

Система анализа целостности сигнала







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 частично) 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.

Последнюю версию документа можно получить в сети Интернет по ссылке:

www.eremex.ru/knowleage-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, SimPCB, SimPCB Lite 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, SimPCB, SimPCB Lite, пожалуйста, обращайтесь:

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

Техническая поддержка E-mail: <u>support@eremex.ru</u>

Отдел продаж Тел. +7 (495) 232-18-64 E-mail: <u>info@eremex.ru</u> E-mail: <u>sales@eremex.ru</u>





Содержание

Система анализа целостности сигналов SimPCB

1	Термины и определения	5
2	Назначение инструмента	7
3	Рабочее пространство	9
3.1	Главное окно	9
3.1.1	Главное меню	9
3.2	Настройки системы	. 12
3.3	Функциональная панель «Проекты»	. 17
3.3.1	Проект	. 19
3.3.2	Группа	. 23
3.3.3	Модель	. 26
3.3.4	Расчет	. 28
4	Расчет параметров линий передачи и переходных отверстий	. 37
4.1	Расчет параметров линий передачи	. 37
4.1.1	Интерфейс для расчета параметров ЛП	. 37
4.1.2	Настройки расчета	. 38
4.1.3	Структуры ЛП	. 39
4.1.4	Область просмотра	. 42
4.1.5	Параметры ЛП и дополнительные параметры	. 44
4.1.6	Результаты расчета	. 50
4.1.7	Графики и настройки отображения	. 56
4.1.8	Сохранение расчета	. 65
4.2	Расчет параметров переходных отверстий	. 67
4.2.1	Интерфейс для расчета ПО	. 67
4.2.2	Настройки расчета	. 67
4.2.3	Структура ПО и область просмотра	. 68
4.2.4	Параметры ПО	. 69
4.2.5	Результаты расчета	. 70
4.2.6	Графики и настройки отображения	. 71





4.2.7	Сохранение расчета	72
5	Выгрузка результатов	73



1 Термины и определения

В настоящем документе используются термины и определения, представленные в таблице, см. <u>Табл. 1</u>.

Nº	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.					
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.					

Таблица 1 Термины и определения





Nº	Термин	Определение		
10	Нечетная мода	Состояние дифференциальной напряжения на линиях оппозитны.	пары,	когда

В настоящем документе используется перечень сокращений, представленный в таблице, см. <u>Табл. 2</u>.

<u>Таблица 2</u> Перечень сокращений

Nº	Сокращен ие	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 Lite – система автоматизированного проектирования, предназначенная для комплексного расчета параметров линий передачи с учетом параметров межслойных переходов и контактных площадок, направленная на обеспечение надежной работы высокоскоростных и высокочастотных электронных систем.

Функциональные возможности SimPCB Lite 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 Lite обеспечивает решение следующих задач:

- 1. Расчет первичных и вторичных параметров:
- одиночных линий передачи;
- дифференциальных пар;
- копланарных одиночных линий передачи;
- копланарных дифференциальных пар.
- 2. Проведение частотного анализа для:
- одиночных линий передачи;
- дифференциальных пар;
- копланарных одиночных линий передачи;
- копланарных дифференциальных пар.
- 3. Определение S-параметров:
- одиночных линий передачи (с возможностью изменения режима представления);
- дифференциальных пар (одиночный и смешанный режим);
- копланарных одиночных линий передачи (с возможностью изменения режима представления);
- копланарных дифференциальных пар (одиночный и смешанный режим).
- 4. Расчет перекрестных помех:
- одиночных линий передачи;



- дифференциальных пар.
- 5. Расчет первичных и вторичных параметров переходных отверстий с возможностью подбора необходимой структуры:
- для двухслойной печатной платы;
- для четырехслойной печатной платы.
- Множественный расчет параметров ЛП в диапазоне значений выбранного параметра;
- 7. Множественный расчет ПО в диапазоне значений выбранного параметра;
- 8. Возможность выбора вычисляемого параметра (тип расчета «Без потерь»);
- 9. Представление результатов расчета в табличном и графическом виде;
- 10.Сохранение файлов проектов созданной иерархией групп, моделей и расчетов с возможностью последующего использования;
- 11.Сохранение отдельных файлов расчетов с заданными структурами и параметрами с возможностью последующего использования;
- 12.Вывод результатов расчетов в файлы с расширением .XLSX.



3 Рабочее пространство

3.1 Главное окно

Работа с системой анализа целостности сигнала SimPCB Lite осуществляется в главном окне системы, см. <u>Рис. 1</u>.

	SimPCB Lite															-	0 ×
1	Файл Вид Справка 🛛 🖾 🖒 🕻 🔓	ی 🕲		_										Рабочее п	ространство	По умолчанию	~ îi
	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1																
		Настройки		дмм-1н			0 6	цие параме	тры						Результат	гы расчета	决
	Q. Введите текст для поиска	Единицы	ММ МКМ		. \$1 . W2		T1 @	Zdiff 📵	Tpd 🔀	C 🕘	Vp 🕲	LO	EEr		Таблицы		
	Representation	Объект расчета	Линия перед 🗸	0 1		£"	0,0150	94,0123	5 949,4213	63,2835	1,681E+08	559,3185	3,1812		🗹 Общи	е параметры	
	> B ///////////////////////////////////	Тип объекта	Дифф. пара 🔍	н	D1	1	0,0200	92,5623	5 928,0396	64,0438	1,687E+08	548,7131	3,1584		Графики		
	Zdiff=89.91970M. ZS=40:60:20	Тип расчета	🕡 Без потерь 🗸 🗸				0,0250	91,2307	5 906,1150	64,7383	1,693E+08	538,8189	3,1351		🔽 Общи	е параметры	
	Zdiff=94.012384.91130M. T1=						0,0300	90,0165	5 883,7660	65,3632	1,7E+08	529,6361	3,1114		Настройк	и отображения резул	пьтатов
	P Foynna 1			🔘 H1	0,1	0 <u>In</u>	0,0350	877906	5 839 7678	66,5193	1,706E+08	512 6765	3,0650		Режим	Дифференциальный	· ~
	> D D-2H2B			🔵 Er1	4,2	0 lb.	0,0450	86,7784	5 817,9835	67,0441	1,719E+08	504,8754	3,0422		По оси Х	T1	~
	> D M-1H			🔘 W1	0,17	0 lk.	0,0500	85,8211	5 796,4629	67,5413	1,725E+08	497,4587	3,0197		По оси У	Zdiff	~
				W2	0,15	0 l <u>h.</u>	0,0550	84,9113	5 775,2682	68,0153	1,732E+08	490,3856	2,9977				
				🔘 S1	0,2	0 <u>In</u>									Легенда	-	
				Т1	Мин.0,015,Макс.0,05	. × 14.									2011	#FFE04/12	~
				O C1	0,025	○ 14.											
				CEr	3,2	0 In.	144.05										
				O Zdiff	*	0 In.	<u>.</u>	цие параме	(per								
							94,01										
							3 02										
							40 av										
							15V 92	-									
							g 91	-									
							8 90	-									
							IOHV 00										
							800										
							7 88										
							74 87	-									
							\$ 4 86										
							84,91										
								0,01	5 0,02	0,025	0,03	0,035	0,04 0,0	45 0,05 0,055			
		Перезаписать р	расчет 🗸		Pac	считать					Толщина	проводника (uu)				

Рис. 1 Главное окно системы SimPCB Lite

Основные элементы графического интерфейса:

- 1. Главное меню программы;
- 2. Панель инструментов;
- 3. Панель «Проекты»;
- 4. Вкладки открытых расчетов.

3.1.1 Главное меню

Главное меню системы включает разделы и панель инструментов.

Разделы главного меню:

• «<u>Файл</u>» – обеспечивает доступ к основным командам и настройкам системы;



- «Вид» обеспечивает вызов функциональной панели «Проекты», масштабирование рабочего окна;
- «Справка» предоставляет доступ к справочной информации.

3.1.1.1 Раздел главного меню «Файл»

В данном разделе описываются пункты главного меню раздела «Файл», обеспечивающие вызов операций по управлению проектами, моделями и расчетами, см. <u>Рис. 2</u>.

Файл						
	Создать	>				
	Открыть	>				
	Сохранить	>				
ß	Сохранить все					
	Экспорт	>				
¢	Настройки					
	Завершить работу Alt+F4					
Рис. 2 Состав меню «Файл»						

Состав пунктов меню раздела «Файл»:

- «Сохранить все» сохраняет все изменения в проектных данных, пункт обозначен иконкой 🖾.
- «Настройки» доступ к «Панели управления», пункт обозначен иконкой
 Одробнее о выполнении настроек системы см. раздел <u>Настройки</u> системы.
- «Экспорт» → «Расчет SimPCB (.XLS)» экспорт сохраненной структуры и результатов моделирования целостности сигналов SimPCB Lite в формате *.XLS. Пункт обозначен иконкой 🗟.
- «Завершить работу» завершение работы SimPCB Lite с закрытием всех панелей и окон («Alt+F4»).

Состав пунктов меню раздела «Файл» → «Создать»:

- «Проект SimPCB» создание нового проекта, пункт обозначен иконкой 🖫;
- «Расчет SimPCB» создание нового расчета, пункт обозначен иконкой

Состав пунктов меню раздела «Файл» → «Открыть»:



- «Проект SimPCB» открытие проекта, содержащего набор моделей и расчетов, в формате *.SIMP. Пункт обозначен иконкой 🖼.
- «Расчет SimPCB» открытие сохраненных структур и результатов моделирования целостности сигналов, пункт обозначен иконкой 🕒.

Состав пунктов меню раздела «Файл» → «Сохранить»:

- «Проект SimPCB» сохранение текущего проекта, пункт обозначен иконкой 🕮;
- «Расчет SimPCB» сохранение структуры и результатов моделирования целостности сигналов, пункт обозначен иконкой ^С.

3.1.1.2 Панель инструментов

Панель инструментов содержит набор инструментов для сохранения, импорта и экспорта проведенных расчетов, см. <u>Рис. 3</u>.



Рис. 3 Панель инструментов

Подробнее инструменты описаны в Табл. 3.

Таблица 3 Состав инструментов

Символ	Наименование инструмента	Описание
Ē	Сохранить проект	Сохранение изменений в активном проекте.
	Сохранить все	Сохранение изменений всех проектных данных.
Ct	Открыть расчет SimPCB	Импорт расчетов. Доступные расширения: *.SIMUF, *.SIMFA, *.SIMSP, *.SIMCT.
Ct	Сохранить расчет SimPCB	Сохранение расчетов. Расширение сохраняемого файла соответствует типу расчета.
X	Экспортировать pacчет SimPCB в .xlsx	Экспорт расчетов SimPCB в формате *.XLSX.
¢	Настройка параметров SimPCB	Переход к настройкам системы.



Примечание! Каждый тип расчета при сохранении имеет определенное расширение:

- «Без потерь» расширение *.SIMUF;
- «Частотный анализ» расширение *.SIMFA;



- «S-параметры» расширение *.SIMSP;
- «Перекрестные помехи» расширение *.SIMCT.

3.2 Настройки системы

Доступ к настройкам системы выполняется через главное меню «Файл» → «Настройки», см. <u>Рис. 4</u>.

Ψu	Создать	>			
	Открыть	>			
	Сохранить	>			
₿	Сохранить все				
	Экспорт	>			
¢	Настройки				
	Завершить работу Alt+F4				
Рис. 4 Вызов настроек системы					

Также переход к настройкам редактора возможен с помощью панели инструментов, для перехода нажмите кнопку «Настройка параметров SimPCB...», см. <u>Рис. 5</u>.

B C	9 C	Ľ	®
			Настройка параметров SimPCB

Рис. 5 Переход к настройкам редактора

Состав настроек отображается в отдельном окне «Панель управления», см. <u>Рис. 6</u>.





