



Комплексная среда сквозного проектирования
электронных устройств

Руководство пользователя
Система анализа целостности сигналов SimPCB

Сентябрь, 2024



Руководство пользователя

Внимание!

Права на данный документ в полном объёме принадлежат компании «ЭРЕМЕКС» и защищены законодательством Российской Федерации об авторском праве и международными договорами.

Использование данного документа (как полностью, так и в части) в какой-либо форме, такое как: воспроизведение, модификация (в том числе перевод на другой язык), распространение (в том числе в переводе), копирование (заимствование) в любой форме, передача форме третьим лицам, – возможны только с предварительного письменного разрешения компании «ЭРЕМЕКС».

За незаконное использование данного документа (как полностью, так и частично), включая его копирование и распространение, нарушитель несет гражданскую, административную или уголовную ответственность в соответствии с действующим законодательством.

Компания «ЭРЕМЕКС» оставляет за собой право изменить содержание данного документа в любое время без предварительного уведомления.

Данный документ предназначен для продвинутого пользователя ПК, знакомого с поведением и механизмами операционной системы Windows, уверенно владеющего инструментарием операционной системы.

Последнюю версию документа можно получить в сети Интернет по ссылке: www.eremex.ru/knowledge-base/delta-design/docs

Компания «ЭРЕМЕКС» не несёт ответственности за содержание, качество, актуальность и достоверность материалов, права на которые принадлежат другим правообладателям.

Обозначения ЭРЕМЕКС, EREMEX, Delta Design, TopoR, SimOne являются товарными знаками компании «ЭРЕМЕКС».

Остальные упомянутые в документе торговые марки являются собственностью их законных владельцев.

В случае возникновения вопросов по использованию программ Delta Design, TopoR, SimOne, пожалуйста, обращайтесь:

Форум компании «ЭРЕМЕКС»: www.eremex.ru/society/forum

Техническая поддержка

E-mail: support@eremex.ru

Skype: [supporteremex](https://www.skype.com/ru/people/supporteremex)

Отдел продаж

Тел. +7 (495) 232-18-64

E-mail: info@eremex.ru

E-mail: sales@eremex.ru

Руководство пользователя

Добро пожаловать!

Компания «ЭРЕМЕКС» благодарит Вас за приобретение системы Delta Design и надеется, что она будет удобным и полезным инструментом в Вашей проектной деятельности.

Система Delta Design является интегрированной средой, обеспечивающей средствами автоматизации сквозной цикл проектирования электронных устройств, включая:

- Формирование базы данных радиоэлектронных компонентов, ее сопровождение и поддержание в актуальном состоянии;
- Проектирование принципиальных электрических схем;
- SPICE - моделирование работы аналоговых устройств;
- Разработка конструкций печатных плат;
- Размещение электронных компонентов на наружных слоях печатной платы и проектирование сети электрических соединений (печатных проводников, межслойных переходов) в соответствии с заданной электрической схемой и правилами проектирования структуры печатного монтажа;
- Выпуск конструкторской документации в соответствии с ГОСТ;
- Выпуск производственной документации, в том числе необходимой для автоматизированных производственных линий;
- Подготовка данных для составления перечня закупаемых изделий и материалов, необходимых для изготовления изделия.

Руководство пользователя

Техническая поддержка и сопровождение



Примечание! Техническая поддержка оказывается только пользователям, прошедшим курс обучения. Подробные сведения о курсе обучения могут быть получены по адресу в интернете

www.eremex.ru/learning-center

При возникновении вопросов, связанных с использованием Delta Design, рекомендуем:

- Ознакомиться с документацией (руководством пользователя);

www.eremex.ru/knowledge-base/delta-design/docs

- Ознакомиться с информацией на сайте в разделе «База знаний», содержащей ответы на часто задаваемые вопросы;

www.eremex.ru/knowledge-base

- Ознакомиться с существующими разделами форума. Также имеется возможность задать вопрос на форуме www.eremex.ru/society/forum если интересующая Вас тема ранее не освещалась.



Примечание! Если вышеперечисленные источники не содержат рекомендаций по разрешению возникшей проблемы, обратитесь в техническую поддержку. Подробную информацию о проблеме, действиях пользователя, приведших к ней, и информацию о программно-аппаратной конфигурации используемого компьютера, направить по адресу support@eremex.ru

Содержание

Система анализа целостности сигналов SimPCB

1	Термины и определения	6
2	Назначение инструмента	8
3	Интерфейс системы SimPCB	9
3.1	Интерфейс SimPCB для расчета параметров ЛП	9
3.2	Интерфейс SimPCB для расчета параметров ПО	16
4	Настройки	19
5	Расчет параметров линий передачи и переходных отверстий	22
5.1	Расчет первичных и вторичных параметров ЛП	22
5.2	Расчет первичных и вторичных параметров ПО	25
6	Выгрузка результатов	29
		31

1 Термины и определения

В настоящем документе используются термины и определения, представленные в таблице, см. [Табл. 1](#).

[Таблица 1](#) Термины и определения

№	Термин	Определение
1	Линия передачи	Система прямых и возвратных проводников, состоящая из сигнальной трассы и возвратного пути сигнала, который обычно является потенциальным слоем.
2	Дифференциальная пара	Два проводника, на которые подаются равные, но противоположные, переменные напряжения и токи.
3	Микрополосковая линия передачи	Линия передачи, состоящая из сигнального проводника, расположенного на внешнем слое печатной платы, и параллельного ему потенциального слоя, который обеспечивает возвратный путь для сигнала. Сигнальный проводник и потенциальный слой разделены диэлектриком печатной платы.
4	Полосковая линия передачи	Линия передачи, состоящая из сигнального проводника, расположенного во внутреннем слое печатной платы. Проводник с каждой стороны отделен параллельными слоями диэлектрика печатной платы, а также потенциальными слоями. В данном случае возвратных путей сигнала два.
5	Копланарная линия передачи	Линия передачи, состоящая из сигнального проводника и возвратного пути сигнала (проводников или полигонов), расположенных на одном и том же слое печатной платы.
6	Заглубленная линия передачи	Линия передачи, состоящая из сигнального проводника, расположенного во внутреннем слое печатной платы, и одного потенциального слоя, который является возвратным путем сигнала.
7	Антипад	Зазор между контактной площадкой и областью металлизации, в которой она расположена.

