

# Delta Design – современная отечественная САПР электроники сквозного цикла

А. Гимеин<sup>1</sup>

УДК 004.4 | ВАК 05.13.12

Государственная стратегия на импортозамещение в сфере ПО, с одной стороны, и зарубежные санкции – с другой, вызвали насущную потребность в создании отечественной системы проектирования электроники полного цикла. Российским предприятиям требуется полнофункциональное ПО для автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) с полной поддержкой ГОСТ и возможностью интеграции с отечественными системами управления уровня предприятия, такими как системы управления жизненным циклом изделия (PLM). Компания «ЭРЕМЕКС» разработала САПР Delta Design, которая отвечает современным требованиям разработчиков РЭА и реализует сквозной цикл проектирования изделия с поддержкой ГОСТ. В статье рассмотрен основной функционал и возможности САПР Delta Design.

## ВВЕДЕНИЕ

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 трассировщик TороR и пакет аналогового моделирования SimOne.

На первом этапе Delta Design обладала лишь базовым набором функций и имела ряд ограничений. Система постоянно развивалась и весной 2020 года была выпущена версия Delta Design 3.0 – наиболее существенное обновление системы за несколько лет. Изменения затронули как внутренние механизмы работы Delta Design, так и функционал, предоставляемый пользователям.

Delta Design 3.0 кардинально отличается от предыдущих версий. Улучшена архитектура системы, разработано новое расчетное ядро, которое позволило значительно повысить качество трассировки печатных плат, а также повышена производительность. В версию 3.0 были полностью интегрированы ранее существовавшие как отдельные продукты топологический трассировщик TороR, системы аналогового моделирования SimOne и цифрового моделирования Simtera. Кроме того, САПР Delta Design 3.0 была расширена модулем редактирования и верификации производственных файлов DeltaCAM и системой подготовки конструкторской документации.

## 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. 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

LiBerty 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

<sup>1</sup> Компания «ЭРЕМЕКС», менеджер по продукту.



Рис. 1. Структура Delta Design

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 современной САПР Altium Designer.

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

## Схемотехнический редактор FlexyS

FlexyS 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 закорачиваний и незавершенных цепей, проверить корректность соединения выводов и другие параметры.

Поддерживаются схемотехнические блоки, в том числе встроенные.