Панель управления		- 🗆 ×
🔯 Общие	Восстановить панели по умолчанию	
SimPCB Lite	Сохранить настройки Загрузить настройки	
	ВИЗУАЛЬНАЯ ТЕМА	
	Светлая 🗸	
	UK CK	Отмена

Рис. 6 Общий вид «Панели управления»

В левой части окна отображаются вкладки настроек, в правой – параметры настройки, которые при необходимости могут быть отредактированы.

Вкладки настроек объединены в следующие разделы:

- «Общие» приведение панелей к первоначальному виду и выбор визуальной темы (графического оформления окон интерфейса пользователя);
- «SimPCB Lite» настройки системы анализа целостности сигналов.

Раздел «SimPCB Lite» содержит вкладки: «Основные», «Линия передачи», «Отверстие», см. <u>Рис. 7</u>.





Панель управления		— 🗆 ×
🔯 Общие	Основные Линия передачи Отверстие	
SimPCB Lite		
	Единицы измерения	ММ МКМ
	Взаимосвязь между частотой сигнала (Fc) и длительностью фронта (t;)	Fc = 1 / 10 🗘 t _r
	ОК	Применить Отмена

Рис. 7 Вкладка «Основные»

Вкладка «Основные»

Доступные настройки на вкладке «Основные», см. Рис. 7:

- «Единицы измерения» выбор единиц измерения с помощью переключателя (миллиметры или микрометры).
- «Взаимосвязь между частотой сигнала (Fc) и длительностью фронта (tr)» – определение соотношения между частотой сигнала и длительностью фронта для расчетов с учетом частоты. Данное соотношение задействовано в расчетах типов: «Частотный анализ», «S-параметры», «Перекрестные помехи».

i

tr	200	\diamond	<u>1</u>	h
Fc	500	\diamond	t <u>m</u> ,	PT

Примечание! В списке параметров частота сигнала и длительность фронта имеют графическое отображение взаимосвязи, при изменении любого из параметров второй пересчитывается автоматически, см. <u>Рис. 8</u>.

Вкладка «Линия передачи»

На вкладке «Линия передачи» в табличном виде представлены, см. Рис.

<u>9</u>:



Панель управления					>	×
🔞 Общие	Основные Линия передачи Отверстие					
SimPCB Lite	Название	Параметр	Минимум	Максимум	Шаг	
	Толщина диэлектрика	н	0,01 🗘	5 🗘	0,1 🗘	
	Диэлектрическая проницаемость	Er	1 🗘	10 🗘	0,01 🗘	
	Ширина проводника	W1	0,05 🗘	5 🗘	0,01 🗘	
	Ширина проводника после подтрава	W2	0,05 🗘	5 🗘	0,01 🗘	
	Толщина проводника	T1	0,01 🗘	0,3 🗘	0,01 🗘	
	Расстояние от проводника до опорной плоскости	D1	0,05 🗘	5 🗘	0,01 🗘	
	Зазор между проводниками	S1	0,05 🗘	5 🗘	0,01 🗘	
	Толщина маски	C1	0,01 🗘	0,3 🗘	0,1 🗘	
	Диэлектрическая проницаемость маски	CEr	1 🗘	10 🗘	0,1 🗘	
		ОК	Приме	енить	Отмена	

Рис. 9 Вкладка «Линия передачи»

- параметры линии передачи;
- условные обозначения параметров линии передачи;
- минимальные и максимальные допустимые значения параметра;
- шаг изменения параметра при проведении расчетов.

Вкладка «Отверстие»

На вкладке «Отверстие» в табличном виде представлены, см. Рис. 10:



Панель управления							- c) ×
🔯 Общие	Общие Линия передачи Отверстие							
🛆 Подключение	Название	Параметр	Миним	ум	Максим	ум	Шаг	
🖾 Клавиатура	Диаметр переходного отверстия	Dv	0,1	\$	1,5	\$	0,1	\diamond
🗸 🖉 Редакторы	Толщина меди в отверстии	Тр	0,01	0	0,05	0	0,01	\diamond
∭ SimPCB	Диаметр площадки	Dp	0,4	0	2	\$	0,1	\diamond
	Диаметр антипада	Da	0,6	0	3,5	0	0,1	\diamond
	Толщина меди	т	0,01	0	0,3	0	0,01	\diamond
	Толщина диэлектрика	н	0,01	0	0,3	0	0,1	\diamond
	Диэлектрическая проницаемость	Er	1	\$	10	\$	0,1	$\hat{}$
	Толщина маски	C1	0,01	0	0,15	\$	0,1	\$
	Диэлектрическая проницаемость маски	CEr	1	0	10	0	0,1	\$
		ок	Прі	име	нить		Отмен	ia

Рис. 10 Вкладка «Отверстие»

- параметры отверстия;
- условные обозначения параметров;
- минимальные и максимальные допустимые значения параметра;
- шаг изменения параметра при проведении расчетов.



Важно! Определение диапазона значений и шага изменения параметров линии передачи и переходного отверстия необходимо для проведения обратных расчетов и обеспечения высокой скорости математических операций.



3.3 Функциональная панель «Проекты»

Функциональная панель «Проекты» содержит все созданные и импортированные пользователем проекты, группы, модели и расчеты, а также осуществляет навигацию по составным частям каждого проекта, см. <u>Рис. 11</u>.



Рис. 11 Панель «Проекты»

Структура файлов в панели «Проекты», см. Рис. 12:



Рис. 12 Структура файлов в панели «Проекты»

• «<u>Проект</u>» – это общий файл, который может содержать группы, набор моделей и расчетов, обозначен иконкой 🕮.





- «<u>Группа</u>» файл, который используется для группировки моделей, обозначен иконкой 🗀.
- «<u>Модель</u>» это конкретная модель линии передачи или отверстия, которая формируется из выбранных параметров расчета: объекта расчета, типа объекта, названия структуры, типа расчета. Обозначена иконкой 🗟.
- «<u>Расчет</u>» это набор входных параметров и выходных данных в виде набора таблиц, графиков и их настроек. Каждый тип расчета имеет индивидуальную иконку.

В панели «Проекты» существует строка поиска для быстрой навигации. Для поиска нужного элемента введите символы из имени проекта, группы, модели или расчета. Элементы, содержащие введенные символы будут подсвечены, при этом другие элементы списка не будут отображены, см. <u>Рис.</u> <u>13</u>.



Функциональная панель «Проекты» содержит ряд инструментов, см. Рис.

<u>14</u>.



Рис. 14 Панель инструментов

Подробнее инструменты описаны в Табл. 4.

Таблица 4 Состав инструментов





Символ	Наименование инструмента	Описание					
÷	Создать проект SimPCB	Создание нового проекта.					
Lo.	Создание новой группы.						
C.	Создать расчет	Создание нового расчета.					
Û	Удалить выбранный элемент	Удаление проекта, группы, модели или расчета.					
Þ	Открыть проект	Переход в проводник для выбора проекта, обозначен иконкой.					
развернуть все элементы Структура всех элементов будет разве							
‡≡	Свернуть все элементы	Структура всех элементов будет свернута.					

3.3.1 Проект

Проект может быть создан, см. Рис. 15:

Фа	йл			от₀ Проекты □
	Создать >	₿	Проект SimPCB	🕀 🖪 🗋 🛍 🗁 🏣 🏣
	Открыть >	C	Расчет SimPCB	
	Сохранить >			Создать проект SimPCB ка
B	Сохранить все			Проект 1 (C:\Users\admin\Desktop\PROSOFT\Sim
¢	Настройки			💛 🛅 Группа 1
	Завершить работу Alt+F4			> 🕅 MM-1H

Рис. 15 Создание проекта

- 1. С помощью команды раздела главного меню «Файл» → «Создать» → «Проект SimPCB»;
- 2. С помощью команды «Создать проект» панели «Проекты».

Ранее созданный проект может быть импортирован, см. Рис. 16:

Фа	йл		°то Проекты
	Создать >		🕀 🖪 🕼 🛍 🗁 🏣 🏣
	Открыть >	Проект SimPCB	
	Сохранить >	🕒 Расчет SimPCB	С введите текст с презистирани
8	Сохранить все		Проект 1 (C:\Users\admin\Desktop\PROSOFT\Sim
暾	Настройки		🗸 🛅 Группа 1
	Завершить работу Alt+F4		> 🎝 MM-1H

Рис. 16 Импорт проекта





- 1. С помощью команды раздела главного меню «Файл» → «Открыть» → «Проект SimPCB»;
- 2. С помощью команды «Открыть проект» панели «Проекты».

При создании нового проекта автоматически создаются одна новая модель и один новый расчет расчет. По умолчанию проекту будет присвоено имя в формате: «Проект *N*», где *N* – порядковый номер. Наименование модели и расчета будет сформировано после выбора структуры и запуска расчета, см. <u>Рис. 17</u>.



Рис. 17 Новый проект

Если панель «Проекты» не содержит ни одного проекта, то при создании расчета проект будет создан автоматически после запуска расчета и ввода наименования проекта, см. <u>Рис. 18</u>.

°ї8 Проекты 1		°т₀ Проекты
⊕ 🖪 🗋 🗁 🛱		⊕ 🗟 ݨ 🗁 ‡≣ ቹ
Q Введите Создать расчет		Q Введите текст для поиска
		∨ Проект 1* 3
Выберите проект/группу или введите новое имя проект	ra	— — 🕅 м-1н
Имя Проект 1		UF Zo=51,3440M
2 ок Отмена		

Рис. 18 Автоматическое создание проекта

Действия с проектом, доступные из контекстного меню, см. Рис. 19:







 «Переименовать» – для наименования проекта могут быть использованы любые буквы, цифры и символы. При создании и сохранении проектов в панели имя каждого должно быть уникальным (возможно открытие нескольких проектов с одинаковыми именами, если они сохранены в разных директориях);

Пример! В качестве наименования проекта для обеспечения удобства работы может быть использовано наименование платы, для которой необходимо провести расчеты, например, FPGA_IGLOO2.

- «Создать группу» создание группы внутри выбранного проекта, подробнее см. раздел <u>Группа;</u>
- «Создать расчет» создание расчета внутри выбранного проекта, подробнее см. раздел <u>Расчет;</u>
- «Удаление» удаление проекта («Delete»).

Сохранение проекта возможно после выбора структуры и проведения расчета, сохранение производится:

- 1. С помощью команд раздела главного меню «Файл» → «Сохранить» → «Проект SimPCB» и «Файл» → «Сохранить все»;
- 2. С помощью команд «Проект» и «Сохранить все» панели инструментов.

После сохранения проекта путь локального расположения будет отображен рядом с наименованием в панели «Проекты».

В процессе работы проект может иметь несколько состояний, см. Рис. 20:







Рис. 20 Отображение проектов

- 1. Проект не сохранен локально отсутствует отображение пути расположения, рядом с именем проекта символ «*»;
- Проект сохранен локально, но имеет несохраненные изменения отображается путь расположения, рядом с именем проекта символ «*»;
- 3. Проект сохранен локально, несохраненных изменений нет отображается путь локального расположения.

Между проектами возможно перемещение групп, моделей и расчетов с помощью механизма «drag-and-drop», см. <u>Рис. 21</u>.





🕨 SimPCB Lite

Рис. 21 Перемещение между проектами

3.3.2 Группа

Группа является необязательной составляющей и может быть создана только в составе проекта.

Группа создается, см. Рис. 22:



Рис. 22 Создание группы

- 1. С помощью команды контекстного меню проекта «Создать группу»;
- 2. С помощью инструмента «Создать группу» панели «Проекты».

При создании новой группы автоматически создаются одна новая модель и один новый расчет расчет. По умолчанию группе будет присвоено имя в формате: «Группа *N*», где *N* – порядковый номер. Наименование модели и расчета будет сформировано после выбора структуры и запуска расчета, см. <u>Рис. 23</u>.





Рис. 23 Новая группа

Действия с группой, доступные из контекстного меню, см. Рис. 24:



Рис. 24 Контекстное меню группы

• «Переименовать» – для наименования группы могут быть использованы любые буквы, цифры и символы, имя группы должно быть уникальным внутри одного проекта;



Пример! В качестве наименования группы для удобства работы может быть использовано наименование интерфейсов платы, для которой необходимо провести расчеты, например: USB top, UART123 и т.д.