№	Термин	Определение
8	Опорный слой	Слой, используемый для размещения только областей металлизации, которые занимают все пространство слоя (как правило, используются для подключения компонентов к цепям земли и питания).
9	Четная мода	Состояние дифференциальной пары, когда напряжения на линиях одинаковы.
10	Нечетная мода	Состояние дифференциальной пары, когда напряжения на линиях оппозитны.

В настоящем документе используется перечень сокращений, представленный в таблице, см. [Табл. 2](#).

[Таблица 2](#) Перечень сокращений

№	Сокращение	Значение
1	ЛП	Линия передачи
2	Дифф. пара	Дифференциальная пара
3	ПП	Печатная плата
4	ПО	Переходное отверстие
5	САПР	Система автоматизированного проектирования

2 Назначение инструмента

Система анализа целостности сигналов SimPCB – инструмент САПР DeltaDesign, предназначенный для комплексного расчета параметров линий передачи с учетом параметров межслойных переходов и контактных площадок, направленный на обеспечение надежной работы высокоскоростных и высокочастотных электронных систем.

Функциональные возможности SimPCB позволяют производить расчеты параметров с высокой точностью и скоростью, при этом выполнять подбор необходимой структуры линии передачи из множества вариантов (104 структуры с учетом возможности переворота проводника), формировать нужную структуру ПП с переходным отверстием с учетом различных вариантов расположения слоев маски и опорных слоев, учитывать высоту маски и величину технологического подтрава проводника.

Система SimPCB обеспечивает решение следующих задач:

1. Расчет первичных и вторичных параметров одиночной линии передачи;
2. Расчет первичных и вторичных параметров дифференциальных пар;
3. Расчет первичных и вторичных параметров копланарных одиночных линий передачи;
4. Расчет первичных и вторичных параметров копланарных дифференциальных пар;
5. Расчет первичных и вторичных параметров переходных отверстий для двухслойной печатной платы с возможностью подбора необходимой структуры;
6. Множественный расчет первичных и вторичных параметров ЛП в диапазоне значений одного выбранного параметра;
7. Множественный расчет первичных и вторичных параметров ПО для двухслойной ПП в диапазоне значений одного выбранного параметра с возможностью подбора необходимой структуры ПП;
8. Возможность выбора вычисляемого параметра;
9. Вывод результатов расчетов в файлы с расширением .xml и .xlsx.

3 Интерфейс системы SimPCB

Запуск системы моделирования целостности сигнала SimPCB в программе Delta Design осуществляется через главное меню «Инструменты» → «SimPCB», см. [Рис. 1](#).

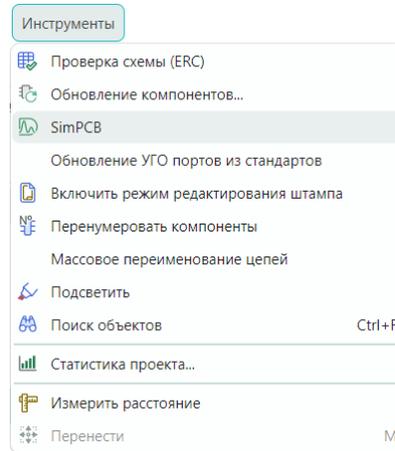


Рис. 1 Запуск системы SimPCB



Примечание! Вызов системы SimPCB доступен в главном меню «Инструменты» при активном окне редактора схема или платы.

3.1 Интерфейс SimPCB для расчета параметров ЛП

Рабочая область SimPCB для расчета параметров ЛП разделена на несколько областей, каждая из которых отвечает за определенные функции, см. [Рис. 2](#).

