



Комплексная среда сквозного проектирования
электронных устройств

Руководство пользователя
Гибко-жесткие печатные платы

Март, 2025



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/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

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

Содержание

Гибко-жесткие печатные платы

1	Сокращения и значения	4
2	Материалы	4
2.1	Редактирование таблицы «Материалы»	6
3	Конфигуратор набора слоев и переходных отверстий	8
3.1	Формирование структуры слоев платы	9
3.2	Формирование переходных отверстий	15
4	Граница печатной платы	17
5	Область сгиба	20
6	3D-визуализация сгибов	26
7	Размещение компонентов на плате	28
8	DRC	31
9	Трассировка	33
9.1	Интерактивная трассировка	33
9.2	Переходные отверстия	34
10	Подготовка к производству	35
10.1	Создание слоя маски	35
10.2	Экспорт производственных файлов	36
11	Ограничения	40

Настоящий документ содержит описание функциональных возможностей системы Delta Design, применяемых при разработке конструкций гибких и гибко-жестких печатных плат (ГЖПП).

1 Сокращения и значения

В настоящем документе используется перечень сокращений, представленный в [Табл. 1](#).

[Таблица 1](#). Перечень сокращений

Сокращение	Значение
DRC	Design Rule Checking (Проверка правил проектирования)
ГЖПП	Гибко-жесткая печатная плата
КП	Контактная площадка
ПО	Переходное отверстие
ТУ	Технические условия

2 Материалы

В Delta Design формирование структуры слоев печатной платы выполняется на основе имеющихся в системе материалов.

Общий список материалов доступен пользователю для редактирования.

Переход к редактору материалов осуществляется из панели «Стандарты» с узла «Материалы», см. [Рис. 1](#).

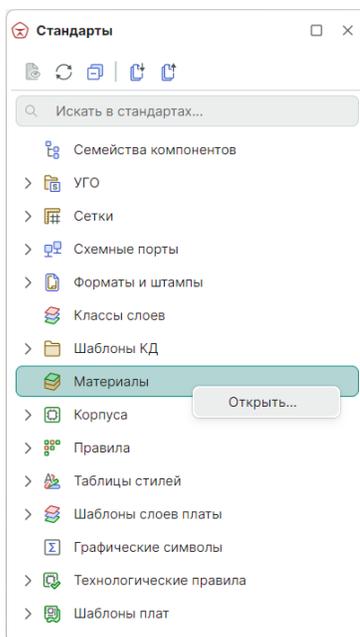


Рис. 1 Панель «Стандарты»

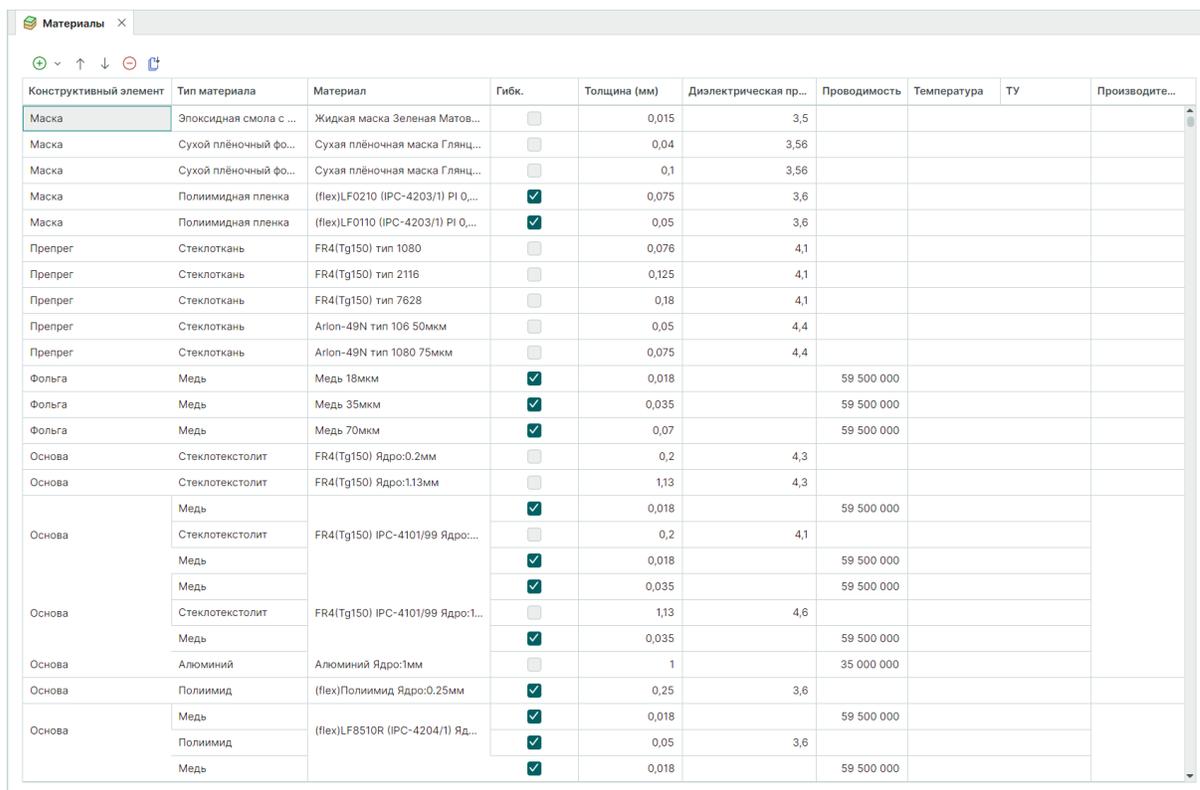
В системе введено понятие – конструктивный элемент. В основе конструктивного элемента лежит слой, из которого формируется вся наборная конструкция печатной платы. Также конструктивный элемент может представлять собой базовую заготовку (основу), на основании которой производитель создает весь пакет печатной платы.

Подробнее о типах базовых заготовок и их характеристиках можно узнать на сайте производителя печатных плат.

В редакторе «Материалы» информация отображается в виде таблицы со следующими столбцами:

- Конструктивный элемент;
- Тип материала;
- Материал;
- Гибк. (Гибкость);
- Толщина (мм);
- Диэлектрическая проницаемость;
- Проводимость;
- Температура;
- ТУ;
- Производитель.

Внешний вид редактора материалов представлен на рисунке, см. [Рис. 2](#).



Конструктивный элемент	Тип материала	Материал	Гибк.	Толщина (мм)	Диэлектрическая пр...	Проводимость	Температура	TU	Производител...
Маска	Эпоксидная смола с ...	Жидкая маска Зеленая Матов...	<input type="checkbox"/>	0,015	3,5				
Маска	Сухой плёночный фо...	Сухая плёночная маска Глянц...	<input type="checkbox"/>	0,04	3,56				
Маска	Сухой плёночный фо...	Сухая плёночная маска Глянц...	<input type="checkbox"/>	0,1	3,56				
Маска	Полиимидная пленка	(flex)LF0210 (IPC-4203/1) PI 0...	<input checked="" type="checkbox"/>	0,075	3,6				
Маска	Полиимидная пленка	(flex)LF0110 (IPC-4203/1) PI 0...	<input checked="" type="checkbox"/>	0,05	3,6				
Препрег	Стеклоткань	FR4(Tg150) тип 1080	<input type="checkbox"/>	0,076	4,1				
Препрег	Стеклоткань	FR4(Tg150) тип 2116	<input type="checkbox"/>	0,125	4,1				
Препрег	Стеклоткань	FR4(Tg150) тип 7628	<input type="checkbox"/>	0,18	4,1				
Препрег	Стеклоткань	Arlon-49N тип 106 50мм	<input type="checkbox"/>	0,05	4,4				
Препрег	Стеклоткань	Arlon-49N тип 1080 75мм	<input type="checkbox"/>	0,075	4,4				
Фольга	Медь	Медь 18мм	<input checked="" type="checkbox"/>	0,018		59 500 000			
Фольга	Медь	Медь 35мм	<input checked="" type="checkbox"/>	0,035		59 500 000			
Фольга	Медь	Медь 70мм	<input checked="" type="checkbox"/>	0,07		59 500 000			
Основа	Стеклотекстолит	FR4(Tg150) Ядро:0.2мм	<input type="checkbox"/>	0,2	4,3				
Основа	Стеклотекстолит	FR4(Tg150) Ядро:1.13мм	<input type="checkbox"/>	1,13	4,3				
Основа	Медь	FR4(Tg150) IPC-4101/99 Ядро:...	<input checked="" type="checkbox"/>	0,018		59 500 000			
	Стеклотекстолит		<input type="checkbox"/>	0,2	4,1				
	Медь		<input checked="" type="checkbox"/>	0,018		59 500 000			
	Медь		<input checked="" type="checkbox"/>	0,035		59 500 000			
Основа	Стеклотекстолит	FR4(Tg150) IPC-4101/99 Ядро:1...	<input type="checkbox"/>	1,13	4,6				
Основа	Медь	FR4(Tg150) IPC-4101/99 Ядро:1...	<input checked="" type="checkbox"/>	0,035		59 500 000			
	Алюминий		Алюминий Ядро:1мм	<input type="checkbox"/>	1	35 000 000			
Основа	Полиимид	(flex)Полиимид Ядро:0.25мм	<input checked="" type="checkbox"/>	0,25	3,6				
Основа	Медь	(flex)LF8510R (IPC-4204/1) Яд...	<input checked="" type="checkbox"/>	0,018		59 500 000			
	Полиимид		<input checked="" type="checkbox"/>	0,05	3,6				
	Медь		<input checked="" type="checkbox"/>	0,018		59 500 000			

Рис. 2 Редактор материалов

Перечень конструктивных элементов сформирован с учетом возможности создания гибких и гибко-жестких печатных плат.

Представленные в таблице материалов конструктивные элементы доступны для выбора и использования при создании конфигурации набора слоев печатных плат, используемых в проекте.

Для выделения материалов, применяемых при создании конструкции гибких и гибко-жестких плат, в таблице материалов включен специальный столбец «Гибкость».

Система автоматически ставит флаг в этом столбце для конструктивных элементов, материалы которых могут применяться в гибкой части.

К таким конструктивным элементам относятся элементы («Фольга», «Маска», «Основа»), у которых в качестве материала выбраны «Медь», «Полиимид» или «Полиимидная пленка».

2.1 Редактирование таблицы «Материалы»

Для добавления доступны следующие типы конструктивных элементов:

- Препрег (диэлектрик);
- Фольга (медь);

- Маска (покрытие платы).

Для добавления также доступны комбинации конструктивных элементов (заготовок):

- Фольга + Основа;
- Основа + Фольга;
- Фольга + Основа + Фольга;
- Основа (диэлектрик);
- Основа (металл).

Добавление конструктивного элемента

1. Нажмите кнопку , расположенную в верхней части окна редактора.
2. В выпадающем списке выберите конструктивный элемент, см. [Рис. 3](#).

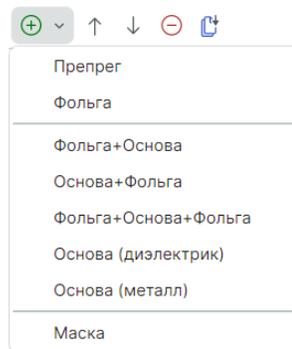


Рис. 3 Выбор конструктивного элемента

3. В поле «Тип материала» из выпадающего списка выберите материал добавленного конструктивного элемента, см. [Рис. 4](#).

Конструктивный элем...	Тип материала	Материал	Гибк.	Толщина (мм)	Диэлектрическая про...	Проводимость	Температ...	TU	Производитель
Основа	Стеклотекстолит	Arlon 92 ML 106 90 0,107	<input type="checkbox"/>	0,107					Резонит
Основа	Стеклотекстолит	LF0111 PI 0,025 Ad 0,025-0,025	<input type="checkbox"/>	0,075	3,6		280		Резонит
Основа	Стеклотекстолит	IT-180 1080	<input type="checkbox"/>	0,106					Резонит
Основа	Стеклотекстолит	FSD350PP 0,102	<input type="checkbox"/>	0,102					Резонит
Основа	Стеклотекстолит	WL-PP350 0,102	<input type="checkbox"/>	0,102	3,5		280		Резонит
Основа	Стеклотекстолит	WL-PP300 0,102	<input type="checkbox"/>	0,102	3		280		Резонит
Основа	Стеклотекстолит	TU-1400P 1078 R/C73%	<input type="checkbox"/>	0,1	3,14		170		Резонит
Основа	Стеклотекстолит	TU943P 1078 RC66 %	<input type="checkbox"/>	0,076	3,24				Резонит
Основа	Стеклотекстолит	TU943P 1078 RC74 %	<input type="checkbox"/>	0,102	3,14				Резонит
Основа	Медь	Core Aluminum	<input checked="" type="checkbox"/>	0,018		35 000 000			

Рис. 4 Выбор материала

4. Заполните поле «Материал» и прочие параметры материала, параметр «Гибкость» проставляется системой автоматически при выборе материалов «Медь», «Полиимид» и «Полиимидная пленка».
5. Сохраните изменения, нажав «Сохранить» или «Сохранить все» на панели инструментов «Общие», см. [Рис. 5](#).

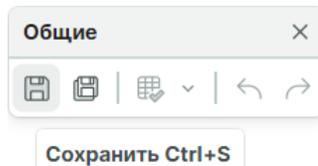


Рис. 5 Сохранение изменений

Перемещение конструктивных элементов в таблице

1. Выберите в списке конструктивный элемент, который необходимо переместить.
2. Нажмите кнопку , расположенную в верхней части окна редактора, для перемещения конструктивного элемента вверх или нажмите кнопку  для перемещения вниз.
3. Сохраните изменения, нажав «Сохранить» или «Сохранить все» на панели инструментов «Общие», см. [Рис. 4](#).

Удаление конструктивного элемента

1. Выберите в списке конструктивный элемент, который необходимо удалить.
2. Нажмите кнопку , расположенную в верхней части окна редактора.
3. Сохраните изменения, нажав «Сохранить» или «Сохранить все» на панели инструментов «Общие», см. [Рис. 3](#).

3 Конфигуратор набора слоев и переходных отверстий

Работа со слоями печатной платы выполняется в окне «Конфигуратор набора слоев и переходных отверстий» (далее – редактор слоев). Переход в данный редактор осуществляется из контекстного меню узла «Плата» в дереве проекта с помощью команды «Слои и переходные отверстия», см. [Рис. 6](#).

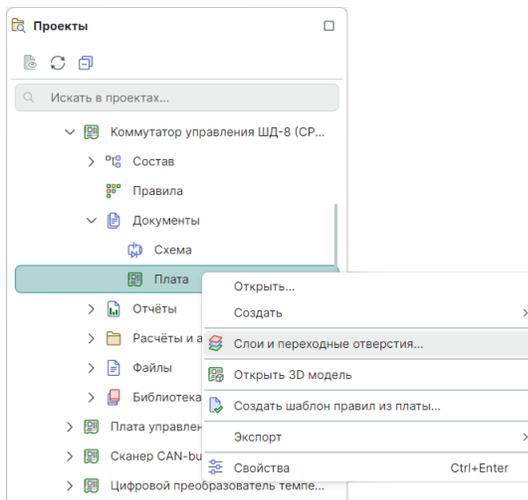


Рис. 6 Переход в редактор слоев

Редактор слоев позволяет создавать стеки (наборы слоев), описывающие отдельно гибкую и отдельно жесткую часть печатной платы. Также в редакторе есть возможность формировать переходные отверстия для каждого стека платы.