- «Создать расчет» создание расчета внутри выбранной группы, подробнее см. раздел <u>Расчет;</u>
- «Удалить» удаление группы («Delete»).

Между группами возможно перемещение моделей и расчетов (перемещаются совместно) с помощью механизма «drag-and-drop», см. <u>Рис. 25</u>.





🕨 SimPCB Lite

Рис. 25 Перемещение моделей и расчетов

При перемещении группы целиком модели и расчеты в ее составе будут перенесены, а сама группа – ликвидирована, см. <u>Рис. 26</u>.



Рис. 26 Перемещение группы

Также модель и расчет можно вывести из состава группы, но оставить в текущем проекте, см. <u>Рис. 27</u>.





SimPCB Lite

Рис. 27 Вывод из состава группы

3.3.3 Модель

Модель – это конкретная конструкция линии передачи или переходного отверстия, выбранная для проведения расчета.

Создание модели происходит автоматически при создании расчета.

По умолчанию модели в качестве имени присваивается кодовое обозначение выбранной структуры линии передачи или переходного отверстия.

Кодовое обозначение структуры ЛП 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. <u>Рис. 28</u>.



Рис. 28 Структура КЗОС-2Н1В

Кодовое обозначение структуры ПО складывается из аббревиатуры отверстия, обозначения количества слоев в структуре платы и расположения выбранных слоев маски и опорных слоев. Например, кодовое обозначение O4B(13) принято для структуры четырехслойной печатной платы с маской на верхнем слое и опорными слоями на 1 и 3 слоях ПП, см. <u>Рис. 29</u>.







Рис. 29 Структура О4В(13)

Действия с моделью, доступные из контекстного меню, см. Рис. 30:

°Г₀ Проекты □
🕀 🗟 🛍 🗁 葦
Q Введите текст для поиска
✓ ☐ Проект 1* (C:\Users\admin\Desktop\PROSOFT\SimPC
> 🕅 КДМ-2Н
> 🕞 КДММОС-2Н
Создать расчет
🗓 Удалить

Рис. 30 Контекстное меню модели

- «Переименовать» для наименования модели могут быть использованы любые буквы, цифры и символы, имя каждой модели должно быть уникальным. Возможно сохранение нескольких моделей с одинаковыми структурами, но под разными именами.
- «Создать расчет» создание нового расчета для выбранной модели, подробнее см. раздел <u>Расчет;</u>
- «Удаление» удаление модели и расчета («Delete»).

Если после переименования модели необходимо вернуться к имени по умолчанию, используйте команду контекстного меню «Сбросить имя», см. <u>Рис.</u> <u>31</u>.





°tо Проекты									
+ 🖬 🔓	ŵ 🖻 🕻	‡= ‡=							
Q Введите те	екст для п	поиска							
🗸 📴 Проект	1* (C:\Use	ers\admin\Desktop\PROSOFT\Sim							
🗸 🕅 Мод	цель 1								
FA	Zo=37,2	Переименовать							
	0	→ Сбросить имя							
UF	Zo=36,5	🔓 Создать расчет							
	ថ	🗓 Удалить							

Рис. 31 Возврат имени по умолчанию

3.3.4 Расчет

Расчет включает в себя выбранные входные данные (структура ЛП или ПО и их параметры, тип расчета, возможные дополнительные параметры) и результаты расчета в виде таблиц, графиков их настроек отображения результатов.

Расчет обязательно входит в какую-либо модель.

Система анализа целостности сигнала SimPCB Lite позволяет производить следующие расчеты:

- 1. Тип расчета «Без потерь»:
- Одиночный расчет расчет волнового сопротивления (ЛП, ПО) или дифференциального волнового сопротивления (ЛП) и вторичных параметров ЛП и ПО;
- Обратный расчет расчет одного из параметров ЛП и и вторичных параметров ЛП при заданном волновом сопротивлении или дифференциальном волновом сопротивлении;
- Множественный расчет расчет параметров ЛП и ПО, когда для одного из параметров задан диапазон значений и шаг изменения.
- 2. Тип расчета «Частотный анализ»:
- Одиночный расчет расчет волнового сопротивления или дифференциального волнового сопротивления и вторичных параметров ЛП с учетом частоты;
- Множественный расчет расчет параметров ЛП, когда для одного из параметров задан диапазон значений и шаг изменения.
- 3. Тип расчета «S-параметры»:





- Одиночный расчет расчет S-параметров ЛП;
- Множественный расчет расчет S-параметров ЛП, когда для одного из параметров задан диапазон значений и шаг изменения.
- 4. Тип расчета «Перекрестные помехи»:
- Одиночный расчет расчет волнового сопротивления или дифференциального волнового сопротивления линии, запитанной нечетной модой, и перекрестных помех ЛП;
- Множественный расчет расчет волнового сопротивления или дифференциального волнового сопротивления линии, запитанной нечетной модой, и перекрестных помех ЛП, когда для одного из параметров задан диапазон значений и шаг изменения.

Наименование расчетов формируется по следующим шаблонам:

1. Тип расчета «Без потерь», см. Рис. 32:



Рис. 32 Наименования расчетов для типа «Без потерь»

a) Одиночный расчет: рассчитанное значение волнового сопротивления (Zo) или дифференциального волнового сопротивления (Zdiff). Пример: Zo=51,344Oм.

б) Обратный расчет: рассчитанное значение искомого параметра, заданное значение волнового сопротивления или дифференциального волнового сопротивления. Пример: H1=0,0956мм, Zo=50Ом.

в) Множественный расчет: диапазон рассчитанных значений волнового сопротивления или дифференциального волнового сопротивления, диапазон заданных значений и шаг изменяемого параметра. Пример: Zo=64,7438...45,6891Oм, W1=0,1;0,2;0,01мм.

г) Обратный множественный расчет: диапазон рассчитанных значений искомого параметра, заданное значение волнового сопротивления или дифференциального волнового сопротивления, диапазон значений и шаг





изменяемого параметра. Пример: H1=0,0588...0,1112мм, Zo=50Ом, W1=0,1;0,2;0,01мм.

2. Тип расчета «Частотный анализ», см. Рис. 33:



Рис. 33 Наименования расчетов для типа «Частотный анализ»

а) Одиночный расчет: рассчитанное значение волнового сопротивления (Zo) или дифференциального волнового сопротивления (Zdiff), значение частоты, используемое в расчете (Fc). Пример: Zo=49,5613OM, Fc=300MГц.

б) Множественный расчет: диапазон рассчитанных значений волнового сопротивления или дифференциального волнового сопротивления, диапазон значений и шаг изменяемого параметра, значение частоты, используемое в расчете. Пример: Zo=49,5613...127,2094OM, H1=0,1;1;0,1MM, Fc=300MГц.



Примечание! Если изменяемым параметром является длина проводника (LTL), то рассчитанное значение волнового сопротивления или дифференциального волнового сопротивления одно для всего диапазона LTL. Пример: Zdiff=95,8612OM, LTL=10;100;10мм, Fc=300MГц.

в) Множественный расчет, когда изменяемым параметром является частота: диапазон рассчитанных значений волнового сопротивления или дифференциального волнового сопротивления, диапазон значений частоты. Пример: Zo=50,2759...49,1237Oм, Fc=100;1 000;100МГц.

3. Тип расчета «S-параметры», см. Рис. 34:







Рис. 34 Наименования расчетов для типа «S-параметры»

a) Одиночный расчет: рассчитанное значение волнового сопротивления (Zo) или дифференциального волнового сопротивления (Zdiff), S-параметры: импеданс источника (Zs), импеданс приемника (ZL), значение частоты, используемое в расчете (Fc). Пример: Zo=46,5567OM, ZS=50OM, ZL=50OM, Fc=300MГц.

б) Множественный расчет: диапазон рассчитанных значений волнового сопротивления или дифференциального волнового сопротивления, диапазон значений и шаг изменяемого параметра, S-параметры: импеданс источника, импеданс приемника, значение частоты, используемое в расчете. Пример: Zo=48,6805...45,087Om, T1=0,015;0,055;0,005мм, ZS=50Om, ZL=50Om, Fc=300MГц.



Примечание! Если изменяемым параметром является длина проводника (LTL), импеданс источника (Zs) или импеданс приемника (ZL), то рассчитанное значение волнового сопротивления или дифференциального волнового сопротивления одно для всего диапазона параметров LTL, Zs, ZL. Пример: Zo=46,5567OM, ZS=40;60;2OM, ZL=50OM, Fc=300MГц.

в) Множественный расчет, когда изменяемым параметром является частота: диапазон рассчитанных значений волнового сопротивления или дифференциального волнового сопротивления, диапазон значений частоты, S-параметры: импеданс источника, импеданс приемника. Пример: Zo=47,2281...46,1457Om, Fc=100;1 000;100МГц, ZS=50Om, ZL=50Om.

4. Тип расчета «Перекрестные помехи», см. Рис. 35:







Рис. 35 Наименования расчетов для типа «Перекрестные помехи»

a) Одиночный расчет: рассчитанное значение волнового сопротивления (RS=RL=Zo) или волнового сопротивления линии, запитанной нечетной модой (RS=RL=Zodd), значение частоты, используемое в расчете (Fc), количество ЛП. Пример: Rs=RI=51,344Oм, Fc=300МГц, 2 ЛП.

б) Множественный расчет: рассчитанное значение волнового сопротивления или волнового сопротивления линии, запитанной нечетной модой, диапазон значений и шаг изменяемого параметра, значение частоты, используемое в расчете, количество ЛП. Пример: Rs=RI=51,344OM, H1=0,1;1;0,1MM, Fc=300MГц, 2 ЛП.

в) Множественный расчет, когда изменяемым параметром является частота: рассчитанное значение волнового сопротивления или волнового сопротивления линии, запитанной нечетной модой, диапазон значений частоты, количество ЛП. Пример: Rs=RI=51,344Oм, Fc=100;1 000;100МГц, 2 ЛП.

Каждый тип расчета в панели «Проекты» и при открытии во вкладке обозначен индивидуальной иконкой, см. <u>Рис. 36</u>:





⁰≀¦0 Про	екты [
• E	3 🗅 🗁 🏣 🏣	
Q BE	едите текст для поиска	
 B 	Типы расчетов*	
~	№ м-1H	
Ð	UF Zo=51,344Ом	
04Hbl IeTbl	FA Zo=52,2833Ом, Fc=300МГц	
расч	SP Zo=52,28330м, ZS=500м, ZL=500м, Fc=300МГц	
0	ст Rs=RI=51,344Ом, Fc=300МГц, 2 ЛП	
НЫС	УШ Zo=51,344130,87350м, H1=0,1;1;0,1мм	
ствен	🕲 Zo=52,2833131,6197Ом, H1=0,1;1;0,1мм, Fc=300МГц	
pac	🕲 Zo=52,2833131,6197Ом, H1=0,1;1;0,1мм, ZS=50Ом, ZL=50Ом, Fc=300МГ	ц
Ň	🗐 Rs=Rl=51,344Ом, H1=0,1;1;0,1мм, Fc=300МГц, 2 ЛП	

Рис. 36 Типы расчетов в панели проекты

- Тип расчета «Без потерь»: 🚾 одиночный расчет, ڬ множественный расчет;
- Тип расчета «Частотный анализ»: 🖻 одиночный расчет, 🎱 множественный расчет;
- Тип расчета «S-параметры»: 🖭 одиночный расчет, 🕲 множественный расчет;
- Тип расчета «Перекрестные помехи»: 🖾 одиночный расчет, 🕲 множественный расчет;

Расчет может быть создан, см. Рис. 37:

Фаі	йл			°С₀ Проекты
	Создать	>	🕞 Проект SimPCB	🕀 🔁 🗋 🛍 🗁 ቹ
	Открыть	>	🔓 Расчет SimPCB	Q Введит Создать расчет а
	Сохранить	>		
ß	Сохранить все			TIPOEKT 1* (C:\Users\admin\Desktop\PROS
	Экспорт	>		
¢	Настройки			
	Завершить работу Alt+F4			

Рис. 37 Создание расчета

- 1. С помощью команды раздела главного меню «Файл» → «Создать» → «Расчет SimPCB»;
- 2. С помощью команды «Создать расчет» панели «Проекты».