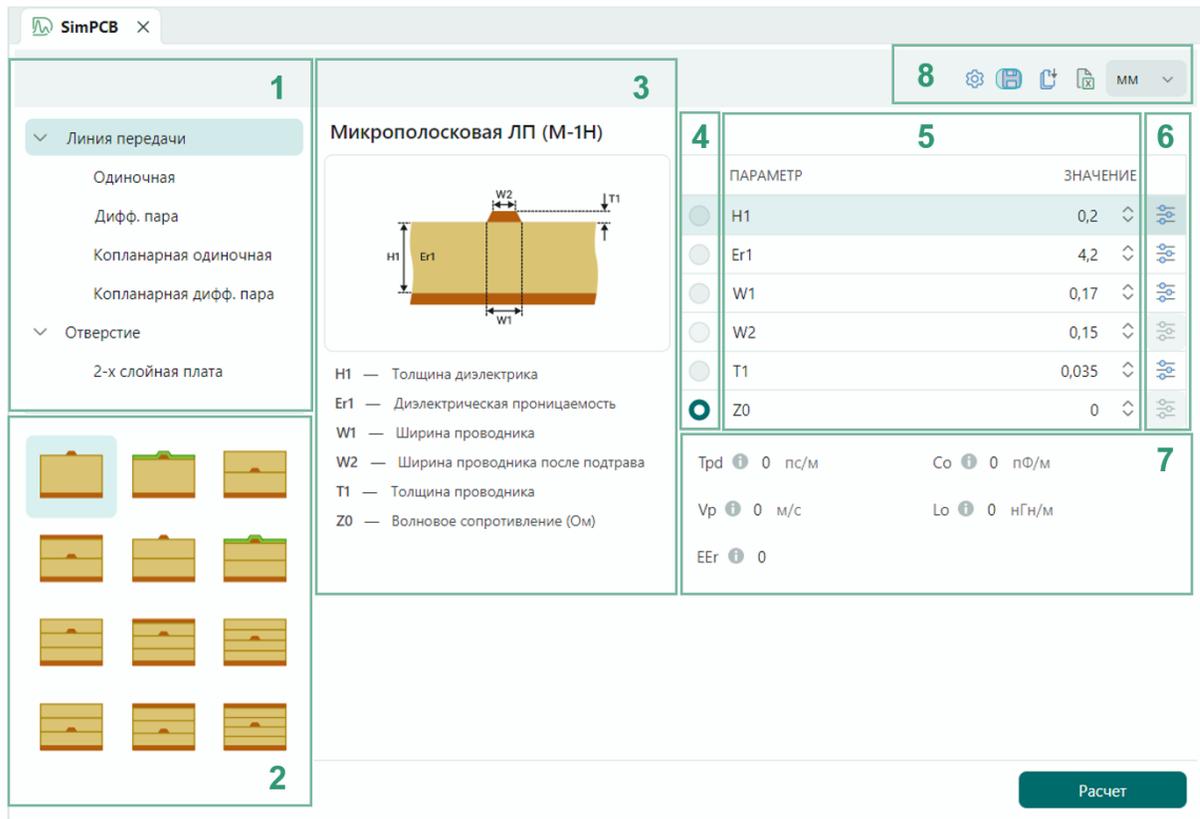


Рис. 2 Интерфейс SimPCB для расчета параметров ЛП

Ниже представлен перечень функциональных областей интерфейса SimPCB:

1. Выбор варианта расчета параметров линии передачи или переходного отверстия. Выбор типа линии передачи.

Все доступные структуры ЛП разделены на 4 типа:

- Одиночные линии передачи;
- Дифференциальные пары;
- Копланарные одиночные линии передачи;
- Копланарные дифференциальные пары.

2. Выбор подробной структуры линии передачи внутри выделенного типа.

При наведении курсора мыши на одну из структур доступны всплывающие подсказки с наименованием и кодовым обозначением структуры, см. [Рис. 3](#).

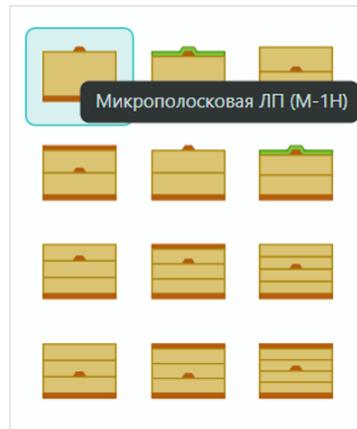


Рис. 3 Всплывающие подсказки для структур ЛП

Примечание! Кодовое обозначение структуры состоит из аббревиатуры наименования линии передачи и количества диэлектриков сверху и снизу относительно проводника в выбранной структуре. Например, кодовое обозначение КЗОС-2Н1В принято для копланарной заглубленной ЛП с опорным слоем, в структуре которой два слоя диэлектрика расположены снизу от проводника и один слой диэлектрика - сверху, см. [Рис. 4](#).



Рис. 4 Структура КЗОС-2Н1В

Полный список структур линий передачи представлен ниже.

а) Одиночные линии передачи:

- Микрополосковая ЛП (М-1Н);
- Микрополосковая ЛП с маской (ММ-1Н);
- Заглубленная ЛП (З-1Н1В);
- Полосковая ЛП (П-1Н1В);
- Микрополосковая ЛП (М-2Н);
- Микрополосковая ЛП с маской (ММ-2Н);

- Заглубленная ЛП (З-2Н1В);
- Полосковая ЛП (П-2Н1В);
- Заглубленная ЛП (З-2Н2В);
- Заглубленная ЛП (З-1Н2В);
- Полосковая ЛП (П-1Н2В);
- Полосковая ЛП (П-2Н2В).

б) Дифференциальные пары:

- Дифференциальная микрополосковая ЛП (ДМ-1Н);
- Дифференциальная полосковая ЛП (ДП-1Н1В);
- Дифференциальная заглубленная ЛП (ДЗ-1Н1В);
- Дифференциальная микрополосковая ЛП с маской (ДММ-1Н);
- Дифференциальная заглубленная ЛП (ДЗ-2Н2В);
- Дифференциальная заглубленная ЛП (ДЗ-1Н2В);
- Дифференциальная полосковая ЛП (ДП-1Н2В);
- Дифференциальная полосковая ЛП (ДП-2Н2В);
- Дифференциальная микрополосковая ЛП (ДМ-2Н);
- Дифференциальная микрополосковая ЛП с маской (ДММ-2Н);
- Дифференциальная полосковая ЛП (ДП-2Н1В);
- Дифференциальная заглубленная ЛП (ДЗ-2Н1В).

в) Копланарные одиночные линии передачи:

- Копланарная микрополосковая ЛП (КМ-1Н);
- Копланарная микрополосковая ЛП с опорным слоем (КМОС-1Н);
- Копланарная микрополосковая ЛП с маской (КММ-1Н);
- Копланарная микрополосковая ЛП с маской и опорным слоем (КММОС-1Н);
- Копланарная микрополосковая ЛП с опорным слоем (КМОС-2Н);
- Копланарная микрополосковая ЛП (КМ-2Н);
- Копланарная микрополосковая ЛП с маской и опорным слоем (КММОС-2Н);

- Копланарная микрополосковая ЛП с маской (КММ-2Н);
- Копланарная полосковая ЛП (КП-1Н1В);
- Копланарная полосковая ЛП (КП-2Н1В);
- Копланарная полосковая ЛП (КП-1Н2В);
- Копланарная полосковая ЛП (КП-2Н2В);
- Копланарная заглубленная ЛП (КЗ-1Н1В);
- Копланарная заглубленная ЛП (КЗ-2Н1В);
- Копланарная заглубленная ЛП с опорным слоем (КЗОС-1Н1В);
- Копланарная заглубленная ЛП с опорным слоем (КЗОС-2Н1В);
- Копланарная заглубленная ЛП (КЗ-1Н2В);
- Копланарная заглубленная ЛП (КЗ-2Н2В);
- Копланарная заглубленная ЛП с опорным слоем (КЗОС-1Н2В);
- Копланарная заглубленная ЛП с опорным слоем (КЗОС-2Н2В).