3.1 Формирование структуры слоев платы

Формирование слоев платы выполняется на вкладке «Структура» редактора слоев платы. Внешний вид окна редактора платы с раскрытой вкладкой «Структура» представлен на Рис. 7.

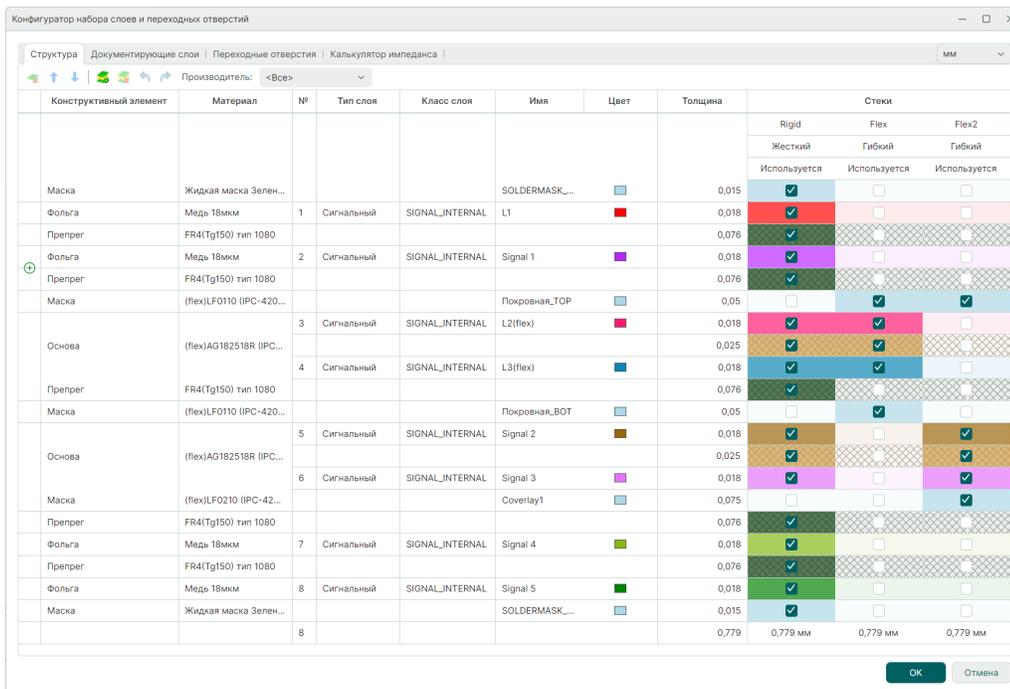


Рис. 7 Окно редактора слоев. Вкладка «Структура»

Конструктивные элементы платы

Добавление новых конструктивных элементов (слоев) платы происходит в таблице слоев. Для этого переместите курсор в крайний левый столбец, далее переместите курсор между соответствующими элементами из уже присутствующего списка конструктивных элементов и нажмите на символ **+**, см. [Рис. 8](#).

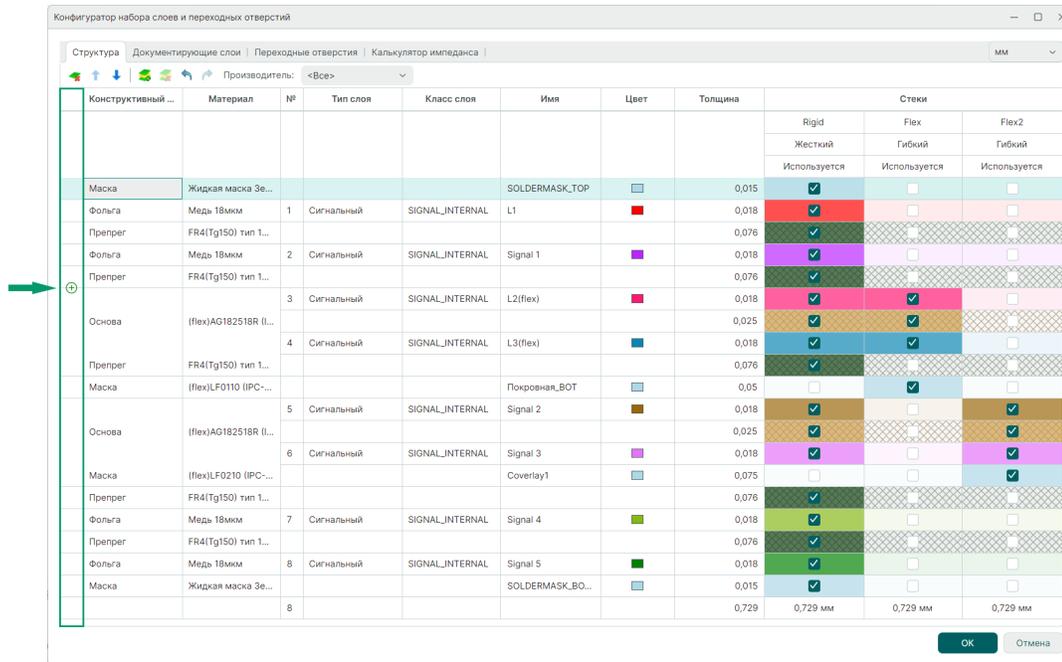


Рис. 8 Добавление конструктивного элемента платы

В выпадающем меню выберите один из представленных конструктивных элементов или заготовок, см. [Рис. 9](#).

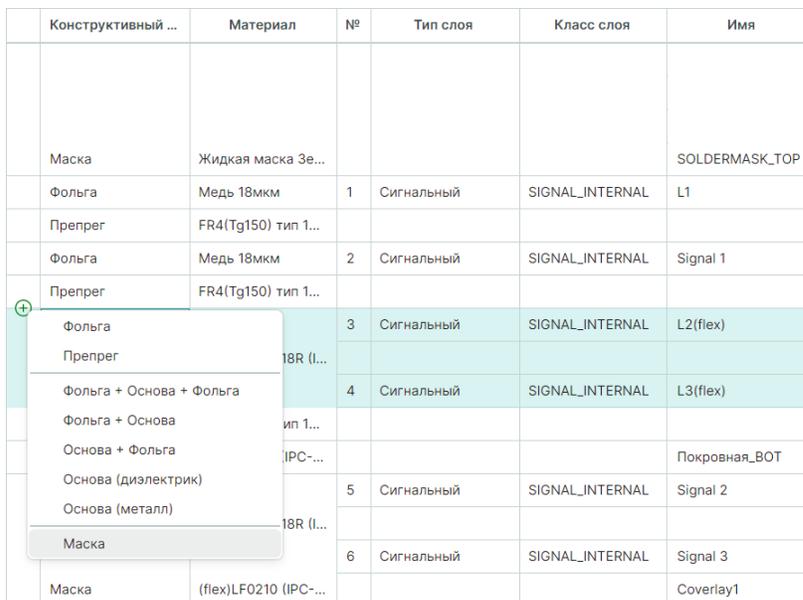


Рис. 9 Выбор конструктивного элемента

В выпадающем списке выберите материал добавленного конструктивного элемента, см. [Рис. 10](#).

Препрег	FR4(Tg150) тип 1...			
Маска	Жидкая мас...			Coverlay2
Основа	Жидкая маска Зеленая Матовая XV-501T LDI (0,015мм) (Er=3,5) Сухая плёночная маска Глянцевая Зелёная DYNAMASK 5000 40мкм (0,04мм) (Er=3,56) Сухая плёночная маска Глянцевая Зелёная DYNAMASK 5000 100мкм (0,1мм) (Er=3,56)			
Препрег	(flex)LF0210 (IPC-4203/1) PI 0,025; Ad 0,050 (0,075мм) (Er=3,6)			
Маска	(flex)LF0110 (IPC-4203/1) PI 0,025; Ad 0,025 (0,05мм) (Er=3,6)			

Рис. 10 Выбор материала



Примечание! Система автоматически выполняет онлайн-проверку корректности формирования стека. При наличии нарушений в нижней части окна редактора отображается предупреждающий символ . Наведите курсор на иконку для раскрытия описания выявленных нарушений, см. [Рис. 11](#).

	0,018	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	0,076	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	0,018	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	0,015	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	0,804	0,804 мм	0,804 мм	0,804 мм

В стеке: "Flex" два или более верхних слоя маски
 В стеке: "Flex2" два или более верхних слоя маски

Рис. 11 Отображение выявленных нарушений

Введите с клавиатуры название слоя, см. [Рис. 12](#).

Конфигуратор набора слоев и переходных отверстий

Структура | Документирующие слои | Переходные отверстия | Калькулятор импеданса | мм

Производитель: <Все>

Конструктивный ...	Материал	№	Тип слоя	Класс слоя	Имя	Цвет	Толщина	Стеки		
								Rigid	Flex	Flex2
								Жесткий	Гибкий	Гибкий
Маска	Жидкая маска Зе...				SOLDERMASK_TOP		0,015	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Фольга	Медь 18мкм	1	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	L1		0,018	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Препрег	FR4(Tg150) тип 1...						0,076	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Фольга	Медь 18мкм	2	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	Signal 1		0,018	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Препрег	FR4(Tg150) тип 1...						0,076	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Маска	(flex)LF0210 (IPC-...				Покрывная_TOP		0,075	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Основа	(flex)AG182518R (...	3	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	L2(flex)		0,018	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		4	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	L3(flex)		0,018	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Рис. 12 Переименование слоя

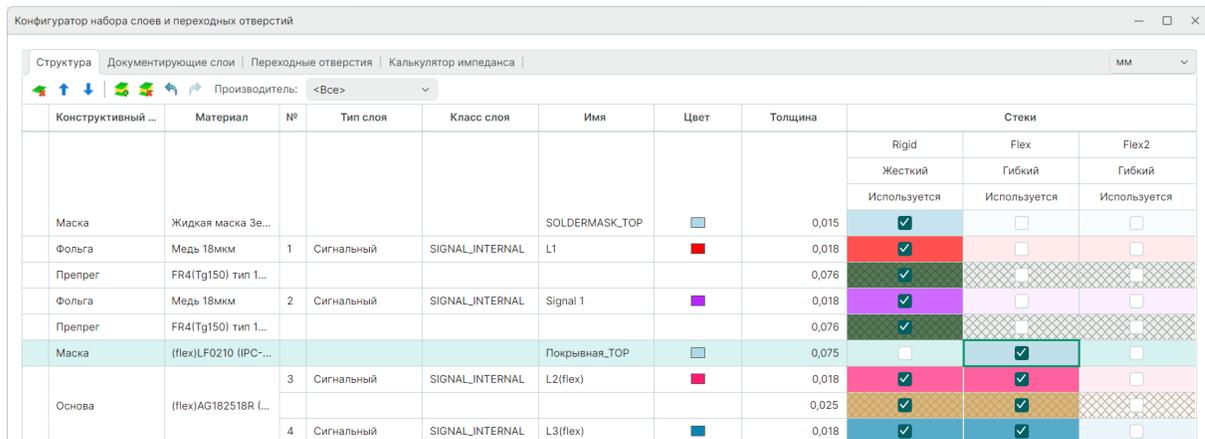
Для использования добавленного конструктивного элемента в стеке печатной платы установите флаг в соответствующем столбце таблицы, см. [Рис. 13](#).



Важно! Для гибких стеков допустимо использовать конструктивные элементы, обладающие свойством «Гибкость».



Примечание! По умолчанию материалы, доступные для использования в гибком стеке печатной платы имеют дополнение «(flex)» перед названием. Материалы, используемые в жесткой части платы, по умолчанию такого дополнения не имеют.



Конструктивный ...	Материал	№	Тип слоя	Класс слоя	Имя	Цвет	Толщина	Стеки		
								Rigid	Flex	Flex2
								Жесткий	Гибкий	Гибкий
								Используется	Используется	Используется
Маска	Жидкая маска Зе...				SOLDERMASK_TOP		0,015	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Фольга	Медь 18мкм	1	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	L1		0,018	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Препрег	FR4(Tg150) тип 1...						0,076	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Фольга	Медь 18мкм	2	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	Signal 1		0,018	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Препрег	FR4(Tg150) тип 1...						0,076	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Маска	(flex)LF0210 (IPC-...				Покрывная_TOP		0,075	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Основа	(flex)AG182518R (...)	3	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	L2(flex)		0,018	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		4	Сигнальный	SIGNAL_INTERNAL	L3(flex)		0,018	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Рис. 13 Использование конструктивного элемента в гибком стеке

В таблице отображена информация о конструктивных элементах платы, сгруппированная по столбцам:

- **Материал** – материал, заданный для конструктивного элемента (слоя).
- **Номер (№)** – номер проводящего слоя. Нумерация начинается от верхнего проводящего слоя платы.
- **Тип слоя** – указание типа проводящего слоя (сигнальный или опорный). Тип проводящего слоя выбирается с помощью выпадающего списка. Для слоя «Опорный» доступен выбор цепи, при наличии в проекте.
- **Класс слоя** – выбор внутреннего сигнального класса слоя. Создание новых внутренних сигнальных классов слоев производится в панели «Стандарты» → «Классы слоев».
- **Имя** – имя (название) проводящего слоя используется в редакторе платы при выборе слоя для трассировки. Имя слоя должно быть уникальным. Введенное имя слоя будет отображаться на плате.
- **Цвет** – цвет, которым отображаются на плате элементы печатного монтажа (проводники, зоны металлизации), расположенные на данном слое.
- **Толщина** – толщина слоя платы, задается при создании конструктивного элемента в разделе «Материалы».



Примечание! Материал и тип проводящего слоя выбираются с помощью выпадающего списка. Имя слоя вводится с помощью клавиатуры в соответствующих полях.

В верхней части вкладки «Структура» расположена контекстно-зависимая панель инструментов редактирования слоёв и стеков, описание инструментов представлено в [Табл. 2](#).

[Таблица 2](#). Описание инструментов редактирования слоев и стеков

Вид	Название	Описание
	Удалить слой	Кнопка становится активной при выборе слоя. Нажатие на кнопку удаляет выбранный слой.
	Вверх	Кнопка становится активной при выборе слоя (кроме самого верхнего слоя в таблице). Нажатие на кнопку перемещает выбранный слой вверх в общей таблице слоев.
	Вниз	Кнопка становится активной при выборе слоя (кроме самого нижнего слоя в таблице). Нажатие на кнопку перемещает выбранный слой вниз в общей таблице слоев.
	Новый стек	Кнопка находится в активном состоянии. Нажатие на кнопку добавляет новый стек.
	Удалить стек	Кнопка становится активной при выборе стека. Нажатие на кнопку удаляет выбранный стек.
	Отменить действие	Кнопка становится активной после выполнения какого-либо действия. Нажатие на кнопку отменяет последнее действие.
	Выполнить вновь	Кнопка становится активной после применения команды «Отменить действие». Нажатие на кнопку повторяет отмененное действие.

Стеки

Добавление стека осуществляется по нажатию соответствующей кнопки, описание кнопок представлено в [Табл. 2](#).

При добавлении нового стека, он отобразится в правой части таблицы редактора слоев в столбце «Стеки», см. [Рис. 14](#).