Действия с расчетом, доступные из контекстного меню, см. Рис. 38:



Рис. 38 Контекстное меню расчета

- «Открыть расчет» команда открывает расчет или делает вкладку расчета активной;
- «Переименовать» для наименования модели могут быть использованы любые буквы, цифры и символы, имя каждой модели должно быть уникальным. Возможно сохранение нескольких одинаковых расчетов под разными именами.
- «Создать расчет» создание нового расчета для выбранной модели;
- «Удаление» удаление модели и расчета («Delete»).

Если после переименования расчета необходимо вернуться к имени по умолчанию, используйте команду контекстного меню «Сбросить имя», см. <u>Рис.</u> <u>39</u>.



Рис. 39 Сброс имени расчета



Ранее созданный расчет может быть открыт в системе SimPCB Lite, см. <u>Рис. 40</u>:

Фа	йл							
	Создать	>						
	Открыть	>	Проект SimPCB	ľ	3	Ľ	C	(X) (X)
	Сохранить	>	🕒 Расчет SimPCB			- [Откр	ыть расчет SimPCB
ß	Сохранить все							
¢	Настройки							
	Завершить работу Alt+F4							
	-		10.0					

Рис. 40 Открытие расчета

- 1. С помощью команды раздела главного меню «Файл» → «Открыть» → «Расчет SimPCB»;
- 2. С помощью команды «Открыть расчет SimPCB» панели инструментов.

Расчет будет открыт в отдельной вкладке с сохранением выбранных структур, типа расчета и полученных результатов. Вкладка открытого расчета обозначена символом , см. <u>Рис. 41</u>.



Рис. 41 Вкладка открытого расчета

При изменении параметров открытого расчета и/или повторном запуске необходимо определить к какому проекту будет привязан новый расчет: проект можно выбрать из выпадающего списка или ввести имя нового проекта. В выпадающем списке доступны для выбора все проекты, открытые в панели «Проекты». При вводе имени нового проекта, он будет создан и открыт в панели «Проекты», см. Рис. 42.







изменении открытого расчета

После изменения параметров и запуска новый расчет будет отображен в панели «Проекты», а расчет, сохраненный локально, останется без изменений.


4 Расчет параметров линий передачи и переходных отверстий

4.1 Расчет параметров линий передачи

4.1.1 Интерфейс для расчета параметров ЛП

Рабочая область SimPCB Lite для расчета параметров ЛП разделена на несколько областей, каждая из которых отвечает за определенные функции, см. <u>Рис. 43</u>.

🔄 Проект 1/П-1	IH2B/Zo=36,5097 1		3								5			6
Настройки	П-1Н2В			⊞ 06	Общие параметры						Результ	Результаты расчета 🕅 🕅		
Единицы	ММ МКМ		W2	Н1 💿	Zo 📵	Tpd 🔀	C 🕒	Vp 🕲	LO	EEr 🕲		Таблиць		
Объект расчета	Линия перед 🗸	100 III		0,1000	36,5097	6 838,6952	187,3119	1,462E+08	249,6785	4,2033		✓ 06щ	ие параметры	
Тип объекта	Одиночная 🗸	× H2 D2		0,2000	45,6106	6 839,9540	149,9642	1,462E+08	311,9742	4,2048		Графики	•	
Тип расчета	Без потерь 🗸			0,3000 49,5130 6 839,4400 138,1341 1,462E+08 338,6415 4,2042			🗹 Общие параметры							
-			WI	0,4000	51,5568	6 839,5652	132,6609	1,462E+08	352,6259	4,2043		Настро	ive oto5pawalus paavaltatos	
		Перев	ернуть проводник	0,5000	52,7679	6 839,3480	129,6119	1,462E+08	360,8981	4,2041			ни отооражения результатов	
		H1	Мин.0,1, Макс.1, Шаг0,1 X (м.	0,6000	53,5438	6 839,3613	127,7341	1,462E+08	366,2051	4,2041				
	-	Er1	4.2 O 1/m	0,7000	54,0720	6 839,3285	126,4856	1,462E+08	369,8160	4,2041		По оси у	20	~
		0 LI2	01 01	0,8000	54,4484	6 839,2335	125,6095	1,462E+08	372,3851	4,2039		Легенда	1	
				1,0000	54,7250	6 839,1007	124,9723	1,462E+08	375 7155	4,2039		Zo	#FFE04712	Y
	-	Er2	4,2 🖓 🕅	1,0000	04,0002	0 000,1202	124,4022	1,4022-00	070,7100	4,2000				
		— НЗ	0,1 0.1											
_	-	Er3	4,2 🗘 🔝											
		🔘 W1	0,17 🗘 🔝											
2		W2	0,15 0.15											
		🔘 T1	0,035 0.18.											
		O Zo	* 0. 16.	W 06	щие параме	тры								
		4		56 54 94										
				52	-			/						
				3 50	-		/							
)) ₩ 48										
				N8 VE		/								
				oduo 40										
				9 44	-									
				0HV02 42	-									
				40	_									
						/								
				26.51]									
7				30,51										
				-	0,	1 0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7 0,8 0,9 1	-		
Сохранить новы	й расчет 🗸		Рассчитать					Толц	ина диэлект	оика (мм)				

Рис. 43 Интерфейс для расчета параметров ЛП

Ниже представлен перечень функциональных областей интерфейса SimPCB:

- 1. Область настроек расчета;
- 2. Выбор структуры линии передачи;
- 3. Область просмотра выбранной структуры линии передачи;
- 4. Определение входных параметров ЛП;
- 5. Область отображения результатов расчета;
- 6. Область настроек отображения результатов расчета;
- 7. Область запуска и сохранения расчета.



4.1.2 Настройки расчета

Доступные настройки расчета, см. Рис. 44:

MM	км
Линия перед	~
Одиночная	~
ия Без потерь	~
	мм м Линия перед Одиночная UF Без потерь

Рис. 44 Настройки расчета

- 1. Выбор единиц измерения с помощью переключателя: мм или мкм;
- 2. Выбор объекта расчета линия передачи, см. Рис. 45:

Объект расчета	Линия перед 🗸
	Линия передачи
	Отверстие
D	

Рис. 45 Выбор объекта расчета

3. Выбор типа линии передачи (полный список структур представлен в разделе <u>Структуры линий передачи</u>), см. <u>Рис. 46</u>:



Рис. 46 Выбор типа объекта

- Одиночная линия передачи;
- Дифференциальная пары;
- Копланарная одиночная линия передачи;
- Копланарная дифференциальная пары.
- 4. Выбор типа расчета, см. Рис. 47:







Рис. 47 Выбор типа расчета

- «Без потерь»;
- «Частотный анализ»;
- «S-параметры»;
- «Перекрестные помехи».

4.1.3 Структуры ЛП

После выбора типа линии передачи следует выбрать одну из готовых структур ЛП.

Полный список структур линий передачи:

- а) Одиночные линии передачи:
- Микрополосковая ЛП (М-1Н);
- Микрополосковая ЛП с маской (MM-1H);
- Микрополосковая ЛП (М-2Н);
- Микрополосковая ЛП с маской (MM-2H);
- Заглубленная ЛП (3-1Н1В);
- Полосковая ЛП (П-1Н1В);
- Заглубленная ЛП (3-2Н1В);
- Полосковая ЛП (П-2Н1В);
- Заглубленная ЛП (3-2H2B);
- Заглубленная ЛП (3-1Н2В);



- 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-1H);
- Копланарная микрополосковая ЛП с опорным слоем (КМОС-2Н);
- Копланарная микрополосковая ЛП (КМ-2Н);
- Копланарная микрополосковая ЛП с маской и опорным слоем (КММОС-2H);
- 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-2H2B);
- Копланарная дифференциальная заглубленная ЛП (КЗ-2H2B);
- Копланарная дифференциальная заглубленная ЛП (КЗ-1H2B);
- Копланарная дифференциальная заглубленная ЛП с опорным слоем (КДЗОС-1H2B);
- Копланарная дифференциальная заглубленная ЛП с опорным слоем (КДЗОС-2Н2В).

При наведении курсора мыши на одну из структур доступны всплывающие подсказки с наименованием и кодовым обозначением структуры, см. <u>Рис. 48</u>.



Рис. 48 Всплывающие подсказки для структур ЛП

4.1.4 Область просмотра

Область просмотра предоставляет подробное описание выбранной структуры линии передачи: наименование структуры, кодовое обозначение, изображение структуры с условными обозначениями ключевых при моделировании параметров и пояснения к ним. Наименование структуры и параметров появляются во всплывающих подсказках при наведении курсора. При редактировании параметра или выборе его в качестве изменяемой величины во множественном расчете условное обозначение параметра на структуре будет выделено красным цветом, см. Рис. 49.





ДМ-1Н Диффер нт	енциальная микрополос	кова	я ЛП
─ H1	0,1	\diamond	<u>t</u> .
Er1	4,2	\diamond	<u>tan</u> ,
O W1	0,17	\diamond	<u>ta</u> ,
W2 Шир	оина проводника (мм)	\diamond	t <u>M</u> .
S1	0,2	\diamond	t <u>m</u> ,
T1	0,035	\diamond	t <u>m</u> ,
Zdiff	10	$\hat{}$	tm.

Рис. 49 Область просмотра и параметры ЛП

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 диэлетрика) в структуре печатной платы, см. <u>Рис. 50</u>.



Рис. 50 Пример структуры с опцией «Перевернуть проводник»

Для типа расчета «Перекрестные помехи» область просмотра включает отображение структуры платы и линий передачи, см. <u>Рис. 51</u>.







Рис. 51 Область просмотра «Перекрестные помехи»

4.1.5 Параметры ЛП и дополнительные параметры

Параметры линии передачи определяются для всех типов расчетов. Набор параметров может изменяться в зависимости от выбранной структуры ЛП.

Полный список параметров ЛП:

- Н толщина диэлектрика. Количество параметров Н (Н1, Н2, Н3 и т.д.) зависит от количества диэлектриков в выбранной структуре.
- Er диэлектрическая проницаемость. Количество параметров Er (Er1, Er2, Er3 и т.д.) зависит от количества диэлектриков в выбранной структуре.
- W1 ширина проводника.
- W2 ширина проводника после подтрава.
- Т1 толщина проводника.
- D1 расстояние от проводника до опорной плоскости.
- Т1 зазор между проводниками.
- С1 толщина маски.
- CEr диэлектрическая проницаемость маски.

Дополнительные параметры определяются для частотного анализа, при расчете S-параметров и расчете перекрестных помех:

ТС – электропроводность материала проводника (См/м);





- tgo тангенс угла диэлектрических потерь;
- Lть длина проводника;
- tr фронт сигнала (пс);
- Fc частота (МГц).

S-параметры должны быть определены при расчете S-параметров:

- Zs импеданс источника (Ом);
- ZL импеданс приемника (Ом);

Напряжения проводников и зазор между ними должны быть определены при расчете перекрестных помех:

- V напряжение проводника. Количество параметров V (V1, V2, V3 и т.д.) зависит от количества проводников в выбранной структуре.
- G зазор между проводниками (мм).

Тип расчета «Без потерь»

Для типа расчета «Без потерь» для определения доступны параметры выбранной линии передачи.

По умолчанию рассчитываются волновое сопротивление: Zo для одиночных ЛП или Zdiff для дифференциальных пар в зависимости от выбранной структуры ЛП. Кроме этого может быть осуществлен выбор вычисляемого параметра (обратный расчет). Выбор параметра осуществляется установкой флага в чек-бокс напротив условного обозначения параметра, который необходимо рассчитать, см. <u>Рис. 52</u>.