г) Копланарные дифференциальные пары:

- Копланарная дифференциальная микрополосковая ЛП (КДМ-1Н);
- Копланарная дифференциальная микрополосковая ЛП с опорным слоем (КДМОС-1Н);
- Копланарная дифференциальная микрополосковая ЛП с маской (КДММ-1Н);
- Копланарная дифференциальная микрополосковая ЛП с опорным слоем и маской (КДММОС-1Н);
- Копланарная дифференциальная микрополосковая ЛП (КДМ-2Н);
- Копланарная дифференциальная микрополосковая ЛП с маской (КДММ-2Н);
- Копланарная дифференциальная микрополосковая ЛП с опорным слоем (КДМОС-2Н);
- Копланарная дифференциальная микрополосковая ЛП с маской и опорным слоем (КДММОС-2Н);
- Копланарная дифференциальная полосковая ЛП (КДП-1Н1В);
- Копланарная дифференциальная полосковая ЛП (КДП-2Н1В);
- Копланарная дифференциальная заглубленная ЛП (КДЗ-1Н1В);

- Копланарная дифференциальная заглубленная ЛП (КДЗ-2Н1В);
- Копланарная дифференциальная заглубленная ЛП с опорным слоем (КДЗОС-1Н1В);
- Копланарная дифференциальная заглубленная ЛП с опорным слоем (КДЗОС-2Н1В);
- Копланарная дифференциальная полосковая ЛП (КДП-1Н2В);
- Копланарная дифференциальная полосковая ЛП (КДП-2Н2В);
- Копланарная дифференциальная заглубленная ЛП (КЗ-2Н2В);
- Копланарная дифференциальная заглубленная ЛП (КЗ-1Н2В);
- Копланарная дифференциальная заглубленная ЛП с опорным слоем (КДЗОС-1Н2В);
- Копланарная дифференциальная заглубленная ЛП с опорным слоем (КДЗОС-2Н2В).

3. Описание выбранной структуры линии передачи. В этой области отображается наименование структуры, кодовое обозначение, изображение структуры с условными обозначениями ключевых при моделировании параметров и пояснения к ним.

Здесь же для некоторых структур линий передачи доступна опция «Перевернуть проводник». Применение данной опции производится при установке флага в чек-боксе и позволяет определить положение ядра (основания диэлектрика) в структуре печатной платы, см. [Рис. 5](#).



Рис. 5 Пример структуры с перевернутым проводником

4. Выбор вычисляемого параметра. Выбор параметра осуществляется установкой флага в чек-бокс напротив условного обозначения параметра, который необходимо рассчитать. По умолчанию рассчитывается волновое сопротивление: Z_0 для одиночных ЛП или Z_{diff} для дифференциальных пар, в зависимости от выбранной структуры ЛП.

5. Область ввода значений параметров структуры и отображение рассчитанных значений.
6. Настройка множественного расчета. Множественный расчет подразумевает расчет первичных и вторичных параметров линии передачи с изменением одного из параметров структуры в заданном диапазоне. Возможность задания величины параметра в диапазоне определяется цветным символом  , для параметров, значение которых нельзя задать в диапазоне, символ  отображается серым цветом.
7. Область отображения первичных параметров линии передачи. Кроме параметров, отображенных в области [5](#), для всех типов ЛП вычисляются:
 - T_{pd} - задержка в проводнике;
 - C_o - погонная емкость;
 - L_o - погонная индуктивность;
 - V_p - скорость распространения сигнала;
 - E_{Er} - эффективная диэлектрическая проницаемость.

Для дифференциальных сигналов дополнительно рассчитывается:

- Z_{odd} - волновое сопротивление линии, запитанной нечетной модой;
- Z_{even} - волновое сопротивление линии, запитанной четной модой;
- Z_{comm} - волновое сопротивление дифференциальной пары в режиме сигнала общего вида.

При наведении курсора мыши на условные обозначения первичных параметров доступны всплывающие подсказки с описанием, см. [Рис. 6](#).

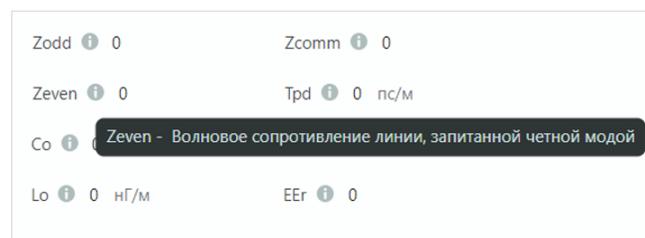


Рис. 6 Всплывающие подсказки для первичных параметров

8. Область настройки параметров и выгрузки результатов расчетов.

3.2 Интерфейс SimPCB для расчета параметров ПО

Рабочая область SimPCB для расчета параметров переходных отверстий разделена на области, каждая из которых отвечает за определенные функции, см. [Рис. 7](#).