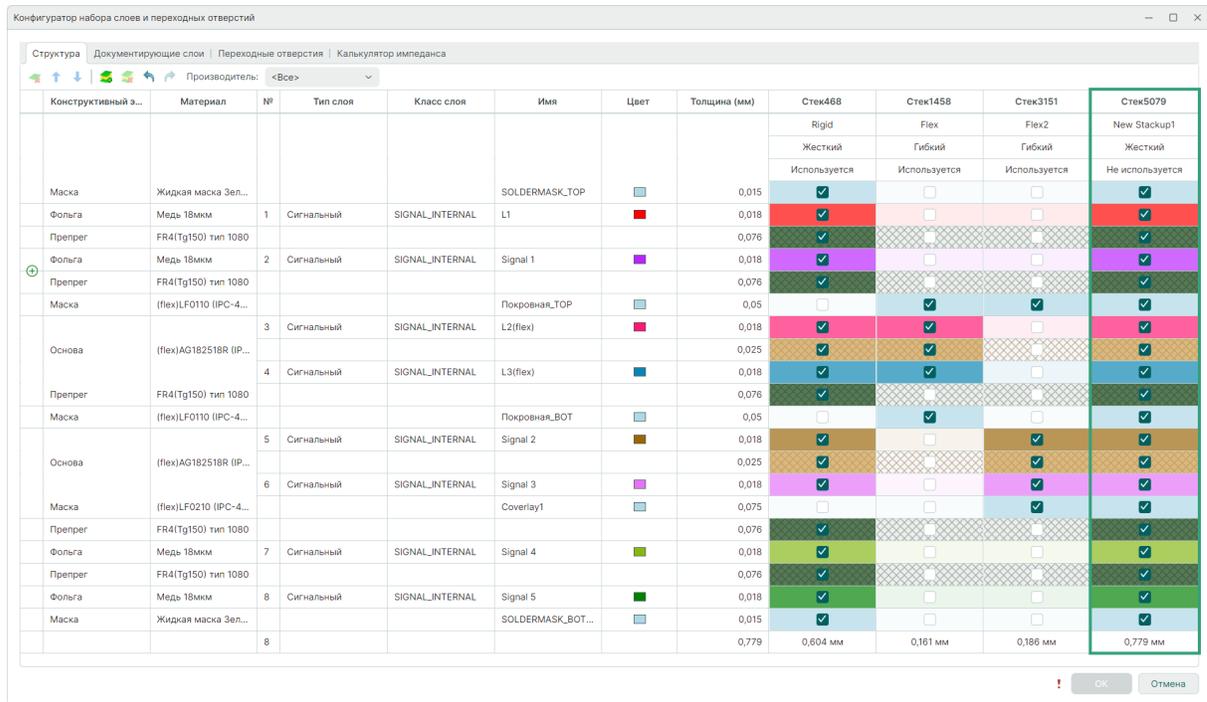


Рис. 14 Отображение нового стека

Название стека задается в верхней строке соответствующего столбца. Для переименования стека необходимо кликнуть левой клавишей мыши в поле и ввести название с клавиатуры, см. [Рис. 15](#).

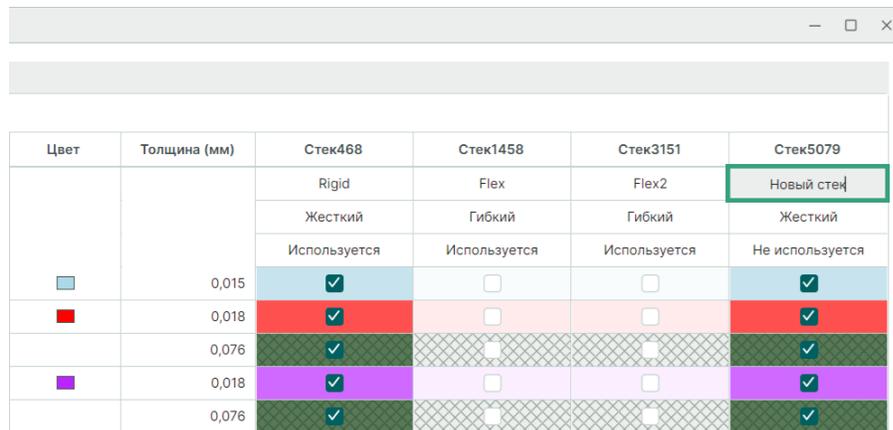


Рис. 15 Переименование стека

Изменение типа стека осуществляется в выпадающем меню, см. [Рис. 16](#).

Цвет	Толщина (мм)	Стек468	Стек1458	Стек3151	Стек5079
		Rigid	Flex	Flex2	Новый стек
		Жесткий	Гибкий	Гибкий	Жесткий
		Используется	Используется	Используется	Жесткий
	0,015	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Гибкий
	0,018	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	0,076	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	0,018	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	0,076	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Рис. 16 Изменение типа стека



Примечание! При изменении типа стека с жесткого на гибкий конструктивные элементы, не обладающие свойством «Гибкость», будут исключены из стека.

3.2 Формирование переходных отверстий

Определение типов переходных отверстий выполняется во вкладке «Переходные отверстия». Вкладка может содержать внутренние вкладки, каждая из которых будет соответствовать отдельному стеку, созданному на вкладке «Структура». По умолчанию на вкладке отображается один стиль переходных отверстий для стека. Внешний вид окна представлен на [Рис. 17](#).

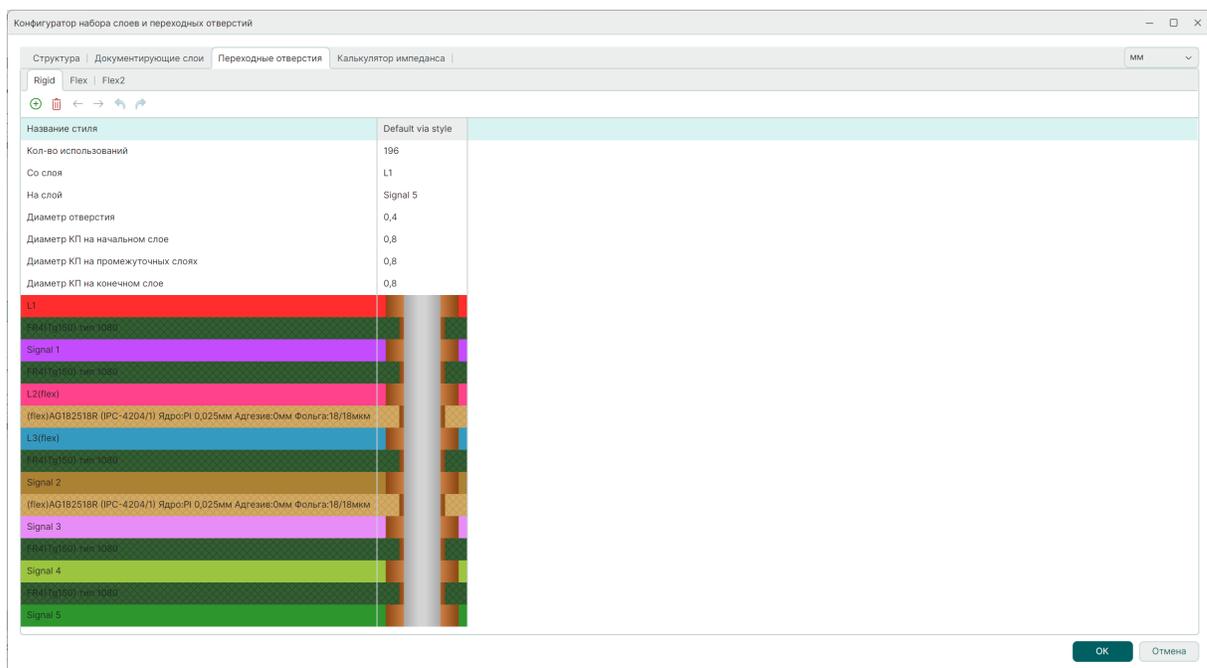


Рис. 17 Окно редактора слоев. Вкладка «Переходные отверстия»

В верхней части окна расположена контекстно зависящая панель инструментов редактирования стилей переходных отверстий, описание инструментов представлено в [Табл. 3](#).

[Таблица 3](#). Описание инструментов редактирования стилей ПО

Вид	Название	Описание
	Добавить новый стиль	Кнопка находится в активном состоянии. Нажатие на кнопку добавляет новый стиль.
	Удалить стиль	Кнопка становится активной при выборе стиля. Нажатие на кнопку удаляет стиль.
	Сдвинуть влево	Кнопка становится активной при выборе стиля. Нажатие на кнопку перемещает выбранный стиль влево в общей таблице.
	Сдвинуть вправо	Кнопка становится активной при выборе стиля. Нажатие на кнопку перемещает выбранный стиль вправо в общей таблице.
	Отменить действие	Кнопка становится активной после выполнения какого-либо действия. Нажатие на кнопку отменяет последнее действие.
	Выполнить вновь	Кнопка становится активной после применения команды «Отменить действие». Нажатие на кнопку повторяет отмененное действие.

Доступные настройки переходных отверстий:

- Название стиля – имя, под которым в проекте будет использоваться данный тип переходного отверстия.
- Кол-во использований – количество размещенных переходных отверстий в проекте печатной платы.
- Со слоя – слой, с которого осуществляется переход. Выбор стартового слоя осуществляется с помощью выпадающего списка. Слои указываются от верхнего проводящего слоя платы, нижний проводящий слой в списке отсутствует.
- На слой – слой, на который осуществляется переход. Выбор конечного слоя осуществляется с помощью выпадающего списка. Слои указываются от нижнего проводящего слоя платы, верхний проводящий слой в списке отсутствует.
- Диаметр отверстия – диаметр переходного отверстия.

- Диаметр КП на начальном слое – внешний диаметр контактной площадки переходного отверстия на слое, с которого «начинается» межслойный переход.
- Диаметр КП на промежуточных слоях – внешний диаметр контактной площадки переходного отверстия на внутренних проводящих слоях.
- Диаметр КП на конечном слое – внешний диаметр контактной площадки переходного отверстия на слое, где «заканчивается» межслойный переход.

4 Граница печатной платы

Для создания границ печатной платы реализован набор инструментов, доступный в главном меню программы «Инструменты» → «Граница платы», см. [Рис. 18](#).

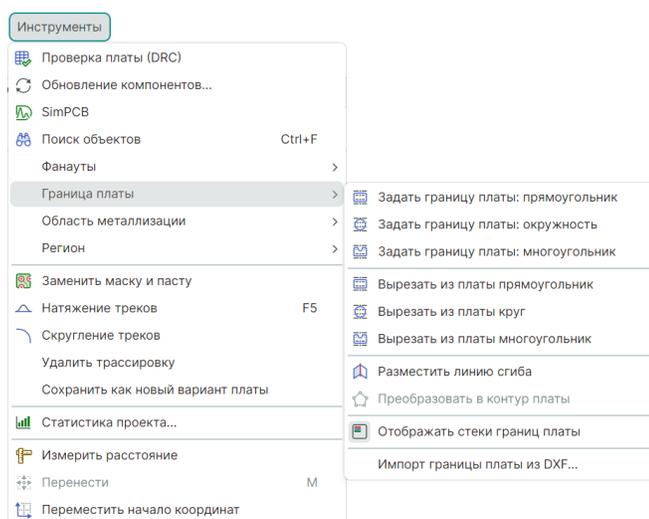


Рис. 18 Меню «Инструменты» → «Граница

Также данный набор инструментов доступен на панели инструментов «Плата», см. [Рис. 19](#).

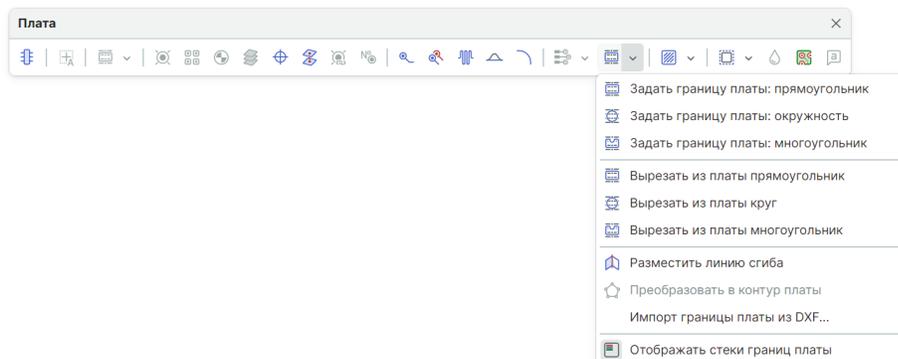


Рис. 19 Панель инструментов «Плата»

Выбор любого из трех инструментов: «Задать границу платы: прямоугольник», «Задать границу платы: окружность» и «Задать границу платы: многоугольник» осуществит автоматический переход на слой BOARD_OUTLINE в графическом редакторе платы.

Пример отображения созданной границы платы представлен на [Рис. 20](#).

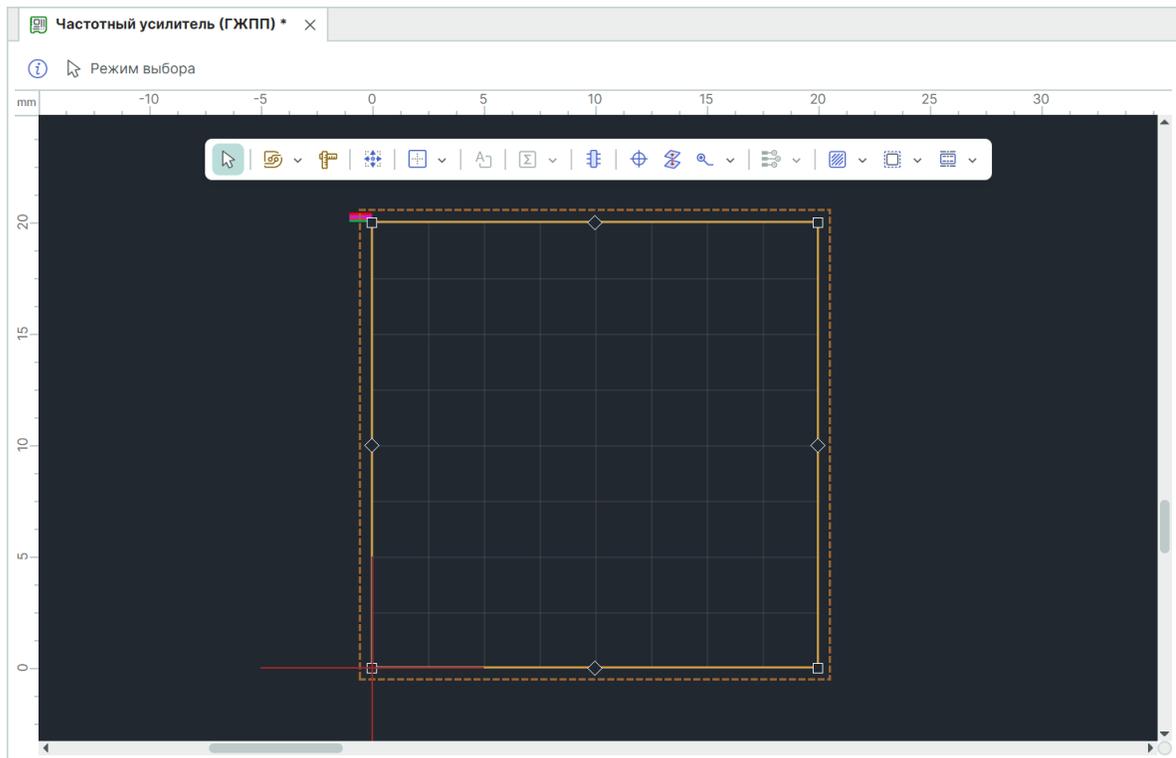


Рис. 20 Контур платы

После создания контура платы необходимо выбрать стек для созданного участка платы. По умолчанию присваивается первый стек из таблицы редактора слоев.

