончания работы над проектом

Delta Design Enterprise Server

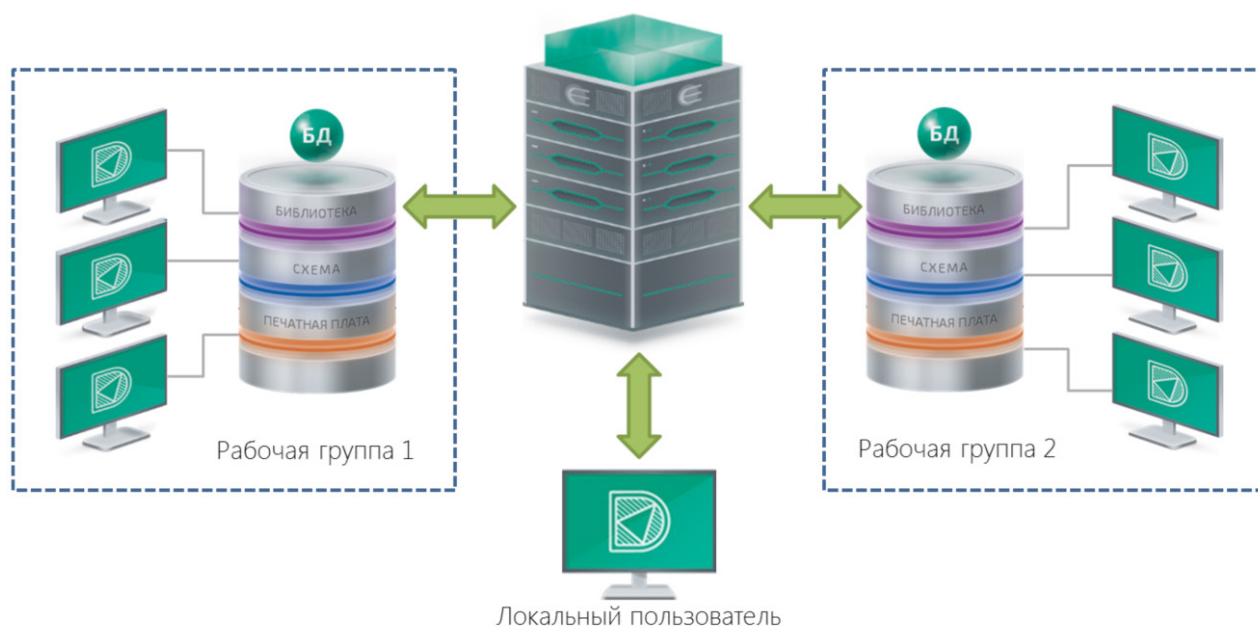


Рис. 9. Delta Design Enterprise Server

Широкие возможности интеграции

Уникальной особенностью Delta Design является открытость для интеграции. Комплект программиста (SDK), входящий в состав системы, позволяет расширять ее возможности и обеспечивает интеграцию Delta Design в инфраструктуру предприятия. Реализованы различные механизмы расширения и интеграции, такие как автоматизация ру-

в Delta Design данные сохраняются в ЛОЦМАН:PLM (компонентный состав изделия, файл проекта Delta Design), далее работа над изделием продолжается в машиностроительных САПР и расчетных приложениях. Таким образом, комплекс из отечественного ПО Delta Design, ЛОЦМАН:PLM и машиностроительной САПР КОМПАС-3D позволяет организовать на предприятии сквозной цикл разработки изделий приборостроения.

Развитие системы

Для современных отечественных систем, работающих в критически важных отраслях промышленности, важнейшим требованием является обеспечение работы на отечественных процессорных платформах под управлением операционной системы Linux. Создание версии Delta Design, работающей под ОС Linux, в том числе и на платформе Эльбрус – приоритетное направление разработки компании ЭРЕМЕКС.

Delta Design активно развивается как платформа. В разработке находится САПР для микроэлектроники – специализированная система Delta Design IC для проектирования интегральных микросхем малой степени интеграции. Решение будет включать подготовку библиотеки стандартных ячеек, редактор электрической схемы, аналоговый SPICE-симулятор, редактор топологии с поддержкой импорта/экспорта в формате GDSII, и система контроля технологических ограничений.

Выше уже упоминался модуль подготовки производственных файлов. Развитие данного модуля приведет к созданию полноценной САМ-системы, ближайшим аналогом которого является система CAM350.

Заключение

САПР Delta Design обеспечивает полный цикл проектирования радио-электронных устройств в соответствии с отечествен-

ными стандартами. Система хранит всю информацию в специализированной транзакционной СУБД и гарантирует целостность, надежность и безопасность хранения данных.

Открытая архитектура Delta Design позволяет интегрировать систему в корпоративную информационную инфраструктуру, Delta Design Workgroup и Enterprise Server обеспечивают коллективную работу и единое информационное пространство в масштабах предприятия. Архитектурные решения, заложенные в систему, интуитивно понятный интерфейс, а также поддержка квалифицированных специалистов «ЭРЕМЕКС» на этапе внедрения позволяют максимально быстро ее освоить.

За годы, прошедшие с момента выхода Delta Design на рынок, система обрела функционал, необходимый для успешного замещения зарубежных САПР на отечественных предприятиях. Десятки предприятий приборостроения уже используют Delta Design для проектирования изделий электроники любой сложности.

В настоящий момент Delta Design – это стабильная зрелая система, предоставляющая разработчикам полный набор инструментов проектирования РЭА любой сложности, с возможностью коллективной работы, механизмами расширения и интеграции с другими системами, и, в то же время, обладающая большим потенциалом для дальнейшего развития.