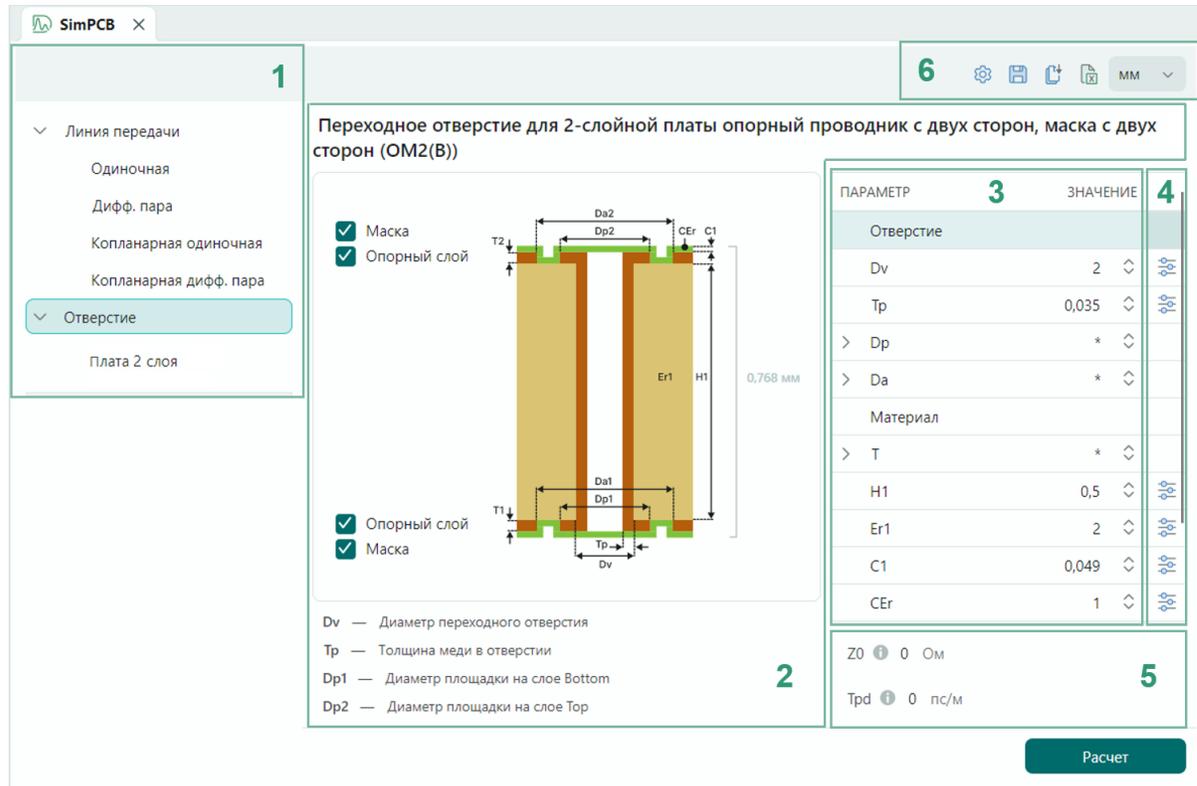


Рис. 7 Интерфейс SimPCB для расчета параметров ПО

Ниже представлен перечень функциональных областей интерфейса SimPCB:

1. Выбор расчета параметров переходного отверстия. Выбор количества слоев платы.
2. Описание структуры платы с переходным отверстием. В этой области отображается наименование структуры, кодовое обозначение, изображение структуры с условными обозначениями ключевых при моделировании параметров и пояснения к ним.

Установка и снятие флагов в чек-боксах «Маска» и «Опорный слой» позволяет подобрать необходимую структуру платы, см. [Рис. 8](#).

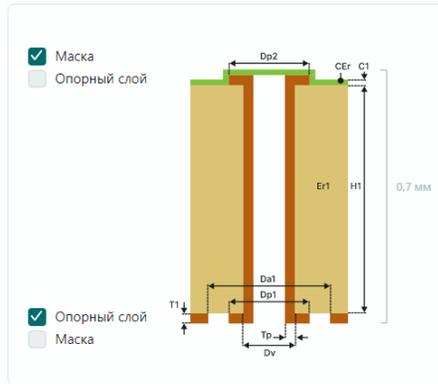


Рис. 8 Добавление и удаление слоев из структуры платы

Примечание! Кодовое обозначение складывается из аббревиатуры наименований выбранных слоев, их расположения и общего количества слоев в структуре платы. Например, кодовое обозначение OMB2(2) принято для структуры двухслойной печатной платы с маской на верхнем слое и опорным слоем на нижней стороне, см. [Рис. 9](#).

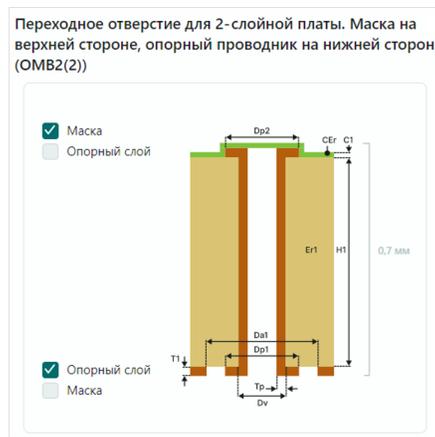


Рис. 9 Структура OMB2(2)

3. Область ввода значений параметров структуры и отображение рассчитанных значений.
4. Настройка множественного расчета. Множественный расчет подразумевает расчет первичных и вторичных параметров линии передачи с изменением одного из параметров структуры в заданном диапазоне. Возможность задания величины параметра в диапазоне определяется цветным символом , для параметров, значение которых нельзя задать в диапазоне, символ  отображается серым цветом.
5. Область отображения первичных параметров линии передачи. Кроме параметров, отображенных в области [3](#), для ПО вычисляются:

- Z_0 - волновое сопротивление;
- C_0 - емкость переходного отверстия;
- L_0 - индуктивность переходного отверстия;
- T_{pd} - задержка в переходном отверстии;
- V_p - скорость распространения сигнала;
- ϵ_{eff} - эффективная диэлектрическая проницаемость.

При наведении курсора мыши на условные обозначения первичных параметров доступны всплывающие подсказки с описанием, см. [Рис. 10](#).

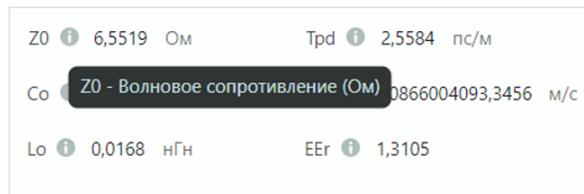


Рис. 10 Всплывающие подсказки для первичных параметров

6. Область настройки параметров и выгрузки результатов расчетов.

4 Настройки

В системе моделирования целостности сигнала SimPCB возможен выбор единиц измерения и настройка допустимых значений параметров.

В качестве единиц измерения можно выбрать миллиметры или микрометры. Для изменения выбранных единиц воспользуйтесь выпадающим меню в правом верхнем углу рабочей области.

Для перехода к настройкам допустимых значений параметров используйте иконку , см. [Рис. 11](#).