О н1	0,1	٥	<u>†</u> ∧,			
Er1	4,2	\diamond	t <u>m</u> ,			
🔵 Н2	0,1	\diamond	t <u>m</u> ,			
Er2	4,2	\diamond	<u>ta</u> ,			
🔵 нз	0,1	\diamond	<u>ta</u> ,			
🔵 Er3	4,2	\diamond	<u>ta</u> ,			
🔵 W1	0,17	\diamond	<u>t</u> M,			
W2	0,15	\diamond	1 <u>M</u> ,			
🔵 T1	0,035	\diamond	<u>ta</u> ,			
🔵 Zo	50	\diamond	<u>1</u> 11.			
Рис 52 Выбор параметра для						

Рис. 52 Выбор параметра для расчета

Тип расчета «Частотный анализ»





Для типа расчета «Частотный анализ» для определения доступны параметры выбранной линии передачи и дополнительные параметры, см. <u>Рис.</u> <u>53</u>.

 Параметры линии передачи 								
H1	0,1	\$ t <u>m</u>						
Er1	4,2	○ t <u>m</u> ,						
H2	0,1	\$ t <u>m</u>						
Er2	4,2	\$ t <u>m</u>						
W1	0,17	≎ t <u>m</u>						
W2	0,15	\$ the						
T1	0,035	\$ t <u>m</u>						
∨ Доп	олнительные параметр	ы						
тс	58E+06	\$ t <u>m</u> ,						
tgδ	0,02	\$ t <u>m</u> ,						
LTL	25	\$ t <u>m</u> ,						
tr	333,3333	\$ 1 <u>M</u>						
Fc	300	\$ t <u>m</u>						
D	52 Danauran							

Рис. 53 Параметры типа расчета «Частотный



Примечание! Взаимосвязь между частотой сигнала (Fc) и длительностью фронта (tr) устанавливается в Настройках системы.

Тип расчета «S-параметры»

Для типа расчета «S-параметры» для определения доступны параметры выбранной линии передачи, дополнительные параметры и значения S-параметров, см. <u>Рис. 54</u>.





Параметры линии передачи							
H1	0,1		\diamond	t <u>m</u>			
Er1	4,2		\bigcirc	t <u>m</u>			
W1	0,17		\diamond	t <u>m</u>			
W2	0,15		$\hat{}$	<u>†</u> M.,			
T1	0,035		$\hat{\mathbf{v}}$	t <u>m</u>			
∨ Допол	нительные параметры						
тс	58E+06		$\hat{\mathbf{v}}$	t <u>m</u> ,			
tgδ	0,02		\diamond	<u>tm</u>			
LTL	25		\diamond	t <u>m</u>			
tr	333,3333	$\hat{}$	ţ,				
Fc	300	$\hat{}$	ţ v	•			
Иастройка S-параметров							
Zs	50		\diamond	t <u>m</u> ,			
ZL	50		\Diamond	t <u>m</u>			

Рис. 54 Параметры типа расчета «S-параметры»

Тип расчета «Перекрестные помехи»

Для типа расчета «Перекрестные помехи» для определения доступны параметры выбранной линии передачи, количество линий передачи и дополнительные параметры, см. <u>Рис. 55</u>.





Кол-во лини	3							
Параметры линии передачи								
H1	0,1	0 t <u>m</u> ,						
Er1	4,2	0 t <u>m</u> ,						
W1	0,17	≎ t <u>a</u>						
W2	0,15	\$ tm						
Т1	0,035	≎ t <u>m</u>						
∨ Допол	 Дополнительные параметры 							
V1	+1	~						
V2	0	~						
V3	+1	~						
LTL	25	0 t <u>n</u> ,						
G1	0,2	0 t <u>n</u> ,						
tr	333,3333	O LAA						
Fc	300	≎ t <u>an</u> ,						

Рис. 55 Параметры типа расчета «Перекрестные помехи»

Значения напряжений проводников (V1,V2 и т.д.) могут быть выбраны только из выпадающих меню.

<u>Множественный расчет</u>

Множественный расчет подразумевает расчет первичных и вторичных параметров линии передачи с изменением одного из параметров структуры в заданном диапазоне. Для параметров, значение которых можно задать в диапазоне, в поле значения отображена кнопка (М., а для параметров, значение которых нельзя задать в диапазоне, кнопка (М.) неактивна и отображается серым цветом, см. <u>Рис. 56</u>.

— н1	0,1	\diamond	t <u>an</u> ,
Er1	4,2	\Diamond	t <u>a</u> ,
— Н2	0,1	\diamond	ta.
O Er2	4,2	\diamond	ĺ <u>∧</u> ,
🔵 W1	0,17	\diamond	t <u>m</u> ,
W2	0,15	\diamond	tm.
T 1	0,035	\diamond	<u>IM</u> .
🔵 Zo	50	\diamond	1 <u>M.</u>
_			_

Рис. 56 Возможность задания параметра в диапазоне





Для определения диапазона значения параметра нажмите на кнопку в окне «Диапазон значения» установите минимальное и максимальное значения диапазона, а также шаг изменения значения параметра, и нажмите «Применить», см. <u>Рис. 57</u>.

Диапазон значения Мин.	ol1	े				
Макс.	1	\$				
Шаг	0,1	٢				
Применить	Отмена					
Рис. 57 Диапазон значения						

Установленный диапазон будет отображен в поле значения параметра, остальные кнопки диапазонов станут недоступными, также данный параметр станет недоступным для выбора при обратном расчете, см. <u>Рис. 58</u>.

H1	Мин.0,1,Макс.1,Шаг0,1	Х	<u>[</u> M,
Er1	4,2	٥	<u>[//,</u>
🗌 Н2	0,1	\diamond	<u>î.</u>
O Er2	4,2	\diamond	<u>†</u> 1.
W1	0,17	\diamond	<u>†</u> 1.,
W2	0,15	\diamond	<u>†</u> 14.,
🔵 T1	0,035	\diamond	<u>†</u> 14.,
🔵 Zo	50	٥	<u>†</u> 1.
_		_	

Рис. 58 Отображение диапазона значения

Сброс диапазона производится с помощью кнопки X, см. <u>Рис. 59</u>.

		L
H1	Мин.0,1,Макс.1,Шаг0,1	X M
	50 8	

Рис. 59 Диапазон значения



Примечание! В случае если введенное значение параметра не попадает в диапазон значений, установленный в Настройках системы, будет получено предупреждение о необходимости изменить значение, см. <u>Рис.</u> 60.





— н1	! 11	≎ t <u>M</u> ,
Er1	4,2 Значение бо	ольше допустимого (10)
— Н2	0,1	
Puc	60 Предупр	еждение о
нес	оответсвии	і значения

параметра диапазону

4.1.6 Результаты расчета

Результаты расчета отображаются в виде таблиц и графиков (для множественных расчетов). Подробное описание работы с графиками см. Графики и настройки отображения.

При наведении курсора мыши на условные обозначения рассчитанных параметров доступны всплывающие подсказки с описанием, см. <u>Рис. 61</u>.

🌐 Общ	ие параметр	al				
Zeven 🚯	Tpd 🚯	CO	Vp 🚯	LO	EEr 🛈	
55,2850	5 976,5041	108,1035	1,673E+08	330,4111	3,210	Эффективная диэлектрическая проницаемость

Рис. 61 Всплывающие подсказки для параметров

Тип расчета «Без потерь»

Для одиночных и копланарных одиночных ЛП рассчитываются, см. <u>Рис.</u> <u>62</u>:

⊞ 06ı	цие параметрь	4			
Zo 🚯	Tpd 🚯	CO	Vp 📵	LO	EEr
36,5097	6 838,6952	187,3119	1,462E+08	249,6785	4,2033

Рис. 62 Параметры одиночной и капланарной одиночной ЛП при расчете «Без

- Zo волновое сопротивление (Ом);
- Трd задержка в проводнике (пс/м);
- С емкость (пФ/м);
- Vp скорость распространения сигнала (м/с);
- L индуктивность (нГн/м);
- EEr эффективная диэлектрическая проницаемость.

Для дифференциальных и копланарных дифференциальных ЛП рассчитываются аналогичные параметры.





SimPCB Lite

<u>63</u>:

⊞ 06	щие параметры	al I			
Zdiff 🚯	Tpd 🚯	С	Vp 🚯	LO	EEr 🕕
53,7766	6 836,6074	127,1298	1,463E+08	367,6495	4,2007

Рис. 63 Параметры дифференциальной и капланарной дифференциальной ЛП при расчете «Без потерь»

- Zdiff дифференциальное волновое сопротивление (Ом);
- Zcomm волновое сопротивление дифференциальной пары в режиме сигнала общего вида (Ом);
- Zodd волновое сопротивление линии, запитанной нечетной модой (Ом);
- Zeven волновое сопротивление линии, запитанной четной модой (Ом).

При проведении обратного расчета в таблице с результатами первый столбец будет отображать параметр, выбранный для расчета, см. <u>Рис. 64</u>:

Настройки			M-1H					🌐 Общие параметры							
Единицы	мм	МКМ		.W2.	1.73	_		H1	Zo 🚯	Tpd 🚯	C 🕕	Vp 🚯	LO	EEr 🕕	
Объект расчета	Линия пер	оед ~	Ŧ		+''' T		(0,0956	50,0218	5 786,2459	115,6746	1,728E+08	289,4382	3,0091	
Тип объекта	Одиночна	я ~	н	H1 Er1											
Тип расчета	⊎⊧ Без по	терь 🗸		wī											
			О н1	0,0956	\$	the									
_			Er1	4,2	0	tan,	1								
	-	-	🔵 w1	0,17	\diamond	t <u>m</u>									
			W2	0,15	\diamond	1 <u>//</u> ,									
	•	-	T 1	0,035	\diamond	<u>tm</u> ,									
	_		🔵 Zo	50	\diamond	1 <u>m</u>									
Сохранить новый	й расчет 🚿	~		Ра	ссчитат	гь									

Рис. 64 Результаты обратного расчета

Тип расчета «Частотный анализ»

Для одиночных и копланарных одиночных ЛП рассчитываются, см. <u>Рис.</u> <u>65</u>:





⊞ 06ш	цие параме	етры												
Zo 🕕	R	LO	CO	G 🚯	α _{db,R} ●	α _{db,D} 🔴	α _{db} 🔀	Tpd 🚯	Vp 🚯	EEr	\$ (1)	V ₀		
46,2705	0,4792	8,0239	3,7490	0,0001413	-0,0450	-0,0284	-0,0734	173,4398	1,441E+08	4,2046	0,3269	1,441E+08		

Рис. 65 Параметры одиночной и капланарной одиночной ЛП при расчете «Частотный анализ»

- Zo волновое сопротивление (Ом);
- R сопротивление (Ом);
- L индуктивность (нГн);
- С емкость (пФ);
- G проводимость диэлектрика (См);
- α_{db,R} ослабление в проводнике (Дб);
- αdb,D ослабление в диэлектрике (Дб);
- αdb общее ослабление (Дб);
- Tpd задержка (пс);
- Vp скорость распространения сигнала (м/с);
- EEr эффективная диэлектрическая проницаемость;
- ф фаза (рад);
- V₀ скорость фазы (м/с).

Для дифференциальных и копланарных дифференциальных ЛП рассчитываются аналогичные параметры, а волновое сопротивление рассчитывается в нескольких режимах, см. <u>Рис. 66</u>:

⊞ Общ	цие парам	етры											
Zdiff 🚯	R 📵	LO	CO	G 🚯	α _{db,R} 🕕	α _{db,D} 🚯	α _{db} 🚯	Tpd 🚯	Vp 📵	EEr	\$ ()	V _¢	
95,8612	1,0107	13,4806	1,4679	4,571E-05	-0,0458	-0,0190	-0,0648	140,6727	1,777E+08	2,7490	0,2652	1,777E+08	

Рис. 66 Параметры дифференциальной и капланарной дифференциальной ЛП при расчете «Частотный анализ»

- Zdiff дифференциальное волновое сопротивление (Ом);
- Zcomm волновое сопротивление дифференциальной пары в режиме сигнала общего вида (Ом);
- Zodd волновое сопротивление линии, запитанной нечетной модой (Ом);
- Zeven волновое сопротивление линии, запитанной четной модой (Ом).