Есть возможность выбрать стек и до создания границ платы, для этого после выбора инструмента «Границы платы» необходимо выбрать стек в меню «Свойства», и затем создать границы.

Выбор стека осуществляется в панели «Свойства».

Для просмотра свойств созданного контура выделите контур и выберите «Свойства» в контекстном меню, см. [Рис. 21](#).

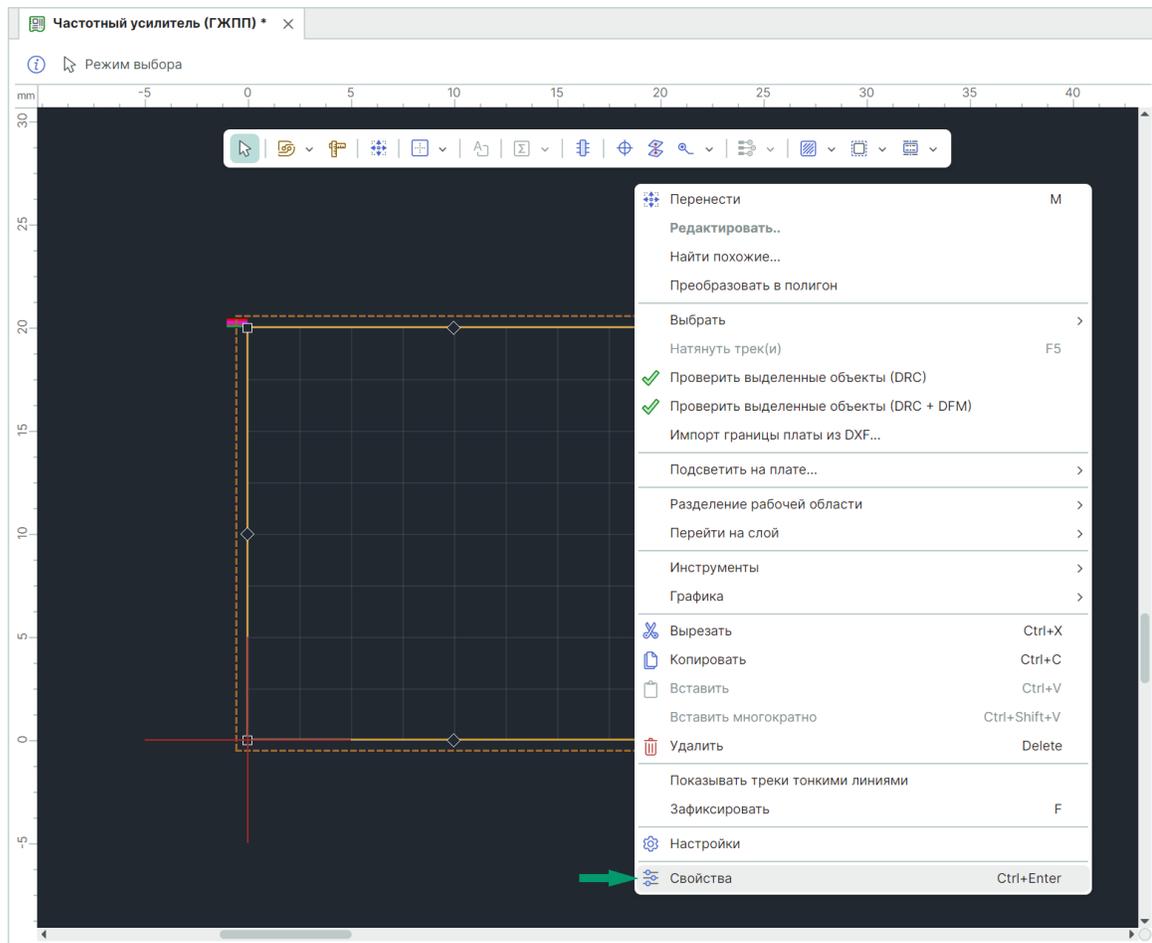


Рис. 21 Переход к свойствам объекта

Выбор стека осуществляется в панели «Свойства» в выпадающем меню «Стек», см. [Рис. 22](#).

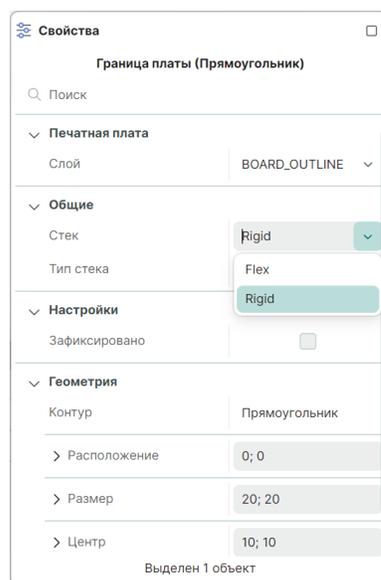


Рис. 22 Выбор стека

При создании контура платы, содержащего два и более стеков и состоящего из нескольких простых контуров, границы созданных контуров должны прилегать друг к другу.

Для каждого контура созданной границы печатной платы необходимо выбрать стек в зависимости от назначения созданного участка платы.

Пример отображения контура печатной платы, состоящего из трёх простых контуров, представлен на [Рис. 23](#).

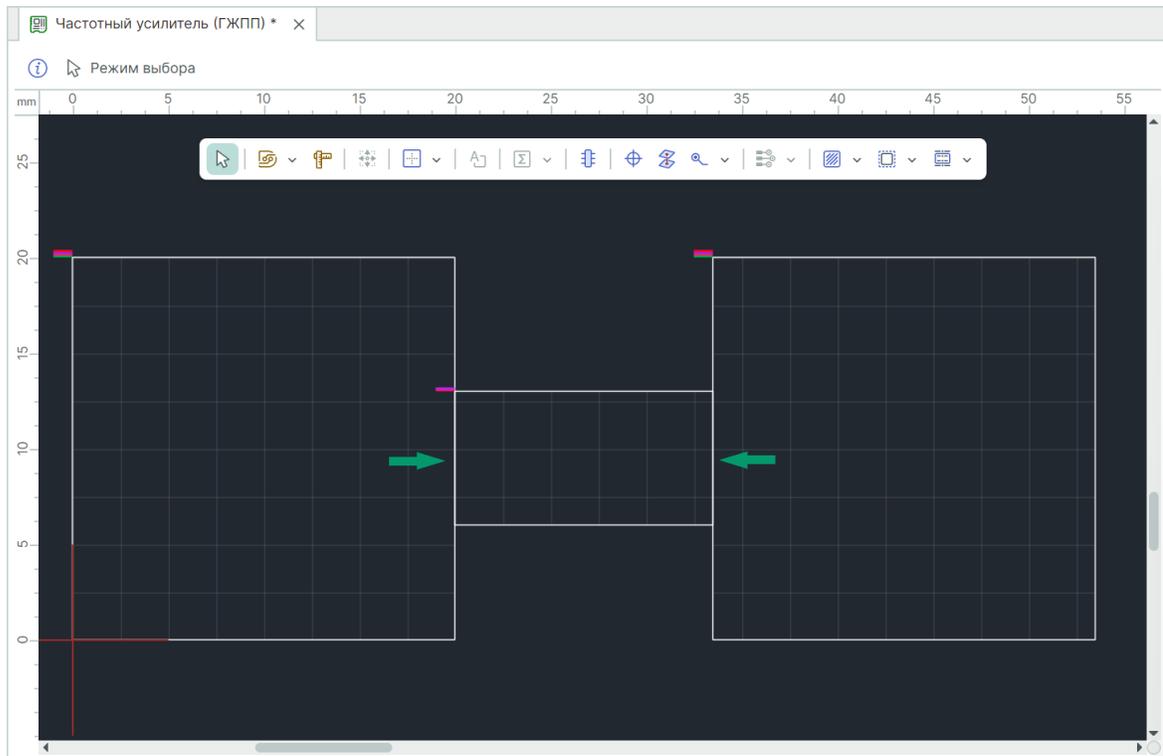


Рис. 23 Сложный контур платы

При создании проекта жесткой платы создание контура печатной платы осуществляется стандартным способом. Описание данного процесса представлено в документе [Редактор печатных плат](#).

5 Область сгиба

В системе Delta Design работа создание области сгиба платы начинается с запуска специализированного инструмента «Разместить линию сгиба».



Важно! Линия сгиба – это проекция оси цилиндра, по поверхности которого осуществляется сгиб гибкой части платы, см. [Рис. 24](#).

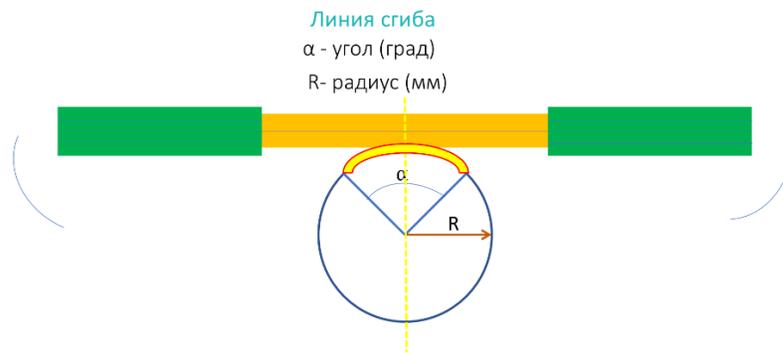


Рис. 24 Схематичное представление области сгиба

Инструмент доступен в главном меню программы «Инструменты» → «Граница платы» → «Разместить линию сгиба», см. [Рис. 25](#).

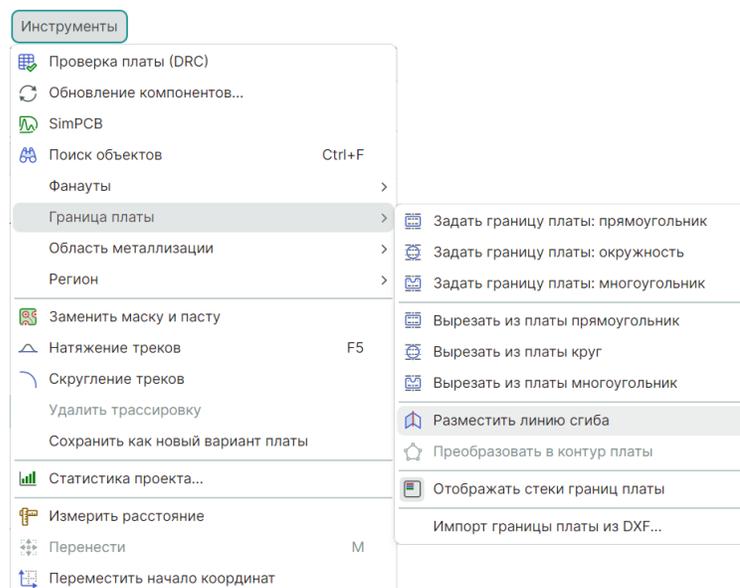


Рис. 25 Переход к размещению линии сгиба

Также данный инструмент доступен на панели инструментов «Плата», см. [Рис. 26](#).

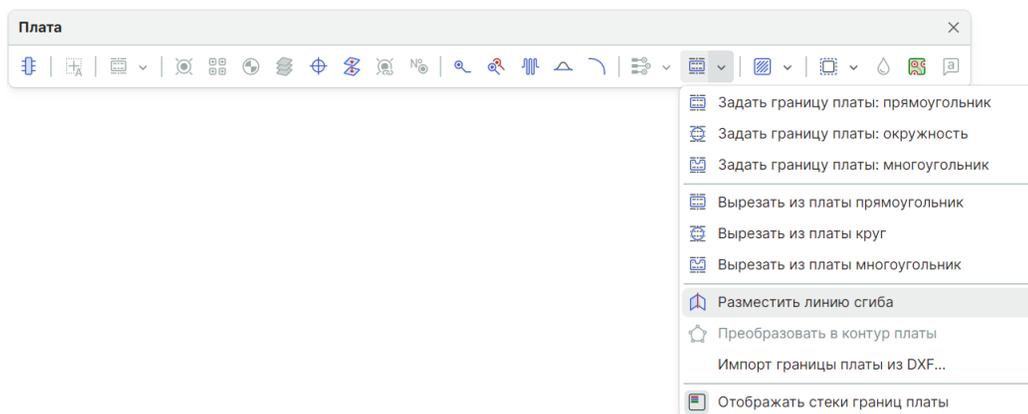


Рис. 26 Панель инструментов «Плата»



Примечание! Линию сгиба необходимо размещать на участке платы, относящемся к гибкому стеку платы.

После выбора инструмента «Разместить линию сгиба» переместите курсор мыши на границу гибкого участка платы и нажмите левую клавишу мыши, см. [Рис. 27](#).

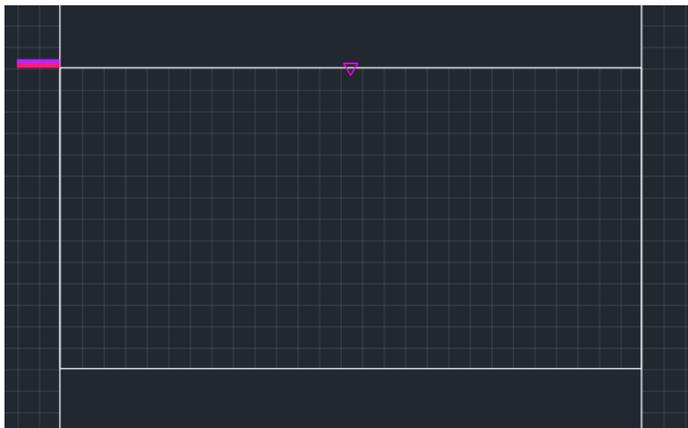


Рис. 27 Начало размещения линии сгиба

Далее переместите курсор мыши на противоположный участок платы и нажмите левую клавишу мыши, см. [Рис. 28](#).

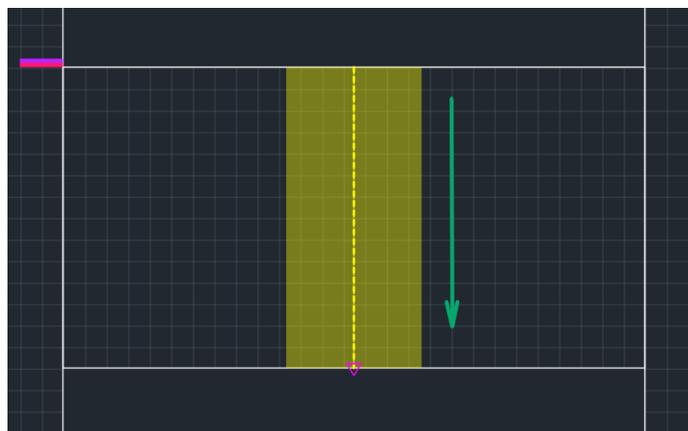


Рис. 28 Завершение размещения линии сгиба

После размещения линии сгиба инструмент «Разместить линию сгиба» остается активным.

Количество размещаемых сгибов не ограничено.

Для выхода из инструмента нажмите клавишу «Escape» или нажмите кнопку «Отменить», расположенную в правом верхнем углу окна редактора, см. [Рис. 29](#).