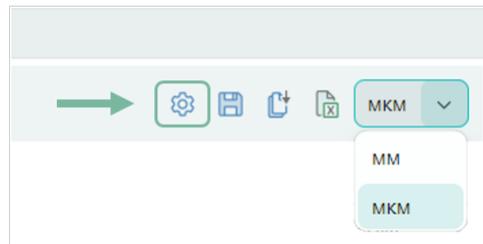


Рис. 11 Выбор единиц измерения и переход в настройки параметров

В открывшемся окне «Настройки параметров» представлен список параметров, их условные обозначения, а также минимальные и максимальные допустимые значения. Определение диапазона минимальных и максимальных значений параметров необходимо для проведения обратного расчета (например, расчет ширины проводника при заданном значении волнового сопротивления) и обеспечения высокой скорости математических операций, см. [Рис. 12](#).

НАЗВАНИЕ	ПАРАМЕТР	МИНИМУМ	МАКСИМУМ
Толщина диэлектрика	H1	0,01	5
Диэлектрическая проницаемость	Er1	1	10
Толщина диэлектрика	H2	0,01	5
Диэлектрическая проницаемость	Er2	1	10
Толщина диэлектрика	H3	0,01	5
Диэлектрическая проницаемость	Er3	1	10
Толщина диэлектрика	H4	0,01	5
Диэлектрическая проницаемость	Er4	1	10
Ширина проводника	W1	0,05	5
Толщина проводника	T1	0,01	0,3
Расстояние от проводника до опорной плоскости	D1	0,05	5
Зазор между проводниками	S1	0,05	5
Толщина маски	C1	0,01	0,3
Диэлектрическая проницаемость маски	CEr	1	10

Рис. 12 Окно «Настройки параметров»

Для колонок таблицы можно применить сортировку по возрастанию и убыванию, а также скрыть отображение нужной колонки, убрав флаг в чек-боксе в окне «Выбор колонки». Переход в окно «Выбор колонки» возможен с помощью команды контекстного меню «Показать выбор колонок», см. [Рис. 13](#).

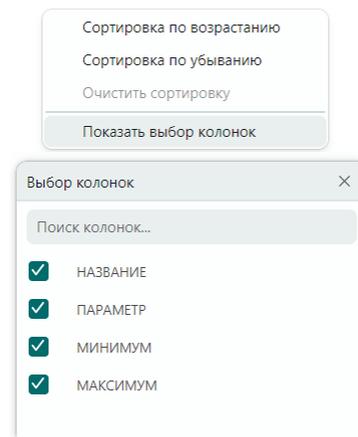


Рис. 13 Сортировка внутри колонок и выбор колонок

В случае если введенное значение параметра не будет входить в пределы диапазона, выставленного в настройках, система предупредит о необходимости изменить введенное значение или диапазон, установленный в настройках, см. [Рис. 14](#).

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ
<input type="radio"/> H1	! 0,005d
<input type="radio"/> Er1	0,17
<input type="radio"/> W1	0,15
<input type="radio"/> W2	0,035
<input type="radio"/> T1	0
<input checked="" type="radio"/> Z0	

Значение вне диапазона

Рис. 14 Предупреждение о несоответствии параметра диапазону

5 Расчет параметров линий передачи и переходных отверстий

5.1 Расчет первичных и вторичных параметров ЛП

Для расчета первичных и вторичных параметров линии передачи необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать тип линии передачи для расчета, см. [Рис. 15](#).

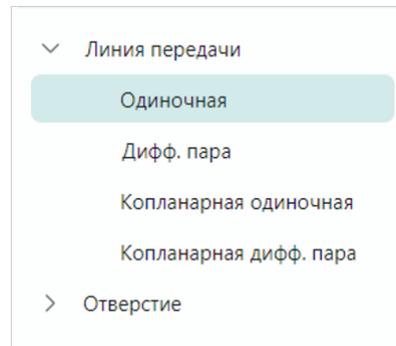


Рис. 15 Выбор типа ЛП

2. Выбрать подходящую структуру ЛП, см. [Рис. 16](#).

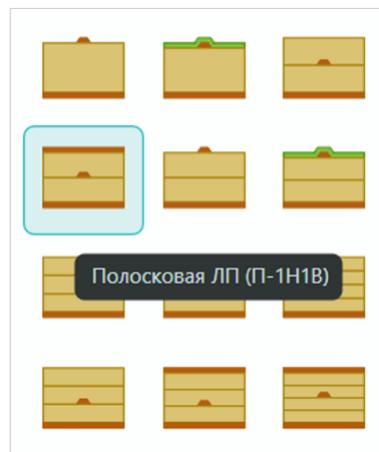


Рис. 16 Выбор структуры ЛП

При необходимости и доступности опции установить флаг в чек-бокс «Перевернуть проводник», см. [Рис. 17](#).

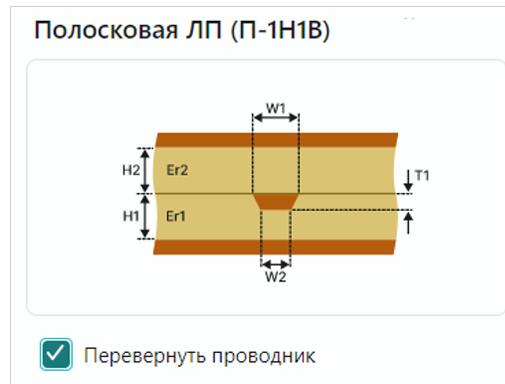


Рис. 17 Применение опции «Перевернуть проводник»

3. Заполнить известные значения параметров и выбрать параметр для расчета с помощью установки флага в чек-бокс напротив условного обозначения, см. [Рис. 18](#).

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ
<input checked="" type="radio"/> H1	0,1
<input type="radio"/> Er1	4,2
<input type="radio"/> H2	0,1
<input type="radio"/> Er2	4,2
<input type="radio"/> W1	0,2
<input type="radio"/> W2	0,18
<input type="radio"/> T1	0,035
<input type="radio"/> Z0	50

Рис. 18 Заполнение значений параметров и выбор параметра для расчета

4. Для запуска расчета нажать кнопку



Примечание! В случае если рассчитанное значение не попадает в диапазон значений, установленный в настройках параметров, система предупредит о необходимости изменить введенные значения или настройки параметров, см. [Рис. 19](#).



ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ
<input checked="" type="radio"/> H1	!
<input type="radio"/> Er1	Значение вне диапазона

Рис. 19 Предупреждение о несоответствии значения параметра диапазону

5. Заполнить известные значения параметров и выбрать параметр для расчета с помощью установки флага в чек-бокс напротив условного обозначения, см. [Рис. 20](#).

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ
<input checked="" type="radio"/> H1	0,317
<input type="radio"/> Er1	4,2
<input type="radio"/> H2	0,2
<input type="radio"/> Er2	4,2
<input type="radio"/> W1	0,17
<input type="radio"/> W2	0,15
<input type="radio"/> T1	0,035
<input type="radio"/> Z0	50

Трд 6836,0755 пс/м
 Со 250,9928 пФ/м
 Vp 146282761,1786 м/с
 Lo 186,1883 нГн/м
 EEr 4,2001

Рис. 20 Результаты расчета параметров ЛП

6. Для проведения множественного расчета следует нажать символ , перейти в окно «Диапазон значения» и указать максимальное и минимальное значение выбранного параметра и шаг изменения, см. [Рис. 21](#).

Диапазон значения — □ ×

Мин.

Макс.

Шаг

Рис. 21 Окно «Диапазон»

7. Результаты множественного расчета первичных и вторичных параметров будут представлены в виде таблицы, см. [Рис. 22](#).

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ
<input checked="" type="radio"/> H1	Мин. 0,1, Макс. 0,5, Шаг 0,1 X 
<input type="radio"/> Er1	4,2  
<input type="radio"/> H2	0,2  
<input type="radio"/> Er2	4,2  
<input type="radio"/> W1	0,17  
<input type="radio"/> W2	0,15  
<input type="radio"/> T1	0,035  
<input checked="" type="radio"/> Z0	50  

Результаты расчета

H1	Z0	Трd 	Co 	Vp 	Lo 	EEr 
0,1	36,5247	6835,886	187,1579	146286...	249,6786	4,1998
0,2	45,6368	6836,02...	149,792	146283...	311,9738	4,2
0,3	49,5376	6836,039	137,997	146283...	338,6408	4,2
0,4	51,582	6836,22...	132,531	146279...	352,6262	4,2002
0,5	52,7935	6836,041	129,4864	146283...	360,8987	4,2

Рис. 22 Результаты множественного расчета

5.2 Расчет первичных и вторичных параметров ПО

Для расчета первичных и вторичных параметров переходного отверстия следует:

1. Выбрать структуру платы из необходимого количества слоев, см. [Рис. 23](#).

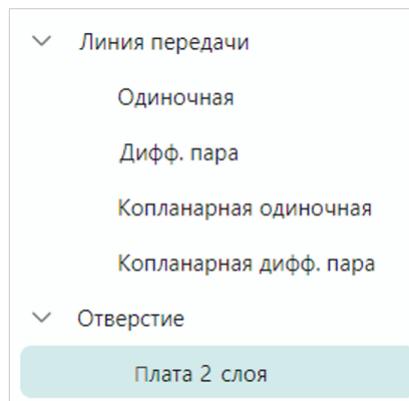


Рис. 23 Выбор структуры

2. Активировать/деактивировать требующиеся слои маски и опорные слои с помощью установки/снятия флагов в чек-боксах, см. [Рис. 24](#).

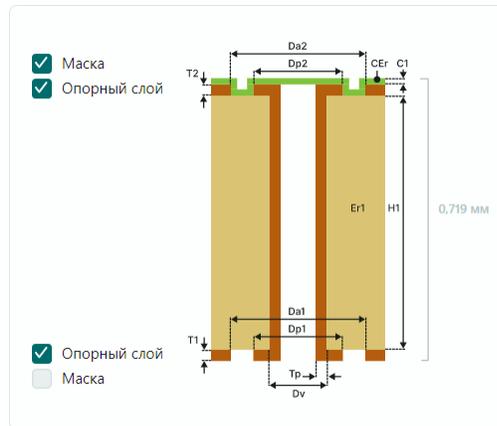


Рис. 24 Выбор структуры ЛП

3. Заполнить значения параметров для отверстия и материала платы, см. [Рис. 25](#).

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ
Отверстие	
Dv	1
Tr	0,035
∨ Dp	*
Dp1	3
Dp2	2,4
∨ Da	*
Da1	3,2
Da2	8,6
Материал	
∨ T	*
T1	0,035
T2	0,135
H1	1,5
Er1	2
C1	0,049
CEr	1

Рис. 25 Заполнение значений параметров

4. Для запуска расчета нажать кнопку

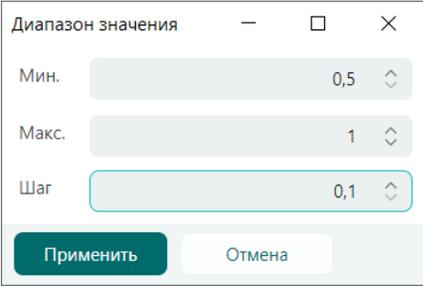


5. Результаты расчета будут отображены в рабочей области, см. [Рис. 26](#).

Z0	13,9462	Ом
Трд	6,5728	пс/м
Со	0,4713	пФ
Vp	152142397894,0218	м/с
Lo	0,0917	нГн
EEr	1,3922	

Рис. 26 Результат расчета параметров ПО

6. Для проведения множественного расчета следует нажать символ , перейти в окно «Диапазон значения» и указать максимальное и минимальное значение выбранного параметра и шаг изменения, см. [Рис. 27](#).



Диапазон значения	—	□	×
Мин.	0,5	◇	
Макс.	1	◇	
Шаг	0,1	◇	
Применить	Отмена		

Рис. 27 Окно «Диапазон значения»

7. Результаты множественного расчета параметров переходного отверстия будут представлены в виде таблицы, см. [Рис. 28](#).