Тип расчета «S-параметры»

Для одиночных и копланарных одиночных ЛП рассчитываются, см. <u>Рис.</u> <u>67</u>:



Рис. 67 Параметры одиночной и капланарной одиночной ЛП при расчете «S-параметры»

- S11 коэффициент отражения от входа;
- S21 коэффициент передачи;
- S12 коэффициент обратной передачи;
- S22 коэффициент отражения от выхода.

Для дифференциальных и копланарных дифференциальных ЛП рассчитываются в одиночном и смешанном режимах.

Параметры ЛП при расчете в одиночном режиме, см. Рис. 68:

🌐 S-парамет	⊞ S-параметры														
S1 S2 S3 S4	1 1 1 1	S1: S2 S3 S4	2 2 2 2	S1: S2 S3 S4	3 3 3 3	S14 S24 S34 S44									
Mag=0,0114	Deg=56,6513	Mag=0,9919	Deg=-15,8575	Mag=0,0220 Deg=72,61		Mag=0,0113	Deg=-109,3222								
Mag=0,9919	Deg=-15,8575	Mag=0,0114	Deg=56,6513	Mag=0,0113	Deg=-109,3222	Mag=0,0220	Deg=72,6116								
Mag=0,0220	=0,0220 Deg=72,6116 Mag=0,0113		Deg=-109,3222	Mag=0,0114	Deg=56,6513	Mag=0,9919	Deg=-15,8575								
Mag=0,0113	Deg=-109,3222	Mag=0,0220	Deg=72,6116	Mag=0,9919	Deg=-15,8575	Mag=0,0114	Deg=56,6513								



• S11	• S12	• S13	• S14
• S21	• S22	• S23	• S24
• S31	• S32	• S33	• S34
• S41	• S42	• S43	• S44

Параметры ЛП при расчете в смешанном режиме, см. Рис. 69:







Рис. 69 Параметры дифференциальной и капланарной дифференциальной ЛП в смешанном режиме

- SDD11
- SDD21
- SDD22
- SCD11 • SCD21

SCD12
 SCD22

• SDD12

- SDC21
 - SCC11

• SDC11

- SCC21
- SDC12SDC22
- SCC12
- SCC22

Для результатов расчета S-параметров в табличном виде доступен выбор режима представления, см. <u>Рис. 70</u>:

SP Все типы рас	четов/М-1Н	H/Zo=52,283	зз ×											
Настройки			M-1H				🌐 S-парам	етры			Результ	гаты расчета	*	
Единицы	мм	мкм		W2	Įπ		S	1 21 0	S1 S2	12 22 0	Таблиц	ы		
Объект расчета	Линия пер	ред ~	5	f 👘	Ť		Mag=0,0125	Deg=59,3910	Mag=0,9922	Deg=-15,8882	S-na	S-параметры		
Тип объекта	Одиночна	ая ~	HI	Er1			Mag=0,9922	Deg=-15,8882	Mag=0,0125	Deg=59,3910	Настро			
Тип расчета	S-пара	аме У		•							Режим	Магнитуда/фаза	~	
			Дарам									Магнитуда/фаза		
			У Парам	нительные парамет	ры							Магнитуда (Дб)/фаза		
			тс	58E+06	0	1A						Действительная/мнимая		
	-		taδ	0.02	<u>^</u>	tao								
			.go	25	~	ta.								
	-	-		20	~ t.	TAK*								
			tr	333,3333	· ///									
			FC	300	≎ [<u>M</u> ,									
			∨ Настро	ойка S-параметров										
			Zs	50	\diamond	IM,								
			ZL	50	\diamond	IM.								
Перезаписать ра	асчет ~				Рассчитать									

Рис. 70 Режимы представления S-параметров

- «Магнитуда/фаза»;
- «Магнитуда (дБ)/фаза»;
- «Действительная/мнимая».

Тип расчета «Перекрестные помехи»

Для одиночных ЛП рассчитываются, см. Рис. 71:





```
        B O5uver параметри
        Compare Name
        View Name</t
```

Рис. 71 Параметры одиночной ЛП при расчете «Перекрестные помехи»

- Zo волновое сопротивление (Ом);
- UNEXT напряжение в начале проводника (мВ);
- фNEXT фаза в начале проводника (°);
- UFEXT напряжение в конце линии (мВ);
- фгехт фаза в конце линии (°).

Для дифференциальных ЛП рассчитываются аналогичные параметры, отличным является, см. <u>Рис. 72</u>:

Общие параметры ZODD UNEXT1 0 4/NEXT1 0 4/NEXT1 0 4/NEXT1 0 4/NEXT2 0 4 47,0942 0,0002 -92,6564 1,0001 165,0643 0,0009 -92,8575 0,9997 -14,9197 0,0168 74,3282 0,0080 -106,8870 0,0029 70,6106 0,0023 -112,2405

Рис. 72 Параметры дифференциальной ЛП при расчете «Перекрестные помехи»

 Zodd – волновое сопротивление линии, запитанной нечетной модой (Ом);



Примечание! Количество рассчитываемых параметров UNEXT, фNEXT, UFEXT, фFEXT зависит от выбранной структуры и количества линий передачи.

Множественный расчет

При проведении множественного расчета любого типа первый столбец в таблице с результатами будет отображать диапазон значений выбранного параметра, каждому значению из диапазона соответствует рассчитанное значение параметров, см. <u>Рис. 73</u>:





Настройки	M-1H	Общие параметры
Единицы мм мкм	W2 173	Er1 ① Zo ① Tpd ① C ① Vp ① L ① EEr ①
Объект расчета Линия перед 🗸	Ŧ Ŧ	3,5000 55,4676 5 346,4358 96,3884 1,87E+08 296,5541 2,5690
Тип объекта Одиночная 🗸	H1 Er1	3,6000 54,8162 5 409,9720 98,6929 1,848E+08 296,5541 2,6305
	*	3,7000 54,1876 5 472,7311 100,9960 1,827E+08 296,5541 2,6918
Turi pacvera	· `w1 ` ·	3,8000 53,5805 5 534,7422 103,2977 1,807E+08 296,5541 2,7532
	O H1 0.1 ℃ 1/m	3,9000 52,9936 5596,0323 105,5982 1,787E+08 296,5541 2,8145
		4,0000 52,4260 5 656,6271 107,8974 1,768E+08 296,5541 2,8758
	ЕГІ МИН.3,5,Макс.4,5,Ша Х (М.	4,1000 51,8764 5,716,5505 110,1956 1,749E+08 296,5541 2,9370
	○ W1 0,17	4,2000 51,3440 5775,8252 112,4926 1,731E+08 296,5541 2,9983
	W2 0,15 🗘 🕅	4,3000 50,8279 5 834,4726 114,7887 1,714E+08 296,5541 3,0595
	─ T1 0,035	4,4000 50,3273 5 892,5129 117,0839 1,697E+08 296,5541 3,1206
	O Zo * ♀ ↓	4,5000 49,8413 5 949,9650 119,3781 1,681E+08 296,5541 3,1818
	Рассчитать	

Рис. 73 Результаты множественного расчета

Если изменяемым параметром множественного расчета является частота (Fc), то таблица с результатами будет включать и зависимый параметр – фронт сигнала (tr), см. <u>Рис. 74</u>.

🖄 Все типы рас	счетов/ДМ-1H/Zdiff=97	,2 ×															
Настройки		ДМ-1Н		🌐 Общие	параметры												Ψ
Единицы	ММ МКМ		S1 W2 1**	Fc 🚯	tr 📵	Zdiff 📵	R 📵	LO	C 🕒	G 🚯	α _{db,R} 🚯	α _{db,D} 🚯	α _{db} 🚯	Tpd 🚯	Vp 🚯	EEr 🚯	езуль
Объект расчета	Линия перед 🗸		T T	100,0000	1 000,0000	97,2855	0,5925	13,8632	1,4679	1,524E-05	-0,0264	-0,0064	-0,0329	142,6546	1,752E+08	2,7490	отаты
Тип объекта	Дифф. пара 🗸	н	n en	200,0000	500,0000	96,2932	0,8299	13,5972	1,4679	3,047E-05	-0,0374	-0,0127	-0,0502	141,2793	1,77E+08	2,7490	расч
Тип расчета	FA Частотны У		±	300,0000	333,3333	95,8612	1,0107	13,4806	1,4679	4,571E-05	-0,0458	-0,0190	-0,0648	140,6727	1,777E+08	2,7490	ета
				400,0000	250,0000	95,6014	1,1630	13,4103	1,4679	6,095E-05	-0,0528	-0,0253	-0,0781	140,3052	1,782E+08	2,7490	
	> Параметры линии передачи					95,4246	1,2966	13,3623	1,4679	7,618E-05	-0,0590	-0,0316	-0,0906	140,0540	1,785E+08	2,7490	
	600,0000	166,6667	95,2957	1,4167	13,3273	1,4679	9,142E-05	-0,0646	-0,0378	-0,1024	139,8703	1,787E+08	2,7490				
	TC 58E+06 \$				142,8571	95,1954	1,5265	13,3000	1,4679	0,0001067	-0,0696	-0,0441	-0,1137	139,7272	1,789E+08	2,7490	
		tgδ	0,02 🗘 🕅	800,0000	125,0000	95,1141	1,6282	13,2779	1,4679	0,0001219	-0,0743	-0,0504	-0,1247	139,6109	1,791E+08	2,7490	
_		Ln	25 🗘 🕅	900,0000	111,1111	95,0467	1,7230	13,2595	1,4679	0,0001371	-0,0787	-0,0566	-0,1353	139,5142	1,792E+08	2,7490	
		tr	333,3333 🗘 🕼	1 000,0000	100,0000	94,9897	1,8120	13,2440	1,4679	0,0001524	-0,0828	-0,0629	-0,1457	139,4324	1,793E+08	2,7490	
		Fc	Мин.100,Макс.1 00 Х [/м.														
Перезаписать ра	асчет 🗸		Рассчитать	•											_	,	

Рис. 74 Множественный расчет, где изменяемый параметр – частота

4.1.7 Графики и настройки отображения

Настройки отображения результатов доступны в отдельной панели «Результаты расчета».

По умолчанию после проведения расчета результаты отображаются в виде таблиц с параметрами, для отображения графиков установите флаг в соответствующий чек-бокс, см. <u>Рис. 75</u>.