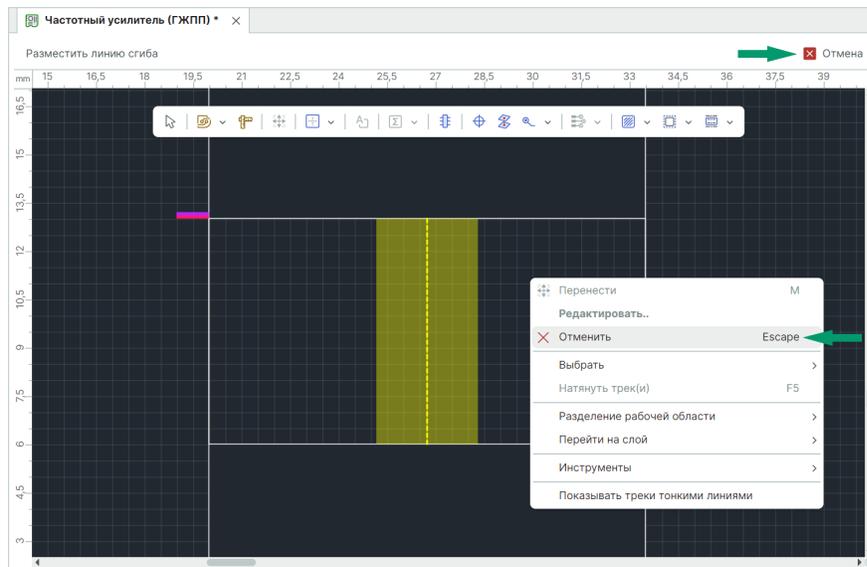


Рис. 29 Выход из инструмента «Разместить линию сгиба»

После размещения линии сгиба на гибком участке гибко-жесткой конструкции будет сформирован новый объект - сгиб. При первом размещении сгибу задаются значения по умолчанию.

Для изменения параметров сгиба перейдите в свойства выделенного объекта, см. [Рис. 30](#).

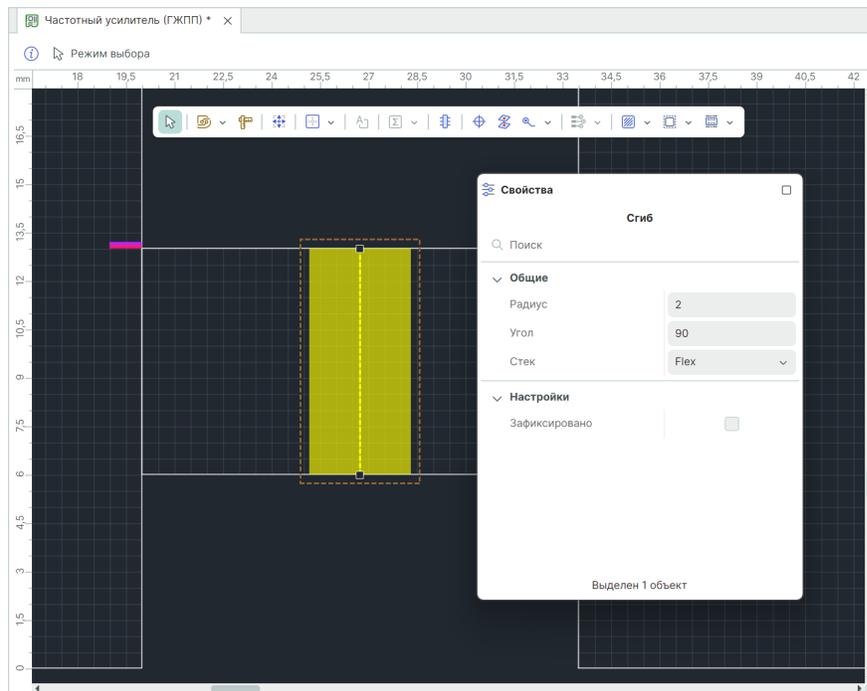


Рис. 30 Свойства сгиба

Для изменения доступны следующие параметры сгиба:

- Радиус – единицы измерения радиуса сгиба зависят от выбранных в системе (мм или мил);
- Угол – угол сгиба (градусы);
- Стек – выбор стека, к которому относится сгиб, если на плате задействовано два и более гибких стеков;
- Зафиксировано – при установке флага в чек-бокс перемещение сгиба будет недоступно.

Направление (направление создания) сгиба дает разный результат на 3D модели платы, изменение направления может быть произведено за счет поворота линии сгиба на 180°. Поворот линии сгиба осуществляется с помощью горячих клавиш «R» и «Shift+R». На [Рис. 31](#) и [Рис. 32](#) представлены примеры различных направлений сгиба при одинаковых параметрах, заданных в панели «Свойства».

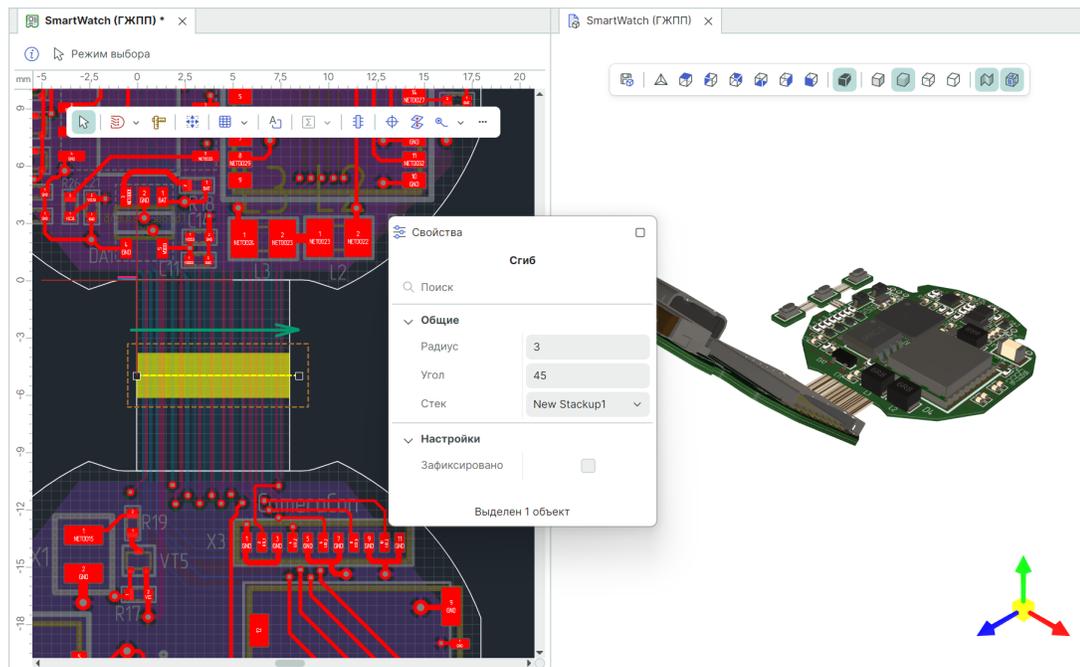


Рис. 31 Направление сгиба «Слева направо»

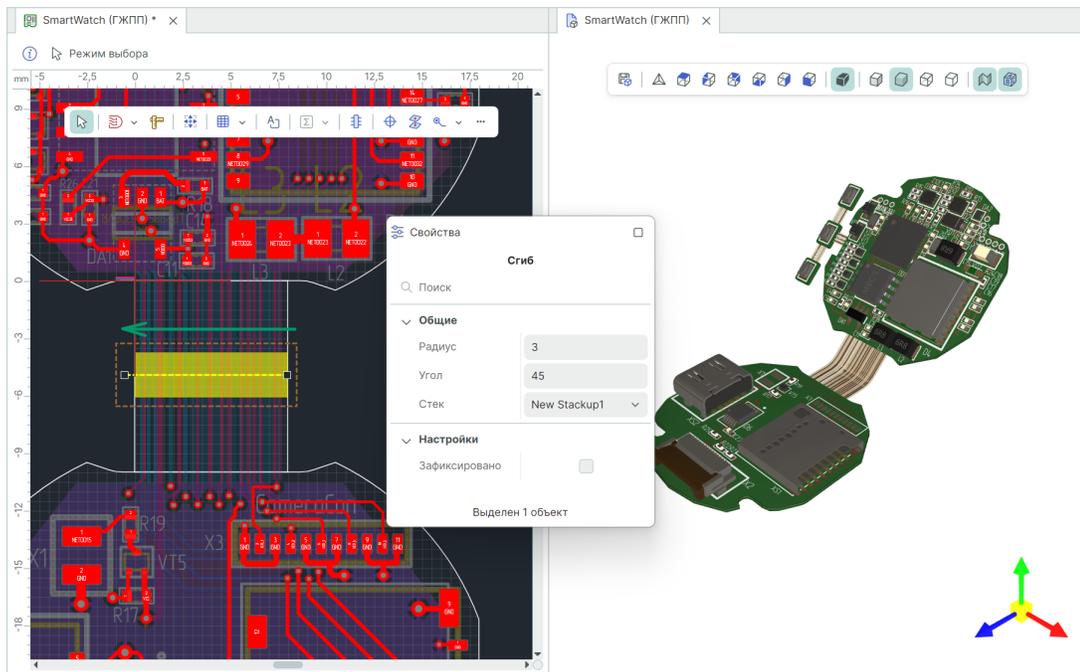


Рис. 32 Направление сгиба «Справа налево»

При размещении сгиба важно помнить, что ось сгиба (центральная штриховая линия) должна быть расположена таким образом, чтобы не пересекать области платы, которые меняют свое положение при сгибе на 3D модели платы. На [Рис. 33](#) показан пример пересечения подвижной области (ось сгиба удлинена для наглядности), сгиб на 3D модели платы не может быть применен.

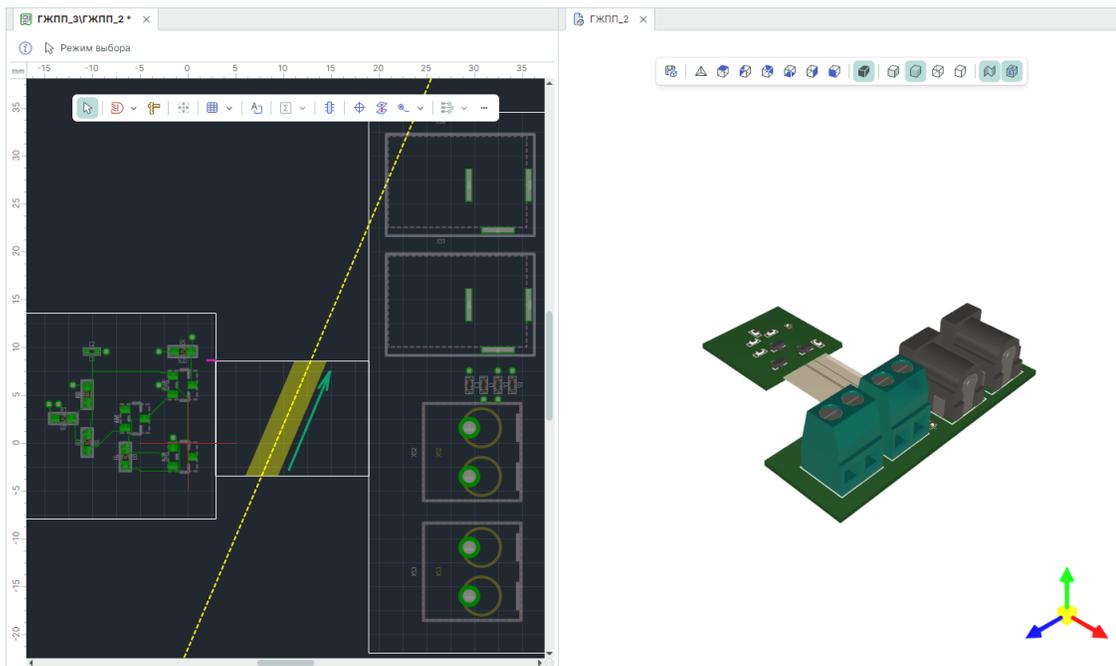


Рис. 33 Пересечение осью сгиба региона, меняющего положение при сгибе

Пересечение осью сгиба области, остающейся неподвижной, возможно. На [Рис. 34](#) показан пример пересечения неподвижной области (ось сгиба удлинена для наглядности), сгиб на 3D модели платы применен.

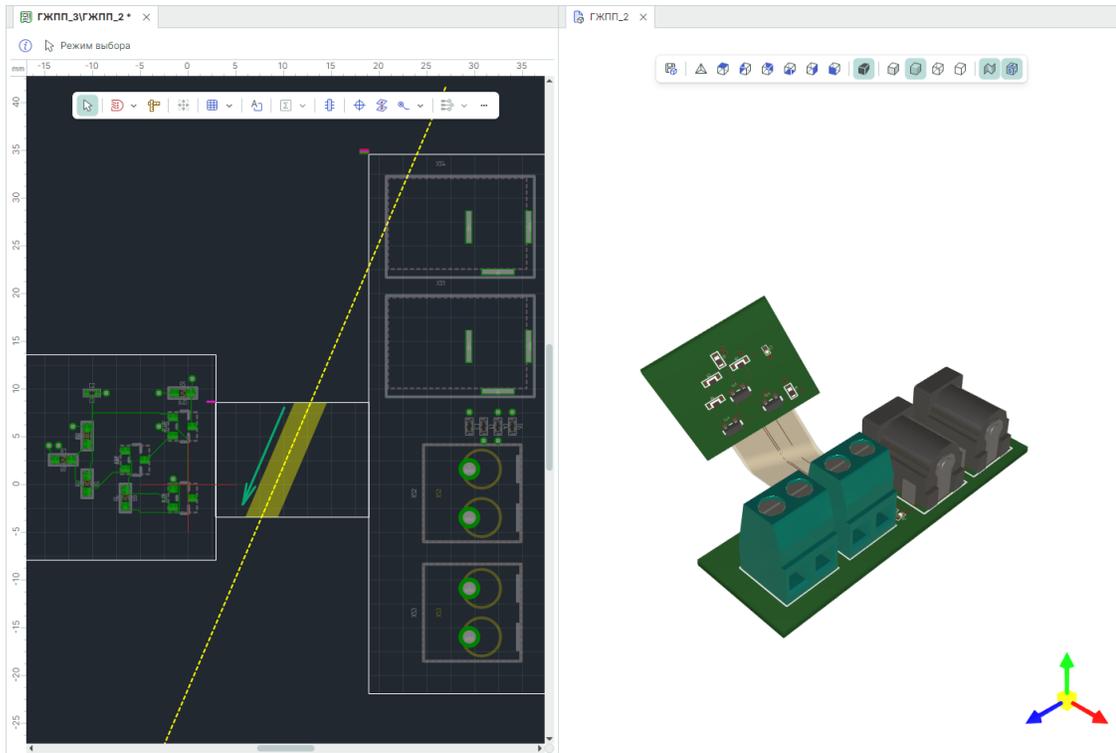


Рис. 34 Пересечение осью сгиба региона, не меняющего положение при сгибе

6 3D-визуализация сгибов

Для просмотра сгибов на 3D модели печатной платы перейдите в панель «Проекты» и в контекстном меню для узла «Плата» выберите «Открыть 3D модель», см. [Рис. 35](#).