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

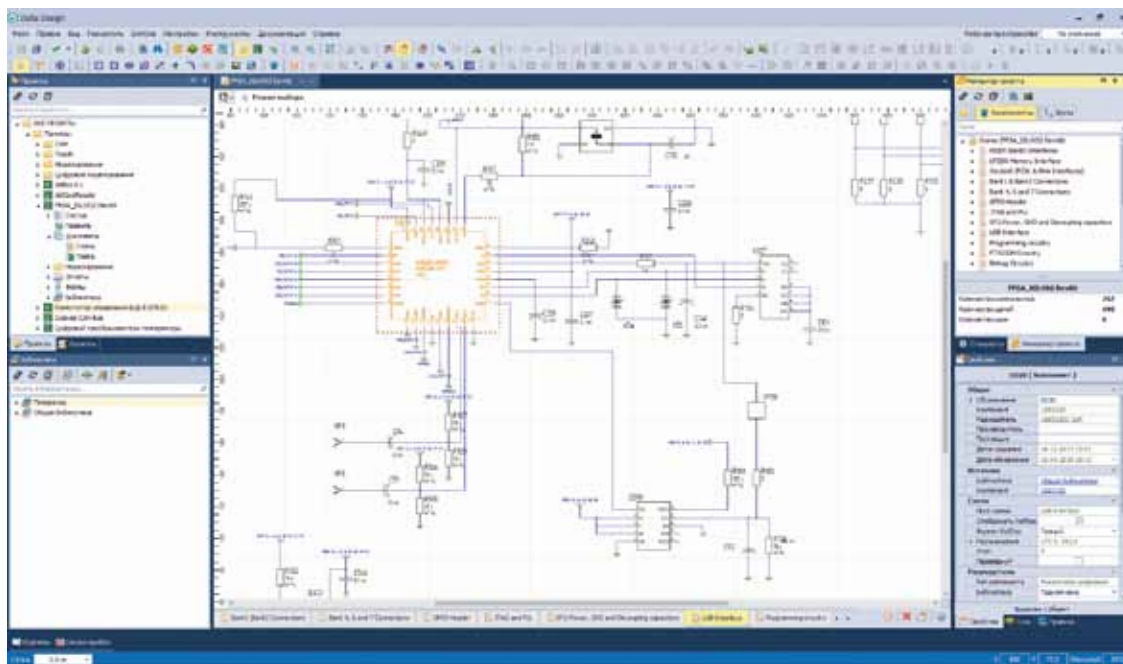


Рис. 2. Схемотехнический редактор FlexyS

### Система аналогового моделирования SimOne

SimOne – одна из первых разработок «ЭРЕМЕКС», ранее поставлялась в виде отдельного продукта. В версии Delta Design 3.0 система 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, обеспечивается 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 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 схематехническом виде, что помогает пользователю на любом из этапов процесса

проектирования «библиотека – схема – моделирование». Пользователю необходимо лишь 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 схематехнические инструменты – для работы с шинами, портами, листами и проч.

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 цикла 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.

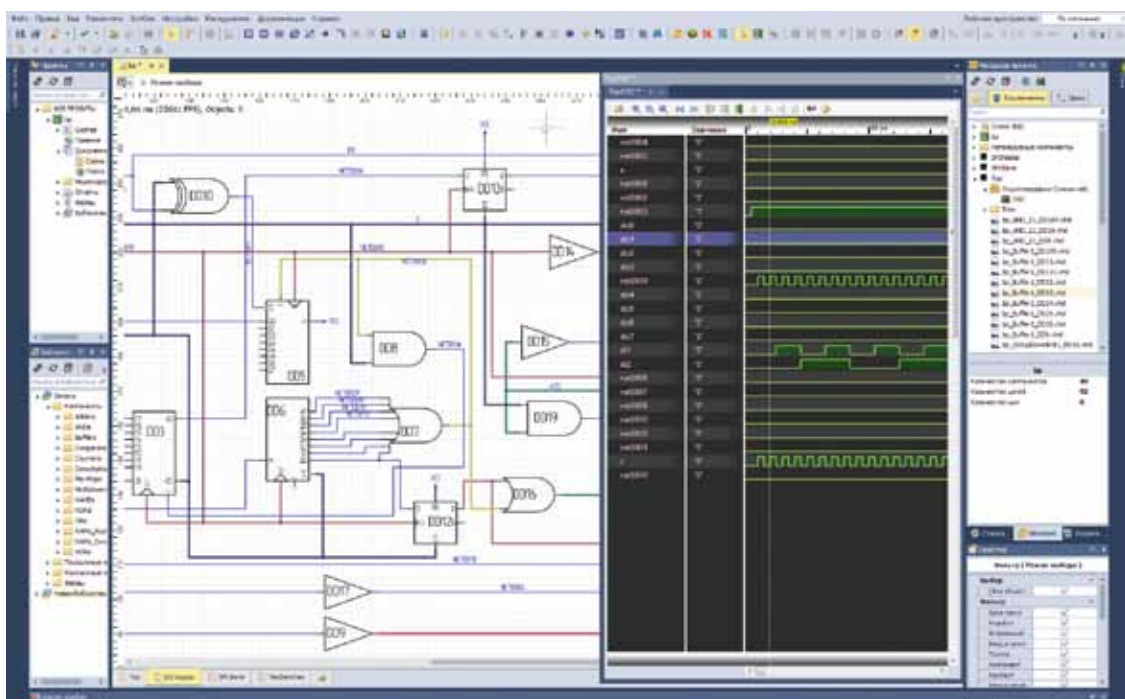


Рис. 3. Система цифрового моделирования Simtera

В процессе проектирования платы в режиме реального времени производится автоматическая проверка соответствия печатного монтажа 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 включаются в отчет.

### Интерактивный редактор печатных плат RightPCB

RightPCB позволяет проектировать в Delta Design 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 треков 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 соединения (с учетом ограничений) с минимальным количеством поворотов и углами наклона 45° и 90°, реализованы режимы огибания и расталкивания препятствий, прижимания и натяжения треков, 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 фанаутов (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 фанаутов.