H1 Zo Tpd C Vp L EEr EEr Tаблицы 0,1000 48,6713 6 092,9953 125,1865 1,641E+08 296,5542 3,3366 Image: Color of the target state s	*
0,1000 48,6713 6 092,9953 125,1865 1,641E+08 296,5542 3,3366 0,2000 69,9182 5 933,4034 84,8620 1,685E+08 414,8530 3,1641 0,3000 83,5596 5 857,9797 70,1054 1,707E+08 489,4903 3,0842 0,4000 93,5717 5 812,8214 62,1216 1,72E+08 543,9155 3,0368 0,5000 101,4718 5 782,1309 56,9826 1,729E+08 586,7235 3,0048 0,6000 107,9945 5 759,5184 53,3316 1,736E+08 621,9960 2,9814 0,7000 113,5441 5 742,1352 50,5719 1,742E+08 651,9853 2,9634	
0,2000 69,9182 5 93,4034 84,8620 1,685E+08 414,8530 3,1641 Графики 0,3000 83,559 5 857,977 70,1054 1,707E+08 489,4903 3,0842 Рафики Общие параметры 0,4000 93,5717 5 812,8214 62,1216 1,72E+08 543,9155 3,0368 Общие параметры 0,5000 101,4718 5 782,1309 56,9826 1,72E+08 586,7235 3,0048 Осерани	
0,3000 83,5596 5 857,9797 70,1054 1,707E+08 489,4903 3,0842 0,4000 93,5717 5 812,8214 62,1216 1,72E+08 543,9155 3,0368 0,5000 101,4718 5 782,1309 56,9826 1,72E+08 586,7235 3,0048 0,6000 107,9945 5 759,5184 53,3316 1,73E+08 651,9853 2,9634 0,7000 113,5441 5 742,1352 50,5719 1,742E+08 651,9853 2,9634	
0,4000 93,5717 5 812,8214 62,1216 1,72E+08 543,9155 3,0368 0,5000 101,4718 5 782,1309 56,9826 1,729E+08 586,7235 3,0048 0,6000 107,9945 5 759,5184 53,3316 1,736E+08 621,9960 2,9814 0,7000 113,5441 5 742,1352 50,5719 1,742E+08 651,9853 2,9634	
0,5000 101,4718 5 782,1309 56,9826 1,729E+08 586,7235 3,0048 0,6000 107,9945 5 759,5184 53,3316 1,736E+08 621,9960 2,9814 0,7000 113,5441 5 742,1352 50,5719 1,742E+08 651,9853 2,9634	
0,6000 107,9945 5 759,5184 53,3316 1,736E+08 621,9960 2,9814 0,7000 113,5441 5 742,1352 50,5719 1,742E+08 651,9853 2,9634	
0,7000 113,5441 5 742,1352 50,5719 1,742E+08 651,9853 2,9634	
0,8000 118,3771 5728,0274 48,3880 1,746E+08 678,0672 2,9488	
0,9000 122,6543 5716,4067 46,6058 1,749E+08 701,1420 2,9369	
1,0000 126,4897 5 706,6386 45,1154 1,752E+08 721,8312 2,9269	

Рис. 75 Результаты расчета по умолчанию



Примечание! Построение графиков производится для множественных расчетов.

Графики открываются в отдельной вкладке, расположение которой можно изменять при помощи навигационных кнопок, см. <u>Рис. 76</u>.



Рис. 76 Пример расположения вкладки

По оси Х графика отображается параметр, значение которого задано в диапазоне для множественного расчета. Параметр по оси У может быть изменен.





При перемещении по графику курсор «привязывается» к одному из значений параметра по оси Х, отображается виджет с информацией о значении параметров по оси Х и Ү. Значения параметра при этом изменяются от минимального до максимального в пределах заданного диапазона с установленным шагом. Направляющие линии позволяют отследить более точные значения параметров, см. <u>Рис. 77</u>.



Рис. 77 Пример графика и настроек отображения

Тип расчета «Без потерь»

Для одиночных и копланарных одиночных ЛП для отображения по оси Y доступны все рассчитанные параметры, отображаемые в табличном виде (Zo, Tpd, C, Vp, L, EEr), подробнее см. раздел <u>Результаты расчета</u> тип расчета <u>«Без потерь»</u>, см. <u>Рис. 78</u>.







Рис. 78 Параметры одиночной и капланарной одиночной ЛП при расчете «Без потерь»

Для дифференциальных и копланарных дифференциальных ЛП параметры, доступные для отображения по оси Y аналогичны.

Отображаемое волновое сопротивление будет соответствует выбранному режиму, см. <u>Рис. 79</u>:



Рис. 79 Параметры дифференциальной и капланарной дифференциальной ЛП при расчете «Без потерь»

- «Дифференциальный» дифференциальное волновое сопротивление (Zdiff);
- «Общий» волновое сопротивление дифференциальной пары в режиме сигнала общего вида (Zcomm);





- «Нечетная мода» волновое сопротивление линии, запитанной нечетной модой (Zodd);
- «Четная мода» волновое сопротивление линии, запитанной четной модой (Zeven).



Примечание! При проведении обратного расчета по оси X будет отображен параметр, выбранный для расчета.

Тип расчета «Частотный анализ»

Для одиночных и копланарных одиночных ЛП для отображения по оси Y доступны все рассчитанные параметры, отображаемые в табличном виде (Zo, R, L, C, G, αdb, R, αdb, D, αdb, Tpd, Vp, EEr, φ, V_φ), подробнее см. раздел <u>Результаты</u> расчета тип расчета <u>«Частотный анализ»</u>, см. <u>Рис. 80</u>:



Рис. 80 Параметры одиночной и капланарной одиночной ЛП при расчете «Частотный анализ»

Параметры ослабления (α_{db,R}, α_{db,D}, α_{db}) доступны для совместного отображения на графике.

Для дифференциальных и копланарных дифференциальных ЛП параметры, доступные для отображения по оси Y аналогичны.

Отображаемое волновое сопротивление будет соответствует выбранному режиму, см. <u>Рис. 81</u>:







Рис. 81 Параметры дифференциальной и капланарной дифференциальной ЛП при расчете «Частотный анализ»

- «Дифференциальный» дифференциальное волновое сопротивление (Zdiff);
- «Общий» волновое сопротивление дифференциальной пары в режиме сигнала общего вида (Zcomm);
- «Нечетная мода» волновое сопротивление линии, запитанной нечетной модой (Zodd);
- «Четная мода» волновое сопротивление линии, запитанной четной модой (Zeven).

Тип расчета «S-параметры»

Для одиночных и копланарных одиночных ЛП для отображения по оси Y доступны все рассчитанные параметры, отображаемые в табличном виде (S11, S12, S21,S22), подробнее см. раздел <u>Результаты расчета</u> тип расчета <u>«S-парметры»</u>, см. <u>Рис. 82</u>. Рассчитанные S-параметры доступны для одновременного отображения на графике, установите флаги в чек-боксы нужных параметров и нажмите «OK».







Рис. 82 Параметры одиночной и капланарной одиночной ЛП при расчете «S-параметр»

Доступные режимы для отображения S-параметров на графиках, см. <u>Рис.</u> <u>83</u>:

Результаты	расчета	*								
Таблицы										
S-параметры										
Графики										
S-параметры										
Настройки о	тображения результатов									
По оси Х	H1	~								
По оси Ү	Магнитуда (Дб)	~								
S-параметр	Магнитуда									
Легенда	Магнитуда (Дб)									
S11	Фаза #FFE04712	~								

Рис. 83 Выбор режима

- «Магнитуда»;
- «Магнитуда (дБ)»;
- «Фаза».

Для дифференциальных и копланарных дифференциальных ЛП рассчитываются в одиночном режиме и смешанном режимах. Для каждого режима формируется отдельная вкладка с графиками. Рассчитанные S-





параметры доступны для одновременного отображения на графике, установите флаги в чек-боксы нужных параметров и нажмите «ОК», см. <u>Рис. 84</u>:



Рис. 84 Параметры дифференциальной и капланарной дифференциальной ЛП в смешанном режиме

Режимы отображения S-параметров на графиках аналогичны («Магнитуда», «Магнитуда (дБ)», «Фаза»).

Тип расчета «Перекрестные помехи»

Для одиночных ЛП для отображения по оси Y доступны параметры для каждого порта проводников ЛП, см. <u>Рис. 85</u>:



Рис. 85 Параметры одиночной ЛП при расчете «Перекрестные помехи»

• UNEXT/FEXT — напряжение помехи на ближнем и дальнем конце выбранного порта;





• FNEXT/FEXT – фаза на ближнем и дальнем конце выбранного порта.

Рассчитанные параметры доступны для одновременного отображения на графике, в выпадающем меню «Порт» установите флаги в чек-боксы нужных портов и нажмите «ОК».

Для дифференциальных ЛП настройки отображения и выбор портов аналогичны, см. <u>Рис. 86</u>.



Рис. 86 Параметры дифференциальной ЛП при расчете «Перекрестные помехи»

Если изменяемым параметром множественного расчета является частота (Fc), то для отображения на графике по оси X можно выбрать зависимый параметр – фронт сигнала (tr), см. <u>Рис. 87</u>.



Рис. 87 Множественный расчет, где изменяемый параметр - частота





Цвет любого графика может быть изменен с помощью выпадающего меню в разделе «Легенда», см. <u>Рис. 88</u>.

Результа	ты расчета	*
Таблицы		
Общи	е параметры	
Графики		
🗹 Общи	е параметры	
Настройк	ки отображения результатов	
По оси Х	H1	~
По оси Ү	Zo	~
Легенда		
Zo	#FFE04712	~
Выбор	цвета	×

Рис. 88 Выбор цвета

4.1.8 Сохранение расчета

При проведении расчета определите каким образом он будет сохранен и отображен в панели «Проекты», см. <u>Рис. 89</u>:



1-2H CE		n	
		n	
		71	
HI L	Er1		
.±.	l≪w1		
H1	0,1	Ŷ	t <u>m</u> ,
Er1	4,2	$\hat{}$	t <u>m</u>
H2	0,1	$\hat{}$	ĺ <u>∧</u> ,
Er2	4,2	$\hat{}$	ĺ <u>∧</u> ,
W1	0,17	$\hat{}$	t <u>m</u>
W2	0,15	$\hat{}$	t <u>M</u> ,
D1	0,2	\diamond	t <u>M</u> ,
т1	0,035	$\hat{\mathbf{x}}$	t <u>M</u> ₊
C1	0,025	$\hat{}$	<u>tm</u> ,
CEr	3,5	$\hat{}$	ţ₩*
Zo	85,1783	$\hat{}$	<u>†</u> ∧,
	Decem		
	CEr Zo	CEr 3,5 Zo 85,1783	СЕГ 0,025 0 СЕГ 3,5 0 Zo 85,1783 0

Рис. 89 Результаты расчета по умолчанию

- «Переписать расчет» существующий расчет при изменении структуры или параметров ЛП будет перезаписан;
- «Сохранить новый расчет» существующий расчет не будет изменен, новый расчет с измененной структурой или параметрами ЛП будет отображен в панели «Проекты».



4.2 Расчет параметров переходных отверстий

4.2.1 Интерфейс для расчета ПО

Рабочая область SimPCB Lite для расчета параметров переходных отверстий разделена на области, каждая из которых отвечает за определенные функции, см. <u>Рис. 90</u>.



Рис. 90 Интерфейс для расчета параметров ПО

Ниже представлен перечень функциональных областей интерфейса SimPCB:

- 1. Область настроек расчета;
- 2. Определение структуры ПО;
- 3. Область просмотра структуры ПО;
- 4. Определение входных параметров ПО;
- 5. Область отображения результатов расчета;
- 6. Область настроек отображения результатов расчета;
- 7. Область запуска и сохранения расчета.

4.2.2 Настройки расчета

Доступные настройки расчета, см. Рис. 91:





Настройки		
Единицы	ММ МКМ	N
Объект расчета	Отверстие	~
Тип объекта	Плата 2 слоя	~
Тип расчета	UF Без потерь	~

Рис. 91 Настройки расчета

- 1. Выбор единиц измерения с помощью переключателя: мм или мкм;
- Выбор объекта расчета отверстие, см. <u>Рис. 92</u>:

Объект расчета	Отверстие 🗸
	Линия передачи
	Отверстие

Рис. 92 Выбор объекта расчета

3. Выбор структуры платы, см. <u>Рис. 93</u>:

Тип объекта	Плата 4 слоя 🗸 🗸
	Плата 2 слоя
	Плата 4 слоя

Рис. 93 Выбор типа объекта

- Плата 2 слоя;
- Плата 4 слоя.

4.2.3 Структура ПО и область просмотра

Структура ПО настраивается с помощью установки и снятия флагов в чек-боксах «Маска» и «Опорный 1...4».

Область просмотра предоставляет подробное описание выбранной структуры ПО: наименование структуры, кодовое обозначение, изображение структуры с условными обозначениями ключевых при моделировании параметров и пояснения к ним. Наименование структуры и параметров появляются во всплывающих подсказках при наведении курсора. При редактировании параметра или выборе его в качестве изменяемой величины во множественном расчете условное обозначение параметра на структуре будет выделено красным цветом, см. <u>Рис. 94</u>.







Рис. 94 Настройки структуры и область просмотра

4.2.4 Параметры ПО

Для проведения расчета необходимо определить параметры отверстия и параметры материала ПП.