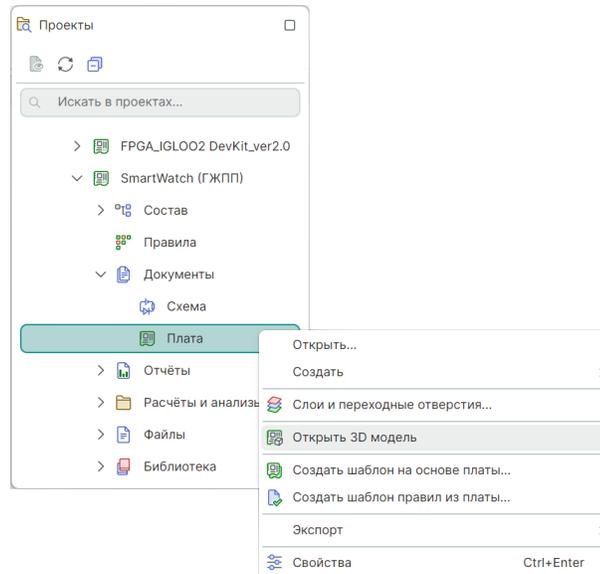


Рис. 35 Переход к 3D модели

При открытии 3D модели плата отображается без сгибов.

Для отображения сгибов печатной платы нажмите кнопку «Отображать сгиб» на встроенной панели инструментов, см. [Рис. 36](#).

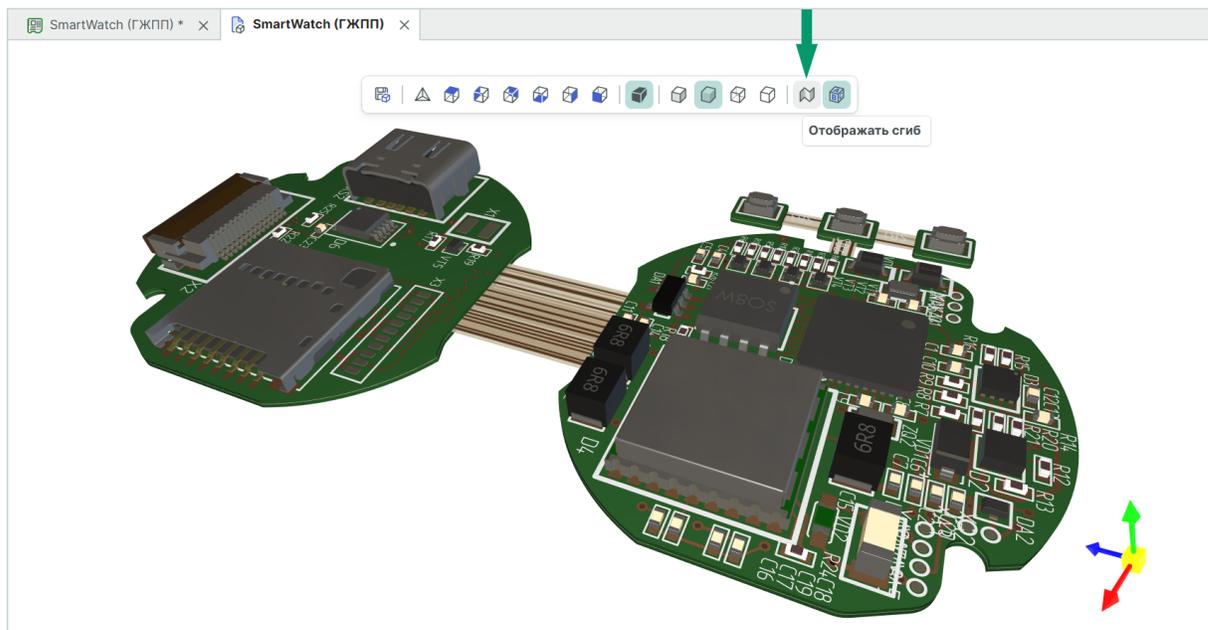


Рис. 36 Переход к отображению сгиба

Сгибы будут отображены с заданными ранее параметрами, см. [Рис. 37](#).

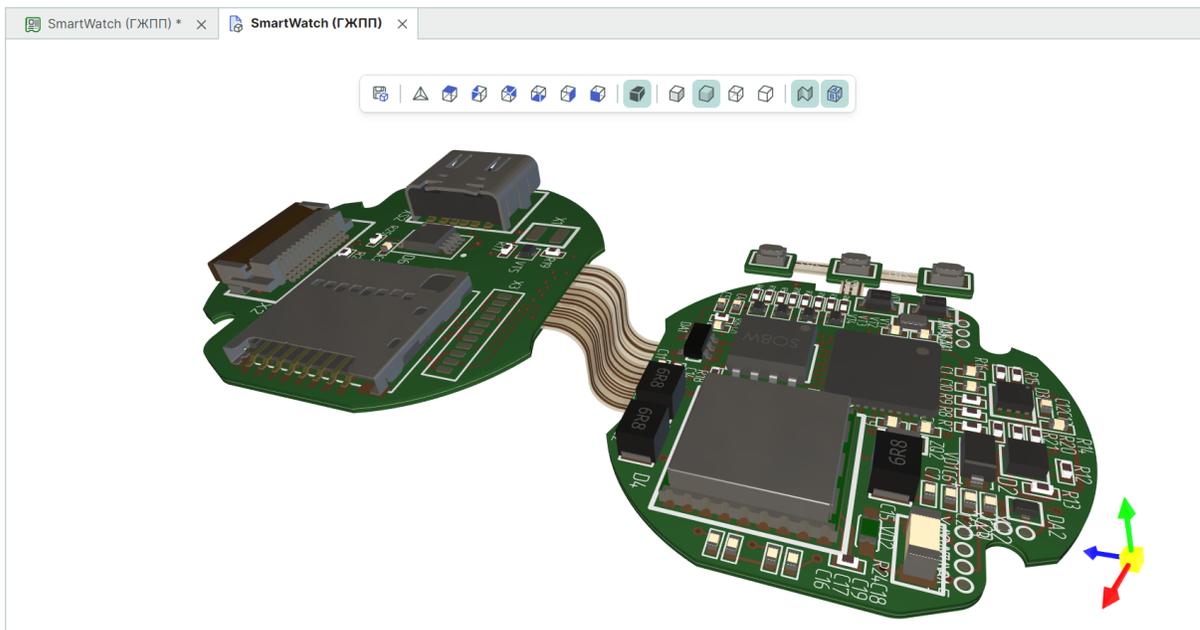


Рис. 37 Отображение сгиба

В случае если сгиб не может быть применен на 3D модели платы, в панели «Журналы» будет отображено информирующее сообщение, см. [Рис. 38](#).

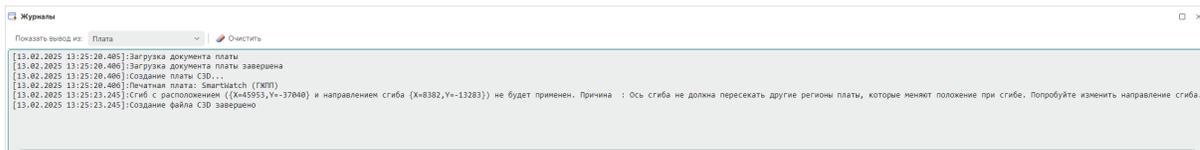


Рис. 38 Сообщение в панели «Журналы»

7 Размещение компонентов на плате

Описание процесса размещения компонентов на плате представлено в документе [Редактор печатных плат](#).

При размещении компонента в областях гибко-жесткой платы стек контактных площадок размещенного компонента формируется на основе той области, в которой компонент был размещен первоначально.

Пример размещенного компонента с отображением свойств выделенной контактной площадки компонента и присвоенными параметрами стека контактных площадок представлен на [Рис. 39](#).

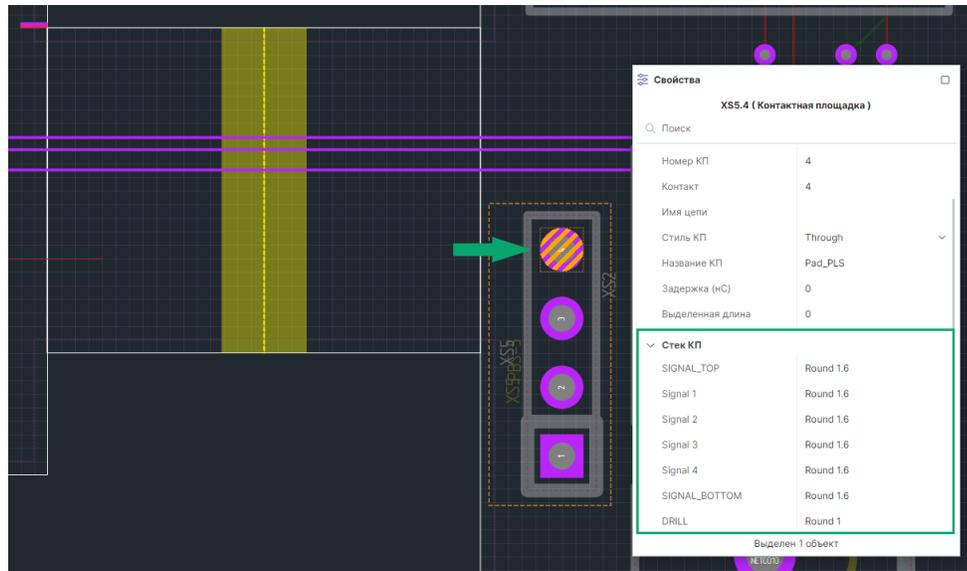


Рис. 39 Отображение параметров стека КП компонента

При перемещении компонента в область другого стека печатной платы необходимо выполнить переразмещение данного компонента.

Процедура переразмещения обеспечит обновление параметров стека КП компонента.

Пример компонента, перемещенного в область другого стека печатной платы, с отображением свойств выделенной контактной площадки компонента и присвоенными параметрами стека контактных площадок до выполнения процедуры переразмещения представлен на [Рис. 40](#).

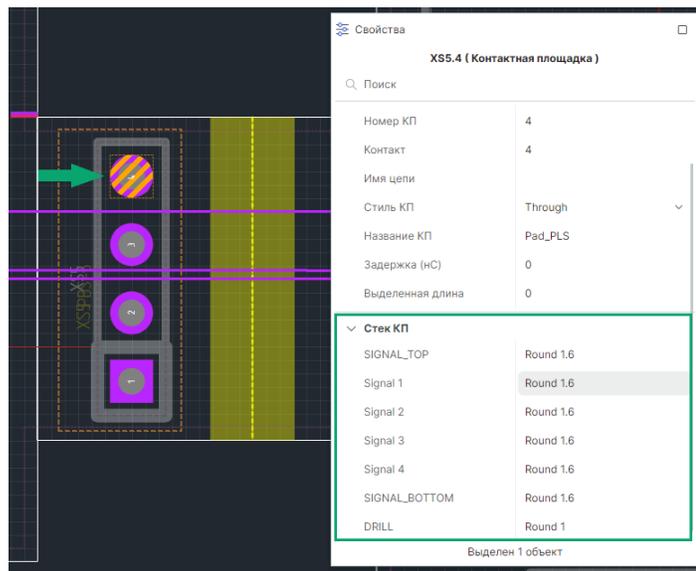


Рис. 40 Отображение параметров стека КП перемещенного компонента

Для переразмещения компонента выберите компонент и в контекстном меню компонента нажмите «Переразместить», см. [Рис. 41](#).

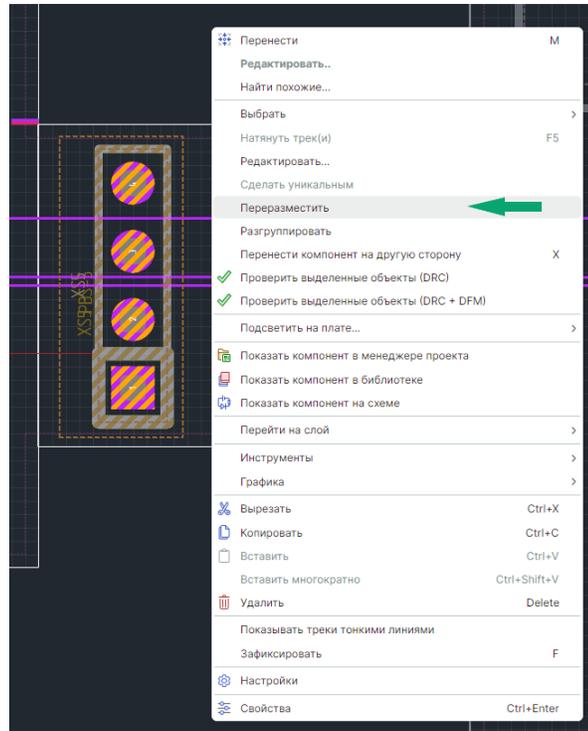


Рис. 41 Переразмещение компонента

Пример переразмещенного компонента с отображением обновленных параметров стека КП представлен на [Рис. 42](#).

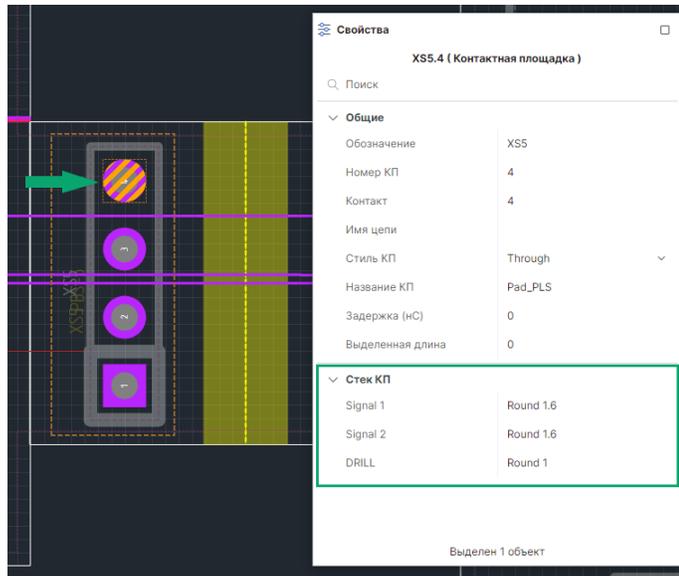
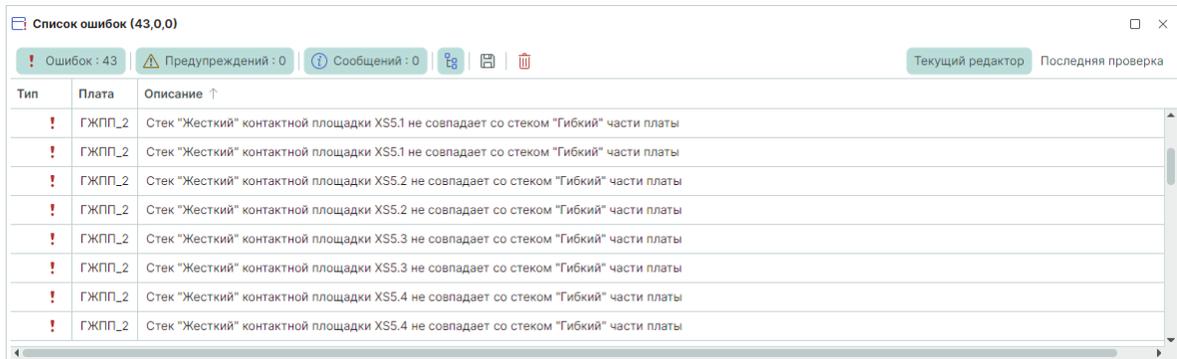


Рис. 42 Отображение параметров стека КП переразмещенного компонента

В случае если компонент был перемещен из первоначальной области стека в другую область стека печатной платы, но переразмещение компонента не производилось, DRC-проверка компонента выявит нарушения, см. [Рис. 43](#).