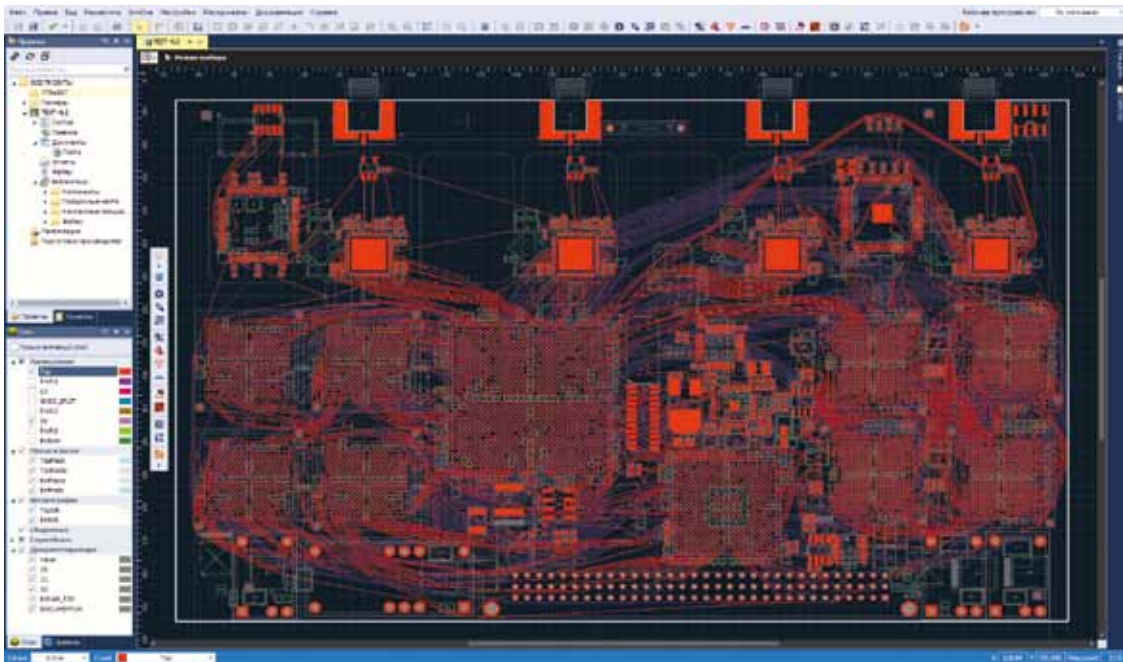
При помощи задаваемых пользователем стилей заливок создаются области металлизации, их можно сохранять для дальнейшего использования.

### 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



Рис. 4. Окно редактора печатных плат RightPCB



**Рис. 5.** Режим топологической трассировки ТороR

дугами и традиционная трассировка – под углами 45° и 90°), и, за счет оптимизации формы прокладываемых проводников, обеспечивается более экономичное использование коммутационного пространства (рис. 5). Алгоритмы автоматической трассировки, реализованные в ТороR, позволяют значительно снизить трудоемкость и сроки проектирования.

При проектировании сложных и высокоскоростных плат, ТороR позволяет ограничивать задержки сигналов или групп сигналов, а также выравнивать задержки с заданной точностью в сигналах внутри группы и/или между группами. При трассировке дифференциальных пар реализована возможность задания правил для контроля равенства задержек в проводниках пары.

### 3D-визуализация печатной платы

В Delta Design реализовано интерактивное отображение печатной платы в трехмерном виде (рис. 6). 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).



**Рис. 6.** 3D-визуализация печатной платы

### Универсальный редактор производственных файлов DeltaCAM

Любой проект печатной платы, спроектированный в Delta Design, может быть автоматически загружен и открыт в редакторе DeltaCAM. При автоматической загрузке проекта типы слоев и их порядок следования сохраняются. Синхронизация между редактором печатных плат и САМ-редактором позволяет быстро переключаться и переходить к нужной точке проекта.

Редактор DeltaCAM позволяет загружать и редактировать топологию печатной платы, созданную и в сторонних САПР. Поддерживается импорт/экспорт производственных файлов в форматах Gerber и Excellon.