Результаты расчета

Dv	Z0	Tpd ⓘ	Co ⓘ	Vp ⓘ	Lo ⓘ	EEr ⓘ
0,5	13,9692	6,5677	0,4702	152259550...	0,0917	1,3901
0,6	13,9684	6,5682	0,4702	152249718...	0,0917	1,3903
0,7	13,9631	6,569	0,4705	152230147...	0,0917	1,3906
0,8	13,9639	6,5695	0,4705	152219712...	0,0917	1,3908
0,9	13,9562	6,5709	0,4708	152186974...	0,0917	1,3914
1	13,9462	6,5728	0,4713	152142397...	0,0917	1,3922

Рис. 28 Результаты множественного расчета

6 Выгрузка результатов

В системе моделирования целостности сигнала SimPCB существует возможность сохранения и использования выбранных структур и полученных результатов в виде файлов формата .xml, а также вывод результатов в файлы формата .xlsx.

Группа команд для сохранения и вывода результатов расчета линий передачи и переходных отверстий расположена в правом верхнем углу рабочей области, см. [Рис. 29](#).

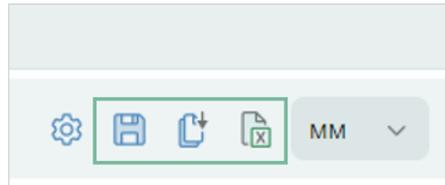


Рис. 29 Команды сохранения и вывода результатов

Для сохранения результатов в формате .xml используйте символ . В окне проводника укажите место для сохранения файла.

Имя файла по умолчанию состоит из кодового обозначения структуры, условного обозначения выбранного для расчета параметра и его рассчитанного значения. Для множественного расчета в наименовании файла будет указана зависимость рассчитанного параметра от варьируемого, например M-1H - Z0 (H1).xml, см. [Рис. 30](#).

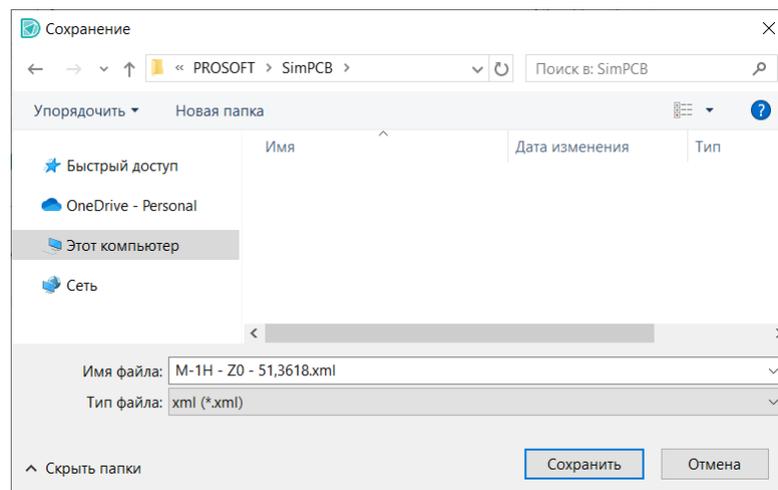


Рис. 30 Сохранение результатов в формате .xml

Загрузка файлов .xml для просмотра и дальнейшей работы производится с помощью символа . В окне проводника выберите нужный файл и примените команду «Открыть», см. [Рис. 31](#).

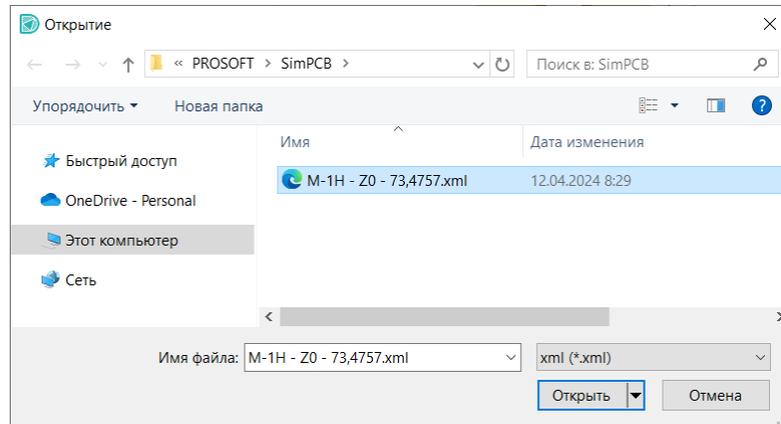


Рис. 31 Загрузка файлов в формате .xml

Вывод результатов расчета в файлы формата .xlsx производится аналогично действиям описанным выше, однако для этой операции используется символ . Пример файла с рассчитанными первичными и вторичными параметрами представлен на [Рис. 32](#).

пятница, 12 апреля 2024 г. 09:12:13
 SimPCB - 4.0.0.0
 Микрополосковая ЛП (М-1Н)

Единицы измерения - мм

Er1	W1	W2	T1				
4.2	0.17	0.15	0.035				
H1	Z0	Tpd	Co	Vp	Lo	EEr	
0.1	51.3618	5773.829	112.4149	173195293	296.5541	2.9962	
0.3	87.4703	5595.7656	63.9733	178706557	489.4634	2.8142	
0.5	105.6794	5551.7698	52.5341	180122744	586.7075	2.7702	
0.7	117.8797	5530.8341	46.9193	180804554	651.9732	2.7493	
0.9	127.0588	5518.1733	43.4301	181219390	701.1326	2.7367	

Рис. 32 Пример файла с результатами расчета



Цель компании ЭРЕМЕКС – создание эффективной и удобной в эксплуатации отечественной системы, реализующей сквозной цикл автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры.

Система Delta Design – это обобщение мирового опыта в области автоматизации проектирования, а также разработка оригинальных моделей и алгоритмов на основе нетрадиционных подходов к решению сложных задач

Компания ЭРЕМЕКС благодарит Вас за интерес, проявленный к системе Delta Design, и надеется на долговременное и плодотворное сотрудничество.