Тип	Плата	Описание ↑
!	ГЖПП_2	Стек "Жесткий" контактной площадки X55.1 не совпадает со стеком "Гибкий" части платы
!	ГЖПП_2	Стек "Жесткий" контактной площадки X55.1 не совпадает со стеком "Гибкий" части платы
!	ГЖПП_2	Стек "Жесткий" контактной площадки X55.2 не совпадает со стеком "Гибкий" части платы
!	ГЖПП_2	Стек "Жесткий" контактной площадки X55.2 не совпадает со стеком "Гибкий" части платы
!	ГЖПП_2	Стек "Жесткий" контактной площадки X55.3 не совпадает со стеком "Гибкий" части платы
!	ГЖПП_2	Стек "Жесткий" контактной площадки X55.3 не совпадает со стеком "Гибкий" части платы
!	ГЖПП_2	Стек "Жесткий" контактной площадки X55.4 не совпадает со стеком "Гибкий" части платы
!	ГЖПП_2	Стек "Жесткий" контактной площадки X55.4 не совпадает со стеком "Гибкий" части платы

Рис. 43 Сообщения об ошибках несоответствия стеков КП

8 DRC

При работе с гибко-жесткой конструкцией печатной платы в системе существует возможность настройки правил проектирования для отдельных стеков платы, а для контроля правильности создания конструкции предусмотрены дополнительные проверки.

Переход к проверке платы осуществляется из главного меню «Инструменты» → «Проверка платы (DRC)», см. [Рис. 44](#).

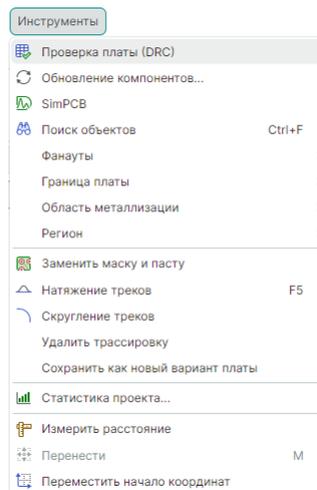
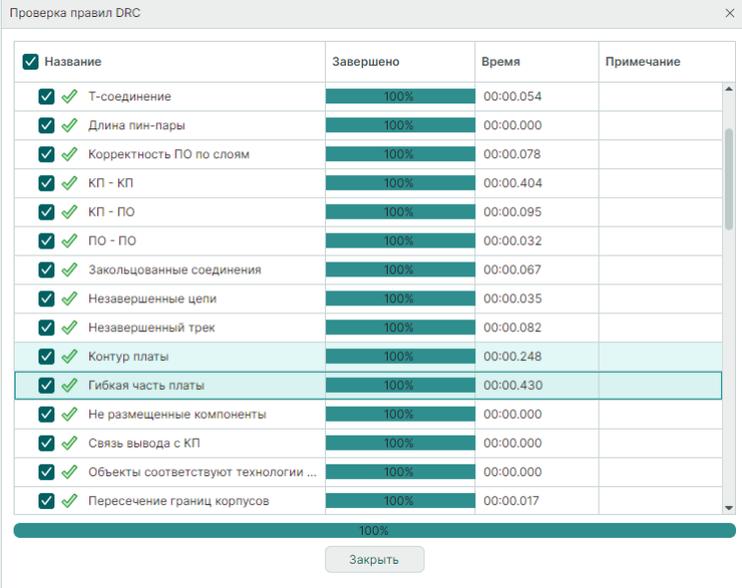


Рис. 44 Переход к проверке платы

В окне «Проверка правил DRC» отображен весь перечень выполняемых проверок для созданной печатной платы. Для проверки гибко-жесткой конструкции предусмотрены дополнительные пункты «Гибкая часть платы» и «Контур платы». Пример отображения выполненных проверок представлен на [Рис. 45](#).



Название	Завершено	Время	Примечание
Т-соединение	100%	00:00.054	
Длина пин-пары	100%	00:00.000	
Корректность ПО по слоям	100%	00:00.078	
КП - КП	100%	00:00.404	
КП - ПО	100%	00:00.095	
ПО - ПО	100%	00:00.032	
Закольцованные соединения	100%	00:00.067	
Незавершенные цепи	100%	00:00.035	
Незавершенный трек	100%	00:00.082	
Контур платы	100%	00:00.248	
Гибкая часть платы	100%	00:00.430	
Не размещенные компоненты	100%	00:00.000	
Связь вывода с КП	100%	00:00.000	
Объекты соответствуют технологии ...	100%	00:00.000	
Пересечение границ корпусов	100%	00:00.017	

Рис. 45 Окно «Проверка правил DRC»

В редакторе правил учитывается работа со всеми созданными стеками печатной платы, для каждого стека гибко-жесткой конструкции могут быть заданы свои правила проектирования.

Определение правил проектирования происходит в окне редактора «Правила». Переход в данный редактор осуществляется с помощью команды контекстного меню «Открыть», вызванной для узла «Правила» в дереве проекта, см. [Рис. 46](#).

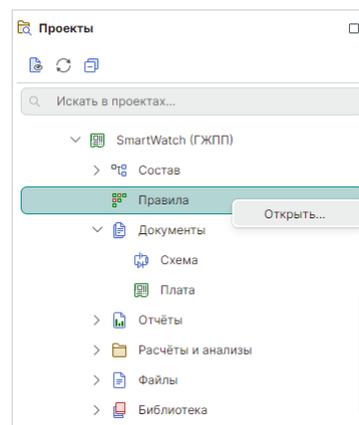


Рис. 46 Переход к правилам проекта

Настройка правил проектирования для стеков печатной платы осуществляется с помощью указания области действия правила в виде необходимого стека, см. [Рис. 47](#).

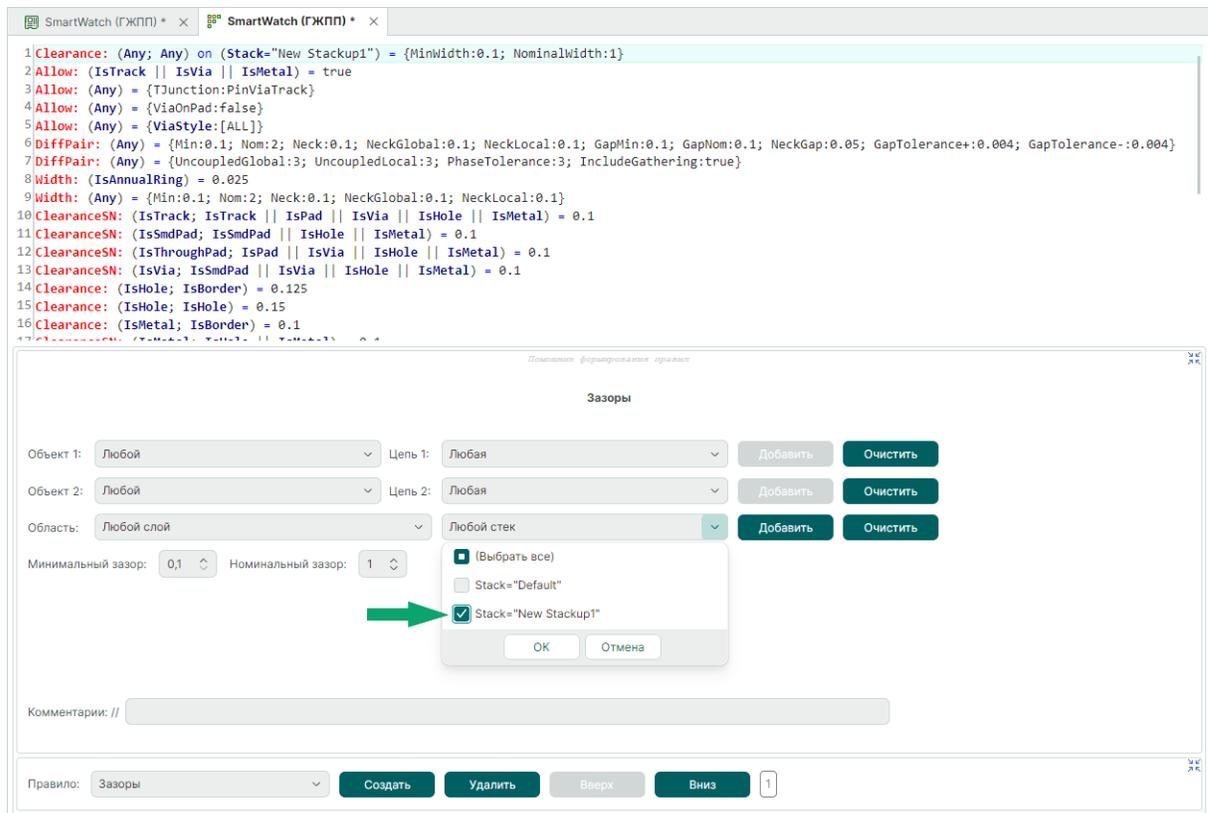


Рис. 47 Выбор стека в качестве области действия правила

Список правил, для которых существует возможность выбрать стек как область действия правила:

- Ширина треков;
- Параметры дифференциальных пар;
- Зазоры между объектами разных цепей и одной цепи;
- Ширина гарантийного пояса;
- Разрешенные стили переходных отверстий;
- Разрешение установки ПО на КП;
- Запреты на размещение объектов цепи;

Подробное описание работы с правилами проектирования представлено в документе [Редактор правил](#).

9 Трассировка

9.1 Интерактивная трассировка

Трассировка гибко-жесткой конструкции печатной платы осуществляется в режиме RightPCB.

Функциональные особенности трассировки гибко-жесткой конструкции:

- 1) Размещение треков (проводников) осуществляется на сигнальных слоях областей платы. При переходе проводника из области одного стека в область другого стека печатной платы необходимо учитывать наличие в нем данного слоя.
- 2) При размещении треков на переходе между жестким и гибким стеками, треки должны быть ортогональны переходу.
- 3) При размещении треков в районе сгиба треки должны быть перпендикулярны линии сгиба.

9.2 Переходные отверстия

При размещении переходного отверстия на плате ему автоматически присваивается стиль, заданный для стека платы.

При перемещении переходного отверстия в область другого стека, стиль не изменится, а проверка данного элемента выявит ошибку.

Пример отображения ошибки для перемещенного в область другого стека платы переходного отверстия представлен на [Рис. 48](#).

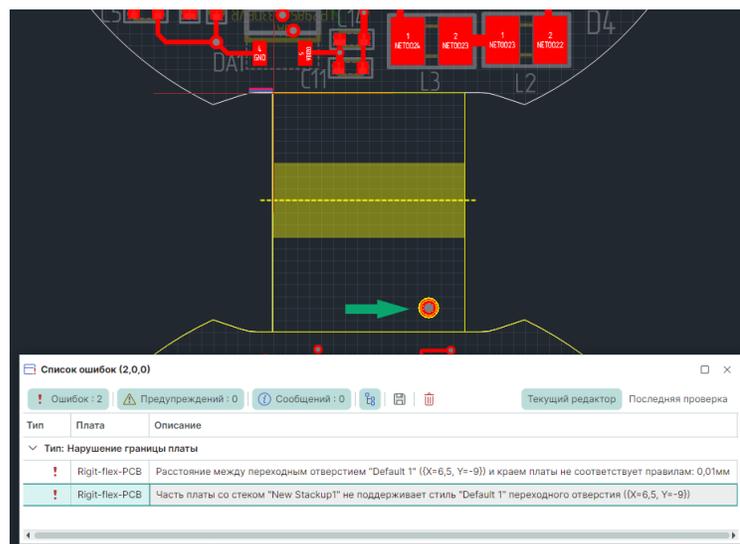


Рис. 48 Проверка перемещенного ПО

Изменение стиля переходного отверстия производится в панели «Свойства» → «Стиль VIA», см. [Рис. 49](#).

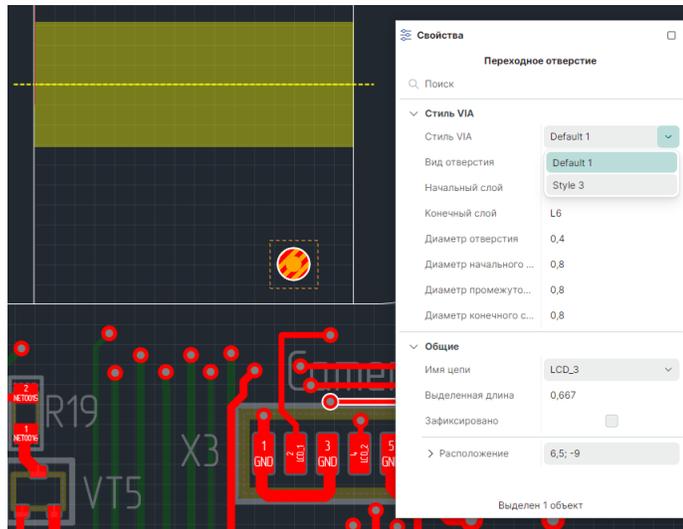


Рис. 49 Изменение стиля ПО

10 Подготовка к производству

10.1 Создание слоя маски

Для создания защитной маски на гибком участке печатной платы реализован специальный инструмент «Заменить маску и пасту». Переход к данному инструменту осуществляется из главного меню программы «Инструменты» → «Заменить маску и пасту», см. [Рис. 50](#).

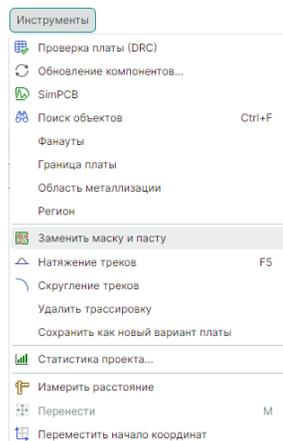


Рис. 50 Главное меню программы «Инструменты»

Также данный инструмент доступен на панели инструментов «Плата», см. [Рис. 51](#).

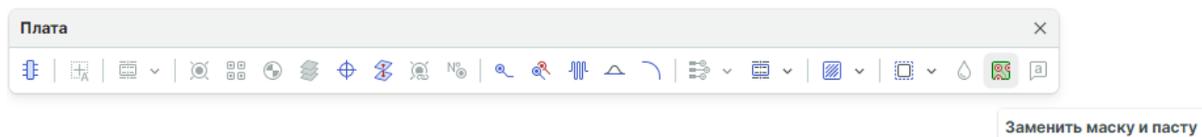


Рис. 51 Панель инструментов «Плата»

После выбора инструмента на экране отобразится окно «Заменить маску и пасту». В случае если плата содержит гибкую часть, в данном окне будут доступны настройки по замене маски на гибкой части, см. [Рис. 52](#).

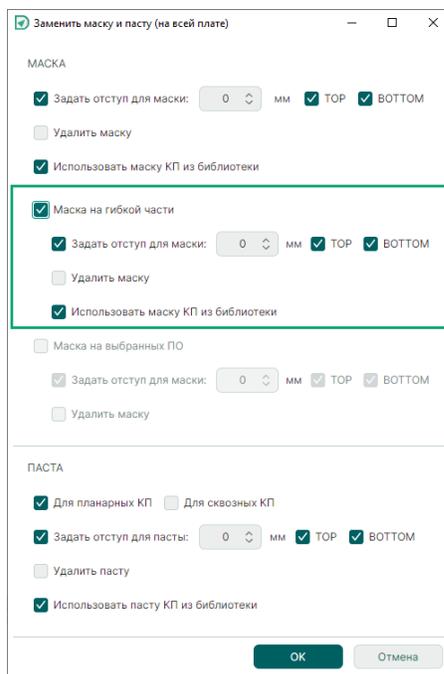


Рис. 52 Окно «Заменить маску и пасту»

10.2 Экспорт производственных файлов

Описание процесса создания производственных файлов представлено в документе [Выпуск документации](#).