Пользователь может создавать новые типы апертур и отверстий или вносить изменения в уже существующие. Кроме того, в модуле реализован широкий набор DRC-проверок, которые позволяют оценить проект на соответствие требованиям производителя печатных плат. В DeltaCAM реализован механизм поиска возможных коротких замыканий и разрывов цепей. CAM-модуль позволяет создавать отдельный тип проекта – панелизацию, в котором может быть осуществлена мультипликация как однотипных, так и разнотипных проектов плат.

### 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 панели «Стандарты» 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 SmartPDF позволяет сохранить электрическую схему в формате PDF с возможностью поиска и гипертекстовой навигации.

В Delta Design 3.0 функционал выпуска конструкторской документации был существенно расширен. Теперь в системе формируются чертежи: чертеж печатной платы (ГОСТ 2.417) и сборочный чертеж (СБ) (рис. 7). 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 группы, так и в масштабе предприятия. Также система предоставляет руководителям полные возможности для контроля состояния проектов. Для ИТ-служб реализована возможность

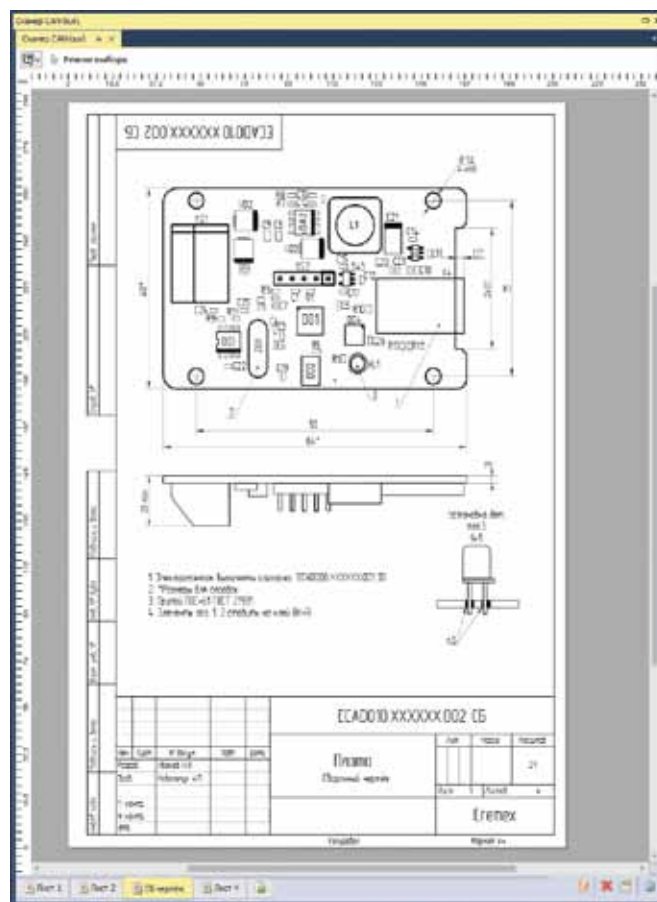


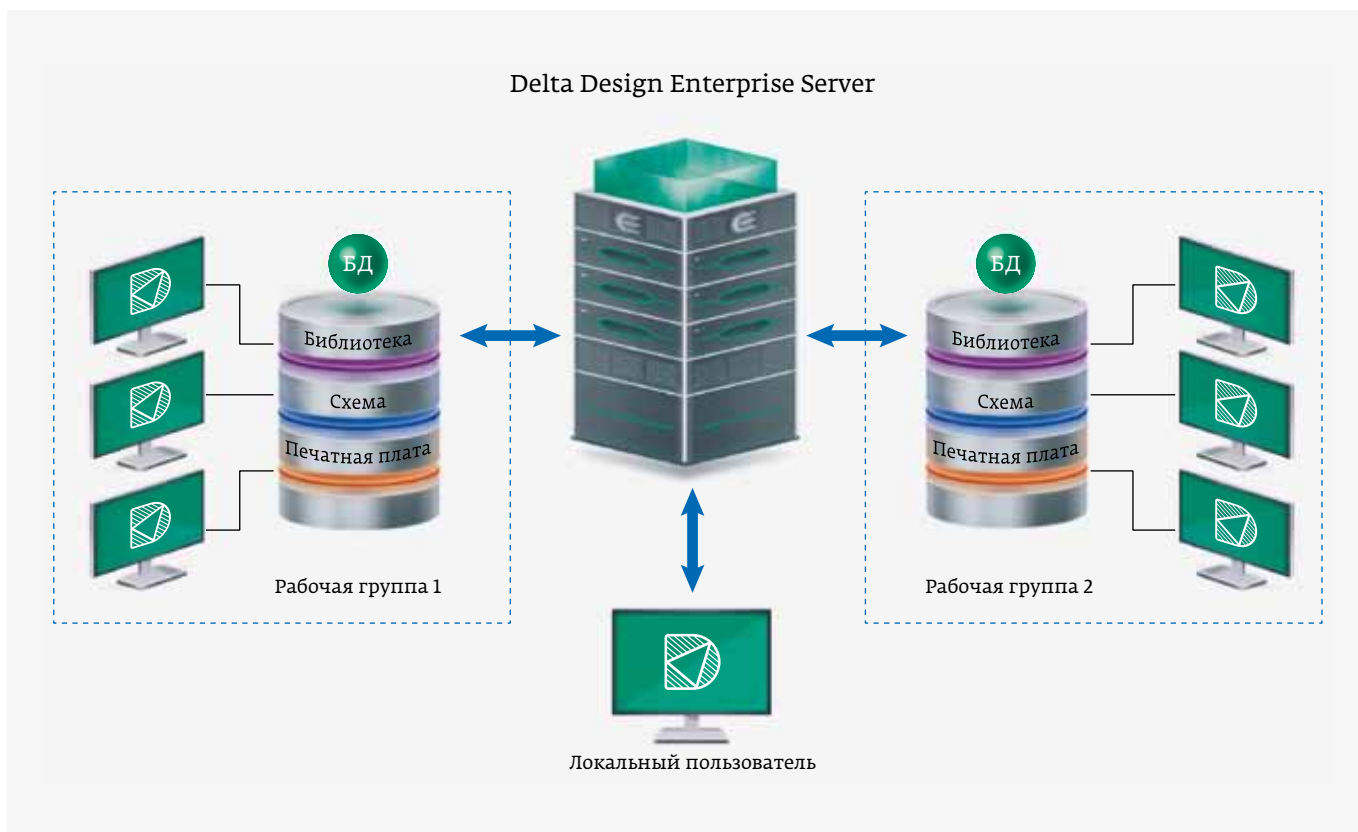
Рис. 7. Сборочный чертеж в Delta Design

вести централизованное администрирование: ограничивать права пользователей, создавать резервные копии данных, настраивать пути информационных потоков.

Реализовано два варианта совместной работы – Delta Design Workgroup позволяет работать с одной базой несколькими пользователями (до 10), а Delta Design Enterprise Server (рис. 8) объединяет несколько баз данных в единое информационное пространство, обеспечивая при этом синхронизацию между ними.