Полный список параметров ПО:

- Dv диаметр переходного отверстия.
- Тр толщина меди в отверстии.
- Dp диаметр площадки. Количество параметров Dp (Dp1, Dp2 и т.д.) зависит от количества проводящих слоев в выбранной структуре.
- Da диаметр антипада. Количество параметров Da (Da1, Da2 и т.д.) зависит от количества проводящих слоев в выбранной структуре.
- Т толщина меди. Количество параметров Т (Т1, Т2 и т.д.) зависит от количества проводящих слоев в выбранной структуре.
- Н толщина диэлектрика. Количество параметров Н (Н1, Н2 и т.д.) зависит от количества диэлектриков в выбранной структуре.
- Er диэлектрическая проницаемость. Количество параметров Er (Er1, Er2 и т.д.) зависит от количества диэлектриков в выбранной структуре.
- С1 толщина маски.





• CEr – диэлектрическая проницаемость маски.

Проведение множественного расчета и выбор параметра, заданного в диапазоне значений, производится аналогично множественному расчету параметров ЛП, подробнее см. <u>Параметры ЛП и дополнительные параметры</u>, см. <u>Рис. 95</u>.

∨ Отверстие					∨ Отверстие			
Dv	0,2	≎ t <u>m</u> ,			Dv	Мин.0,2,Макс.0,	Х	t <u>m</u> ,
Тр	0,025	≎ t <u>m</u> ,			Тр	0,025	\diamond	ĺ <u>∧</u> ,
∨ Dp	0,5	\$ t <u>m</u> ,	Дианазон значения		↓ Dp	0,5	\diamond	<u>†∧</u> ,
Dp1	0,5	≎ t <u>m</u> ,	Мин.	0,4 🗘	Dp1	0,5	\diamond	<u>†∧</u> ,
Dp2	0,5	≎ t <u>m</u> ,	Макс.	0,3 🗘 🖛	Dp2	0,5	\diamond	<u>†∧</u> ,
∨ Da	0,9	≎ t <u>m</u> ,	Шаг	0,02 🗘	∨ Da	0,9	$\hat{}$	ĺ <u>∧</u> ,
Da1	0,9	\$ t <u>m</u> ,	Применить	Отмена	Da1	0,9	\diamond	<u>†∧</u> ,
Da2	0,9	≎ t <u>m</u> ,			Da2	0,9	\diamond	<u>†∧</u> ,
> Материал					> Материал			

Рис. 95 Настройка множественного расчета

4.2.5 Результаты расчета

Результаты расчета отображаются в виде таблиц и графиков (для множественных расчетов), см. <u>Рис. 96</u>. Подробное описание работы с графиками см. <u>Графики и настройки отображения</u>.

🖽 Общ	цие параме	етры			
Zo 🚯	Tpd 🚯	CO	Vp 📵	LO	EEr
37,8696	9,3159	0,2460	1,685E+08	0,3528	3,1644

Рис. 96 Параметры переходного отверстия

- Zo волновое сопротивление (Ом);
- Трd задержка в переходном отверстии (пс);
- С емкость переходного отверстия (пФ);
- Vp скорость распространения сигнала (м/с);
- L индуктивность переходного отверстия (нГн);
- EEr эффективная диэлектрическая проницаемость.

При проведении множественного расчета первый столбец в таблице с результатами будет отображать диапазон значений выбранного параметра, каждому значению из диапазона соответствует рассчитанное значение параметров, см. <u>Рис. 97</u>:





🕛 🖑 Ти	пы расчето	B/O4HB(14)/Zo=30,220	51 ×																
Настр	ройки		O4HB(14)			0 6	іщие парам	етры											
Едини	цы	ММ МКМ				Dv 📵	Dp1 📵	Dp2 🚯	Dp3 🔀	Dp4 🔀	Da1 🔀	Da4 🔀	Zo 📵	Tpd 📵	C 📵	Vp 📵	LO	EEr 📵	
Объек	ст расчета	Отверстие ~	T4	Dp4 CEr C1		0,2000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,9000	0,9000	30,2261	8,5611	0,2832	1,834E+08	0,2588	2,6724	
Тип об	бъекта	Плата 4 слоя 🗸	t t	F(3)		0,2200	0,5200	0,5200	0,5200	0,5200	0,9200	0,9200	28,9626	8,4629	0,2922	1,855E+08	0,2451	2,6114	
Тип ра	асчета	ИЕ Без потерь 🗸		H3 Dp3		0,2400	0,5400	0,5400	0,5400	0,5400	0,9400	0,9400	27,8026	8,3711	0,3011	1,876E+08	0,2327	2,5551	
			T3↓			0,2600	0,5600	0,5600	0,5600	0,5600	0,9600	0,9600	26,7653	8,2947	0,3099	1,893E+08	0,2220	2,5087	
Ma	аска			Er2 H2	95 MM	0,2800	0,5800	0,5800	0,5800	0,5800	0,9800	0,9800	25,7906	8,2191	0,3187	1,91E+08	0,2120	2,4632	
✓ On	юрный 4		T2	Dp2		0,3000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	1,0000	1,0000	24,8972	8,1512	0,3274	1,926E+08	0,2029	2,4226	
On	торный З		+	Eri Hi															
On	юрный 2		TI4	Dp1															
V On	юрный Т			Tp															
Ma Ma	аска			Dv															
			Отверстие	,															
			Dv	Мин.0,2,Макс.0,	X M.														
			Тр	0,025	\$ tm.														
			> Dp	0,5	○ 1 _M ,														
			> Da	0,9	○ 1/4.														
			~ материал	0.005	an a t														
			\sim 1	0,035	 ✓ <u>M</u>, 														
Пере	записать рас	счет 🗸		Pacc	читать														

Рис. 97 Результаты множественного расчета

4.2.6 Графики и настройки отображения

Настройки отображения результатов доступны в отдельной панели «Результаты расчета».

По умолчанию после проведения расчета результаты отображаются в виде таблицы с параметрами, для отображения графиков установите флаг в соответствующий чек-бокс, см. <u>Рис. 98</u>.

■ 06L	цие парам	етры								Результаты расчета	*
T1	T2 🚯	T3 🚯	T4	Zo 🚯	Tpd 🚯	CO	Vp 📵	LO	EEr	Таблицы	
0,0150	0,0150	0,0150	0,0150	30,6349	8,3305	0,2719	1,837E+08	0,2552	2,6644	🗸 Общие параметры	
0,0300	0,0300	0,0300	0,0300	30,3049	8,5054	0,2807	1,834E+08	0,2578	2,6716	Графики	
0,0450	0,0450	0,0450	0,0450	30,0927	8,6691	0,2881	1,834E+08	0,2609	2,6717		
0,0600	0,0600	0,0600	0,0600	29,9380	8,8276	0,2949	1,835E+08	0,2643	2,6687		
											Ŧ

Рис. 98 Результаты расчета по умолчанию

По оси Х графика отображается параметр, значение которого задано в диапазоне для множественного расчета. Параметр по оси У может быть изменен.

Для отображения по оси Y доступны все рассчитанные параметры, отображаемые в табличном виде (Zo, Tpd, C, Vp, L, EEr), подробнее см. раздел <u>Результаты расчета</u>, см. <u>Рис. 99</u>.







Рис. 99 Параметры переходного отвесртия

4.2.7 Сохранение расчета

Настройки сохранения расчета параметров ПО аналогичны настройкам при расчете параметров ЛП, подробнее см. <u>Сохранение расчета</u>.


5 Выгрузка результатов

В системе SimPCB Lite существует возможность сохранения и использования выбранных структур и полученных результатов, а также вывод результатов в файлы формата .XLSX.

Группа команд для сохранения и вывода результатов расчета линий передачи и переходных отверстий расположена в панели инструментов, см. <u>Рис. 100</u>.

		C	C	X	ŝ
--	--	---	---	---	---

Puc.	100	Панель	инстр	ументов
------	-----	--------	-------	---------

Для сохранения результатов используйте иконку ^[1]. 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, расширение сохраняемого файла соответствует типу расчета, см. <u>Рис. 101</u>.

и Сохранение			×
← → < ↑ 🖡 « Рабочий стол > PROSOFT > SimPCB >	✓ ひ Поиск в: SimPCB		٩
Упорядочить 👻 Новая папка		-	?
Видео ∧ Имя ∧ Видео ∧ Имя ∧ Видео ∧ Имя ∧ Видео ∧ Имя ∧ Видео ∧	Дата изменения	Тип	
📃 Рабочий стол 🗸 <			
Имя файла: О4HB(1234) - Zo=26,7526Ом.SIMUF			
Тип файла: Файл расчета SimPCB Lite (*.SIMUF)			
∧ Скрыть папки	Сохранить	Отмена	

Рис. 101 Сохранение расчета

Для множественного расчета в наименовании файла будет указан диапазон значений рассчитанного и варьируемого параметров, см. <u>Рис. 102</u>.





Охранение						×
$\leftarrow \rightarrow \checkmark \uparrow$	« Рабочі	ий ст	ол > PROSOFT > SimPCB >	✓ Ü Поиск в: SimPCB		٩
Упорядочить 👻 I	Новая па	пка			•	?
📕 Видео	^	V	1мя	Дата изменения	Тип	
📓 Документы 🖶 Загрузки		[О4HB(1234) - Zo=26,7526Ом.SIMUF	20.04.2025 21:05	Файл "SIMUF"	
📰 Изображения	- 1					
🎝 Музыка						
🧊 Объемные обт	ьекты					
📃 Рабочий стол	~	<				>
Имя файла: 🛛	O4HB(12	34) - 3	Zo=26,752621,8687Ом, Dv=0,2;0,3;0,02мн	M.SIMUF		\sim
Тип файла: 🛛	Файл рас	нета !	SimPCB Lite (*.SIMUF)			\sim
 Скрыть папки 				Сохранить	Отмена	

Рис. 102 Сохранение результатов множественного

Загрузка файлов расчетов для просмотра и дальнейшей работы производится с помощью иконки ^[1]. В окне проводника выберите нужный файл и примените команду «Открыть», см. <u>Рис. 103</u>.

🐠 Открытие			×
🔶 🔶 🗸 🕇 📙 « Рабоч	・ じ Поиск в: Sir	mPCB 🔎	
Упорядочить 👻 Новая па	апка		:=- • 🔳 🕜
🗢 Этот компьютер	Имя	Дата изменения	Тип
🛃 Видео	O4HB(1234) - Zo=26,7526Ом.SIMUF	20.04.2025 21:05	Файл "SIMUF"
🗎 Документы			
🖊 Загрузки			
📧 Изображения			
🎝 Музыка			
🧊 Объемные объект			
📃 Рабочий стол			
📫 🕯 Windows (C·) 💙 🕐	<		>
Имя файла	: О4HB(1234) - Zo=26,7526Ом.SIMUF	✓ Файл расч	ета SimPCB Lite (*.SI $ \smallsetminus $
		Открыт	ь Отмена

Рис. 103 Загрузка файлов расчетов

Вывод результатов расчета в файлы формата .XLSX производится аналогично действиям описанным выше с помощью иконки 🗟. Пример файла с рассчитанными первичными и вторичными параметрами ПО представлен на <u>Рис. 104</u>.





воскресен	ње, 20 апр	еля 2025 г.	21:18:05									
SimPCB - 4.0.9.418-dev+e780545b65c5eaf8c308ca5ba4938192364e4390.e780545b65c5eaf8c308ca5ba4938192364e4390												
Отверстие 2-х сл. платы. Маска сверху и снизу. Опора на 1,2 слое. (О2НВ(12))												
T2	Da2 Dp2	CEr	C1									
17 <u>4</u>	Da1 Dp1 TP-	Eri I	er 									
F	04											
Единицы	измерения	H - MM										
Dv	Тр	Dp1	Dp2	Da1	Da2	T1	T2	H1	Er1	C1	CEr	
0.2	0.025	0.5	0.5	0.9	0.9	0.035	0.035	1.5	4.2	0.025	3.5	
Zo	Tpd	с	Vp	L	EEr							
37.86963	9.315923	0.246	1.69E+08	0.352791	3.164418							

Рис. 104 Пример файла с результатами расчета