Пример отображения конструкции печатной платы, для которой создаются производственные файлы, представлен на рисунке [Рис. 53](#).

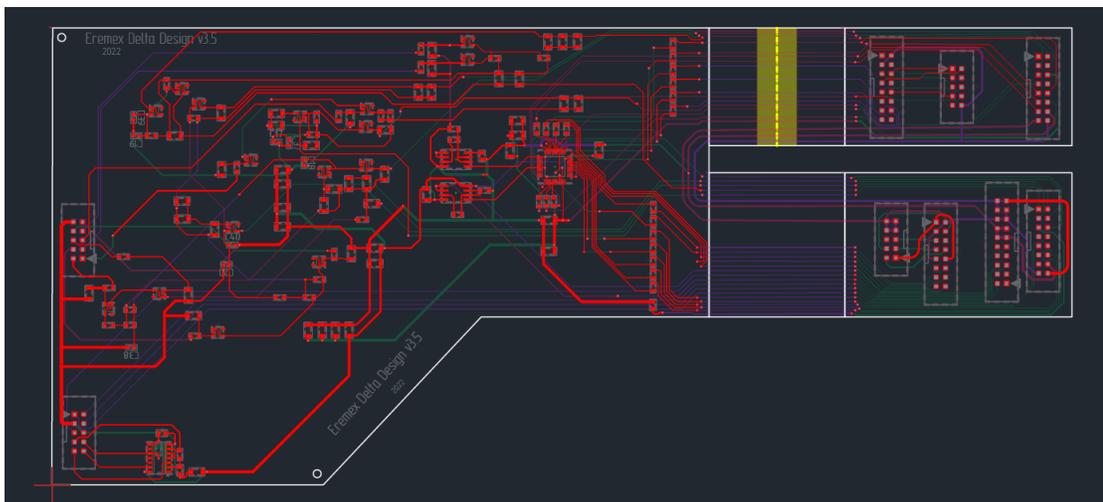


Рис. 53 Гибко-жесткая конструкция из двух стеков

Экспорт производственных файлов печатной платы происходит при помощи мастера экспорта производственных файлов. Запуск мастера экспорта осуществляется из контекстного меню печатной платы в дереве проектов, см. [Рис. 54](#).

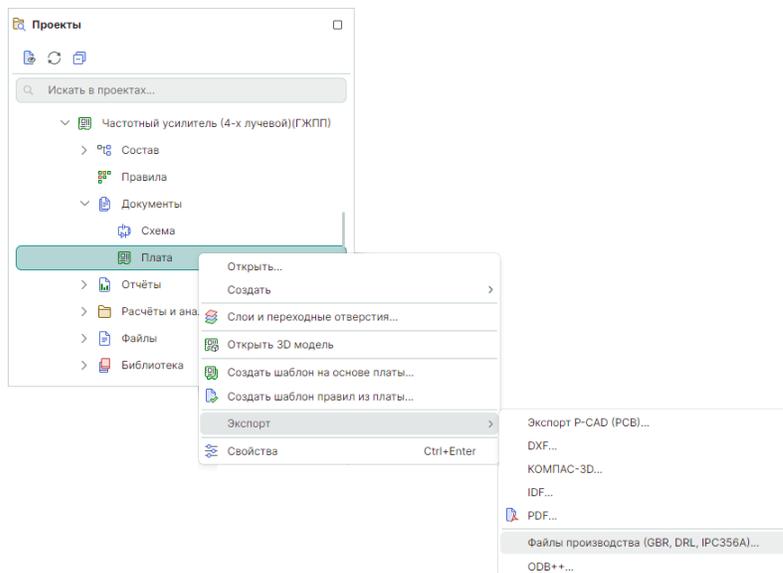


Рис. 54 Вызов мастера экспорта производственных файлов

Для гибко-жесткой конструкции возможно создание производственного файла с общим контуром платы, а также отдельных файлов с контурами печатной платы для каждого стека. Для создания необходимого набора файлов установите флаги в чек-боксы для нужных слоев в окне мастера экспорта, см. [Рис. 55](#).

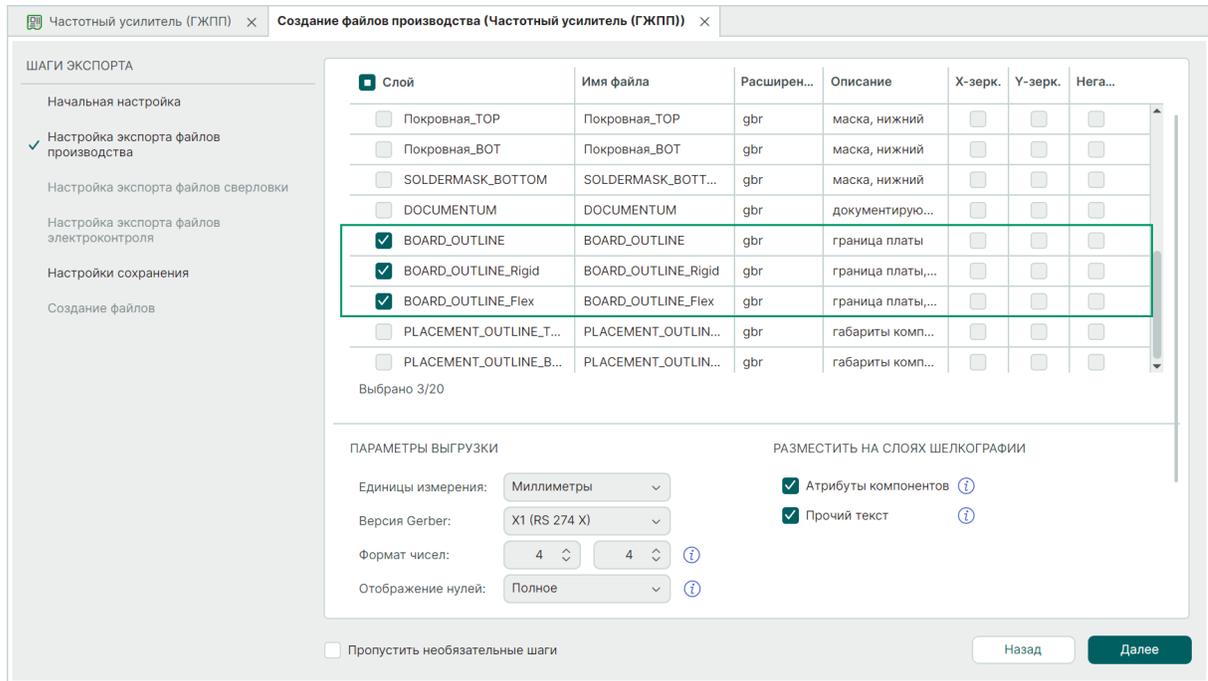


Рис. 55 Создание файлов производства

Количество производственных файлов зависит от количества выбранных слоев для экспорта. Названия файлов соответствуют названиям стеков и присваиваются автоматически, см. [Рис. 56](#).

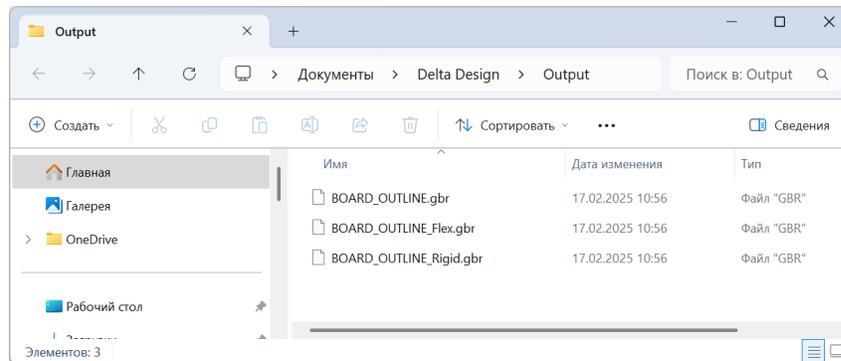


Рис. 56 Отображение созданных файлов производства в проводнике

На рисунках [57](#) - [59](#) представлены: общий контур печатной платы, контуры жесткого и гибкого стеков.

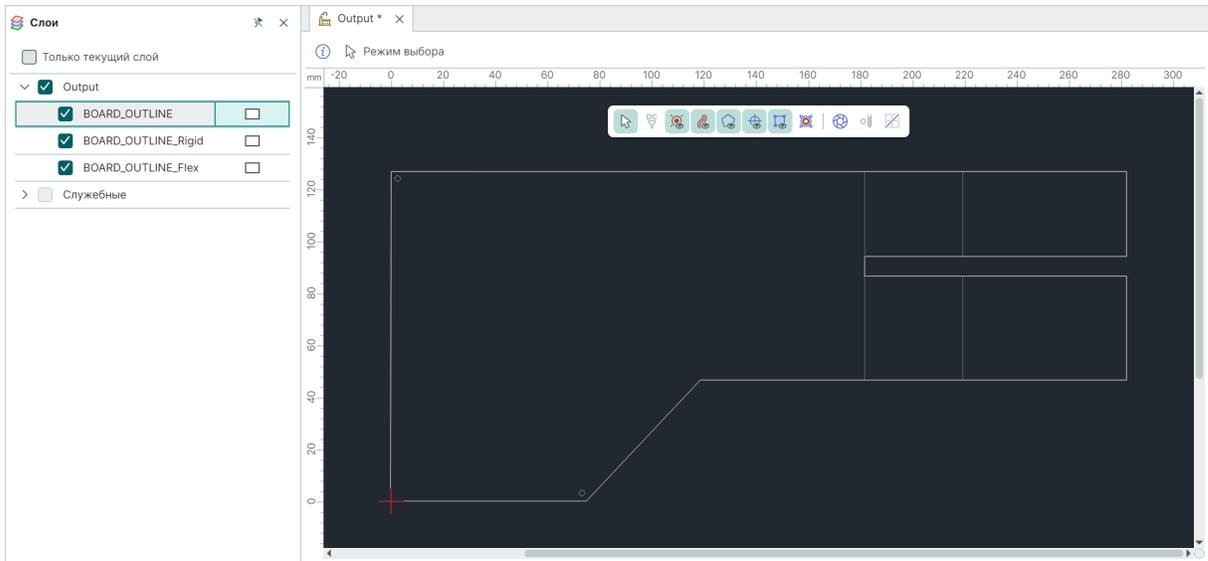


Рис. 57 Просмотр производственных файлов. Общий контур печатной платы

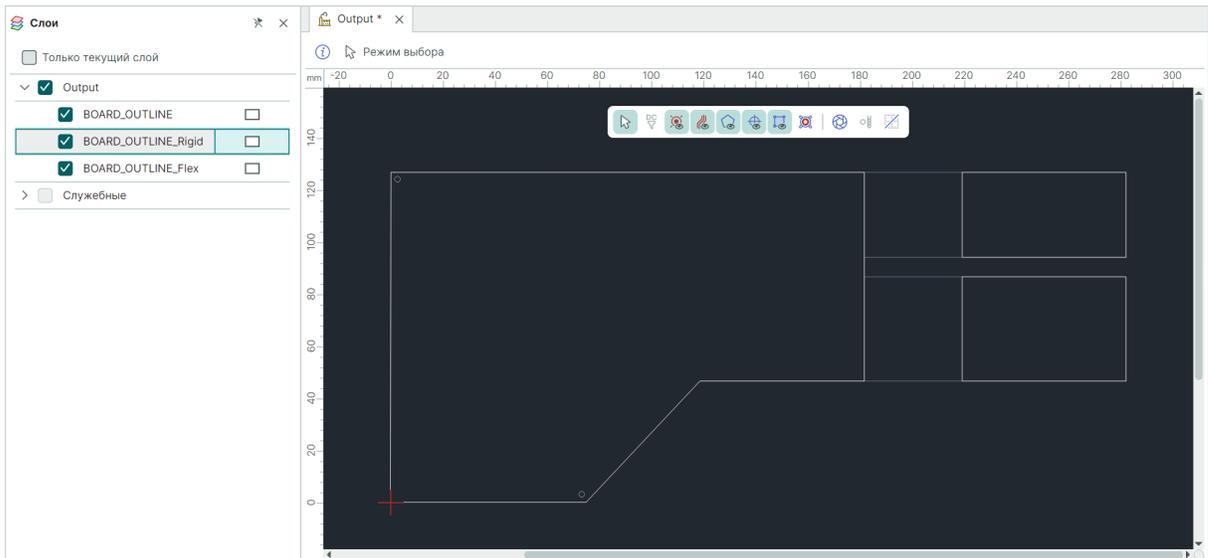


Рис. 58 Просмотр производственных файлов. Контур жесткого стека «Rigid»

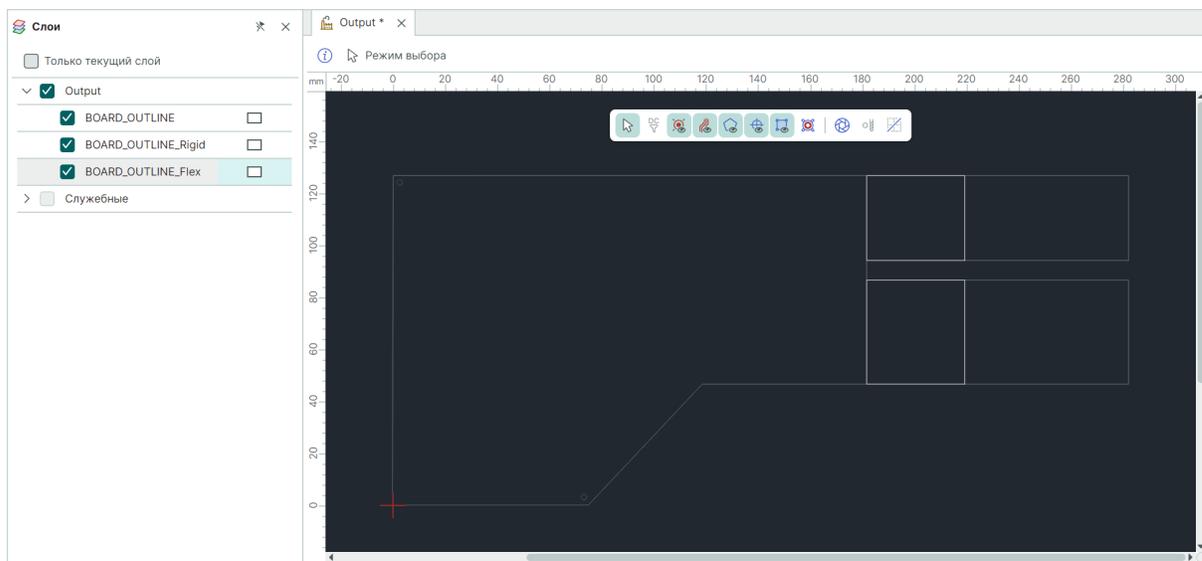


Рис. 59 Просмотр производственных файлов. Контур гибкого стека «Flex»

11 Ограничения

Функциональные возможности по созданию гибкой и гибко-жесткой конструкций доступны только в профессиональной версии системы Delta Design.

При работе с гибко-жесткими конструкциями в системе Delta Design имеется ограничение на использование режима «ТороR». Если разрабатываемая конструкция платы содержит больше одного стека, то переход в данный режим невозможен.



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.