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



**Рис. 8.** Delta Design Enterprise Server

На базе этих механизмов 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 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.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Delta Design обеспечивает полный цикл проектирования радиоэлектронных устройств в соответствии с отечественными 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 успешной конкуренции на рынке с зарубежными САПР. Десятки предприятий приборостроения уже используют Delta Design для проектирования изделий электроники любой сложности, многие находятся на этапе опытной эксплуатации. Разработчики постоянно получают обратную связь от пользователей, их пожелания учитываются при доработках и добавлении нового функционала.

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. ●


# EREMEX

## на выставке ЭкспоЭлектроника


13-15 апреля, «Крокус Экспо»,  
павильон 3 / зал 3, стенд В7097

 **DeltaDesign**

Система автоматизированного  
проектирования электроники


 Менеджер библиотек  
**LIBerty**

 Схемотехнический редактор  
**FlexyS**

 Редактор правил  
**DRM**

 Редактор печатных плат  
**RightPCB**

 Топологический редактор плат  
**TopoR**

 Редактор производственных файлов  
**DeltaCAM**

 Схемотехническое моделирование  
**SimOne**

 HDL-симулятор  
**Simtera**

 Коллективная работа для предприятий  
**Enterprise Server**



Программа семинара  
<https://goo.su/4Pj>



EREMEX

+7 (495) 232-18-64 · sales@eremex.ru · www.eremex.ru